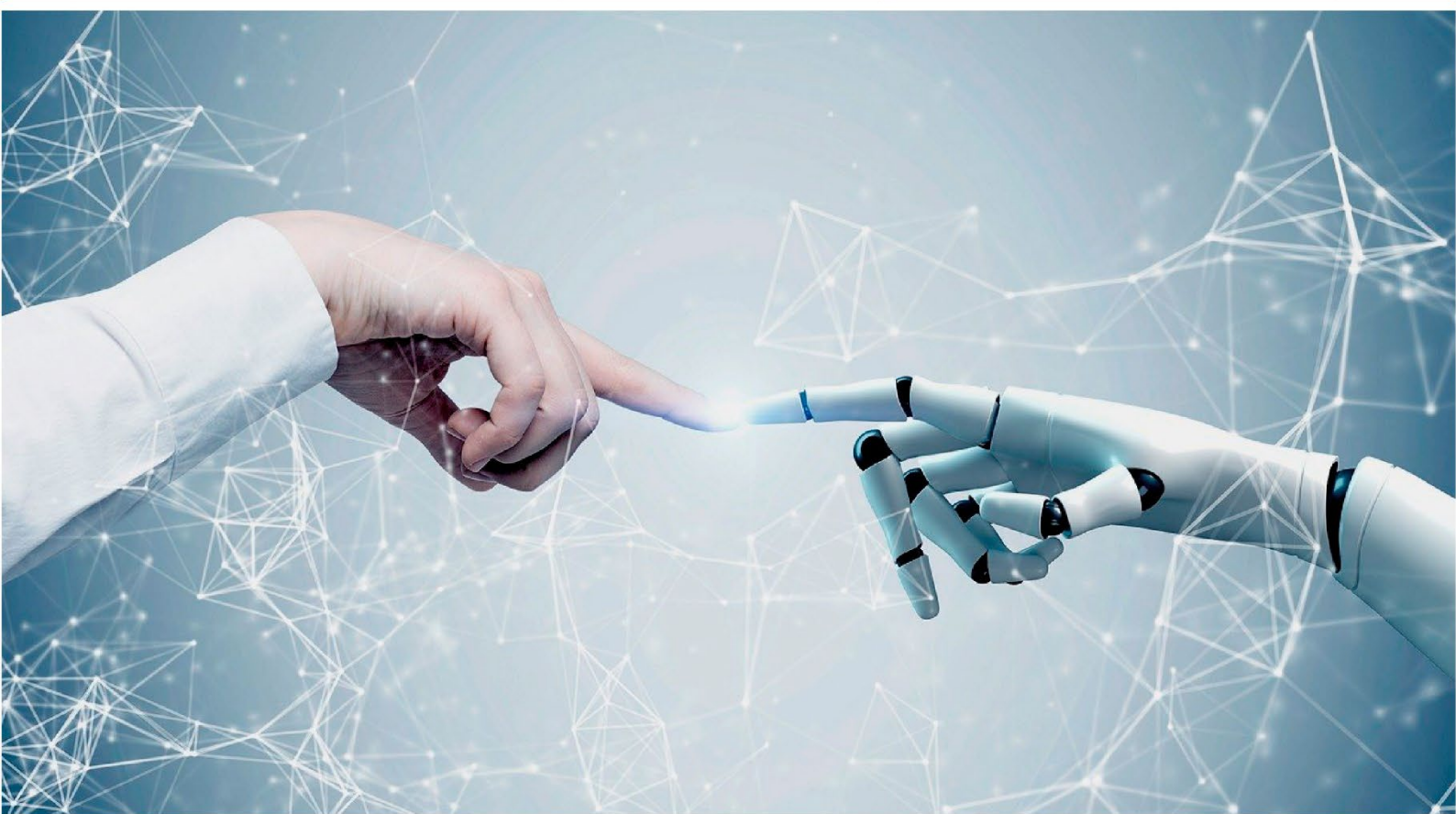


НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
I Международная научно-практическая конференция

NEW HORIZONS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
I International Scientific and Practical Conference



Северодонецк, РФ, 5-7 февраля 2026

Severodonetsk, Russian Federation, February 5-7, 2026

Сборник статей
В двух томах
Том 1

Collection of articles
In two volumes
Volume 1

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Луганский государственный университет имени Владимира Даля
Северодонецкий технологический институт (филиал)**

НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

**I Международная научно-практическая конференция
(г. Северодонецк, РФ, 5-7 февраля 2026 г.)**

Сборник статей

В двух томах

Том 1

NEW HORIZONS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

**I International Scientific and Practical Conference
(Severodonetsk, Russian Federation, February 5-7, 2026)**

Collection of articles

In two volumes

Volume 1

**Москва
Издательство «Перо»
2026**

УДК 082.2(063)
ББК 94.31
Н76

Р е ц е н з е н т ы :

- Белкин Д. И.** – профессор кафедры машиностроения и строительства Северодонецкого технологического института федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», доктор технических наук, профессор;
- Пастухов А. Г.** – профессор инженерного факультета, Белгородский государственный аграрный университет имени В. Я. Горина, доктор технических наук, профессор;
- Мартыненко В. Ф.** – профессор кафедры педагогики и психологии Государственного казённого дополнительного профессионального Херсонской области, «Херсонская академия непрерывного образования», доктор наук государственного управления, профессор.

Н76 **Новые горизонты науки и технологий : I** Международная научно-практическая конференция (г. Северодонецк, РФ, 5-7 февраля 2026 г.). Сборник статей. В 2 т. Т. 1 / под общей редакцией Н. А. Василенко, Л. Ю. Пацевой; Северодонецкий технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля». – М. : Издательство «Перо», 2026. – 792 с.

ISBN 978-5-00270-675-4 (Общ.)
ISBN 978-5-00270-676-1 (Т. 1)

Сборник статей по результатам работы конференции содержит оригинальные материалы ведущих и молодых ученых по актуальным проблемам образования, науки и практики. В сборнике представлены результаты разработок научных и образовательных учреждений, обладающие научной новизной, представляющие собой результаты проводимых или завершенных исследований теоретического или прикладного характера.

Сборник предназначен для преподавателей высших учебных заведений, учителей, научных сотрудников, аспирантов, магистрантов, студентов.

Тексты научных статей конференции представлены в авторской редакции.

УДК 082.2(063)
ББК 94.31

*Рекомендовано Ученым советом Северодонецкого технологического института (филиал) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
(протокол № 5 от 16.02.2026 г.)*

ISBN 978-5-00270-676-1

© Авторы статей, 2026
© СТИ ФГБОУ ВО «ЛГУ», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ: ЕСТЕСТВЕННЫХ, ТЕХНИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАУК..... 17

Абрашкин М. С., Иванова О. Е. Институциональные основы и структурные дисбалансы промышленной политики РФ..... 17

Abrashkin M. S., Ivanova O. E. Institutional foundations and structural imbalances of the industrial policy of the Russian Federation..... 18

Авдалян А. А. Характеристика ключевых этапов управления рисками проектов.....24

Avdalyan A. A. Characteristics of key stages of project risk management.....25

Алимхан А. С., Тусибаева Г. С. Особенности учетной политики организаций Германии и Казахстана: сравнительный анализ..... 30

Alimkhan A. S. Features of accounting policies of organizations in Germany and Kazakhstan: a comparative analysis..... 30

Безсонова Е. Г., Воронкова О. О., Лозовова Л. А. Трансграничное движение капитала и его влияние на экономическую безопасность России..... 38

Bezsonova E. G., Voronkova O. O., Lozovova L. A. Cross-border capital flows and their impact on the economic security of Russia..... 38

Василенко Н. А. Моделирование условий переноса распыленного вещества и формирование пленок тугоплавких соединений в ионно-плазменных системах..... 46

Vasilenko N. A. Modelling the conditions for the sprayed substance transfer and formation of the refractory films in ion-plasma systems..... 46

Виниченко В. А., Юсупова О. А., Клещ С. В. Проблемы развития туризма стран-участниц ЕАЭС..... 52

Vinichenko V. A., Yusupova O. A., Kleshch S. V. Problems of tourism development in the eaeu member statesproblems of tourism development in the EAEU member states 53

Галимуллина Н. М., Мишарин А. А. Онлайн-платформа обмена вещами и знаниями в контексте философии осознанного потребления..... 61

Galimullina N. M., Misharin A. A. An online platform for sharing things and knowledge in the context of the philosophy of conscious consumption..... 62

Дворядкина Е. Б., Виленская А. Е. Инновации в управлении рисками: применение технологий больших данных и AI для прогнозирования банкротств компаний.....	67
Dvoriadkina E. B., Vilenskaia A. E. Innovations in risk management: applying big data and AI technologies to predict company bankruptcies.....	67
Денищенко П. Н., Денищенко Н. П. Исследование процесса правки толстолистого проката в условиях ТЛС 3000 методом конечно-элементного моделирования.....	76
Denishchenko P. N., Denishchenko N. P. Investigation of plate straightening process under TLS 3000 conditions by finite element modeling.....	76
Дорогокупля И. И., Алабьев В. Р. Обеспечение взрывопожароопасности на установке производства водорода нефтеперерабатывающего завода.....	85
Dorogokuplia I. I., Alabev V. R. Ensuring explosion and fire hazards at the hydrogen production unit of an oil refinery.....	85
Жданова О. С., Жданов С. А. Инновационная трансформация правовой парадигмы на основе искусственного интеллекта от антропоцентризма к постклассической методологии.....	93
Zhdanova O. S., Zhdanov S. A. Innovative transformation of the legal paradigm based on artificial intelligence from anthropocentrism to postclassical methodology.....	94
Завойских Ю. А. Экспорт услуг Калининградской области в категории «поездки».....	102
Zavoiskikh I. A. Kaliningrad region's export of services in the travel category.....	102
Кириенко А. А., Дворядкина Е. Б. Оценка и мониторинг отраслевых рисков медицинской организации.....	108
Kirienko A. A., Dvoriadkina E. B. Assessment and monitoring of industry risks of a medical organization.....	108
Колотова А. С. Междисциплинарный подход в изучении наследия И.В. Мичурина: информатика и математика на службе истории науки.....	116
Kolotova A. S. Interdisciplinary approach in the study of the heritage of I.V. Michurin: computer science and mathematics in the service of the history of science.....	116
Кононенко А. С., Солонникова Н. В. Совершенствование сбора и обработки информации мониторинга о состоянии условий и охраны труда у работодателей на территории Краснодарского края.....	121

Kononenko A. S., Solonnikova N. V. Improving the collection and processing of monitoring information on occupational health and safety at employers in the Krasnodar krai.....	121
Крохмалева А. В. Инструменты регионального развития.....	128
Krokhmaleva A. V. Instruments of regional development.....	128
Куган С. Ф., Осташко О. Ю. Эволюция подходов к формированию бренда территории.....	132
Kugan S. F., Ostashko O. Y. The evolution of approaches to the formation of the territory's brand.....	133
Лазарев А. Е. Инновационные подходы к управлению беспилотными летательными аппаратами: теория и практика.....	139
Lazarev A. E. Innovative approaches to the control of unmanned aerial vehicles: theory and practice.....	140
Ланцов Н. О., Солонникова Н. В. Финансовое стимулирование промышленной безопасности на опасных производственных объектах: модель интегрального коэффициента защищённости (Кз).....	144
Lantsov N. O., Solonnikova N. V. Financial incentives for industrial safety at hazardous production facilities: a model of the integrated protection coefficient (K_Z).....	145
Левченко О. А., Павленко А. Т., Левченко Э. П. Кинематический анализ конечностей человека – ключ к созданию совершенных механизмов. 150	
Levchenko O. A., Pavlenko A. N., Levchenko E. P. Kinematic analysis of human limbs - the key to creating perfect mechanisms.....	151
Левченко О. А., Левченко Э. П., Павленко А. Т., Левченко М. Э. Инженерные инновации дробилок железорудного агломерата.....	157
Levchenko E. P., Levchenko E. P., Pavlenko A. N., Levchenko M. E. Engineering innovations of iron ore agglomerate crushers.....	158
Магзумова Л. К. Роль soft skills в продвижении «зеленого» финансирования и устойчивой трансформации проектов в Казахстане.....	163
Magzumova L. The role of soft skills in promoting green finance and sustainable project transformation in Kazakhstan.....	163
Мубаракишина С. А., Дворядкина Е. Б. Анализ применения методик оценки вероятности банкротства к организациям сферы строительства жилых и нежилых зданий.....	167

Mubarakshina S. A., Dvoriadkina E. B. Analysis of the application of methods for assessing the probability of bankruptcy to organizations in the construction of residential and non-residential buildings.....	168
Носкова С. А., Носков А. Г. Управление финансовым потенциалом сельскохозяйственного предприятия: теоретический аспект.....	175
Noskova S. A., Noskov A. G. Management of the financial potential of an agricultural enterprise: theoretical aspect.....	175
Олифиренко В. В., Суркова Т. Д., Кузнецова Н. В. Перспектива использования «умного» бетона в 3D-строительстве.....	182
Olifirenko V. V., Surkova T. D., Kuznetsova N. V. The prospect of using «smart» concrete in 3D construction	183
Орденко Ю. А., Солонникова Н. В. Оптимизация системы управления профессиональными рисками и снижение опасностей для сотрудников молочной отрасли.....	191
Ordenko Iu. A., Solonnikova N. V. Optimization of the professional risk management system and reduction of hazards for employees of the dairy industry.....	191
Подольский С. А. Опыт управления человеческим капиталом в Республике Беларусь.....	203
Podolskii S. A. Experience of human capital management in the Republic of Belarus.....	204
Сыровой Г. В., Матрошилов М. А. Эффективность использования нанодобавок для улучшения механических свойств силовых элементов квадрокоптера.....	210
Syrovoi G. V., Matroshilov M. A. Effectiveness of using nanotechnology to improve the mechanical properties of a quadrocopter's power elements....	211
Термелева А. Е. Подходы к оценке цифровой зрелости промышленных предприятий региона	218
Termeleva A. E. Approaches to assessing the digital maturity of industrial enterprises in the region.....	218
Тищенко И. В. Экономика впечатлений: стоимостная оценка нематериальных активов в туристическом продукте.....	225
Tishchenko I. V. The economy of impressions: valuation of non-material activities in tourist product.....	225
Туманов А. В. Инновационные процессы, проблемы теории и практики: технических и информационных наук.....	232

Tumanov A. V. Innovative processes and problems of theory and practice at the intersection of technical and information sciences in modern construction..... 233

Хакимуллина А. А., Вахитов Р. М., Филиппов М. А. Исследование условий стабилизации магнитных скирмионов при совместном воздействии взаимодействия Дзялошинского-Мория и дефектов в ферромагнитных плёнках..... 238

Khakimullina A. A., Vakhitov R. M., Filippov M. A. A study of the stabilization conditions of magnetic skyrmions under the combined influence of the Dzyaloshinskii-Moriya interaction and defects in ferromagnetic films..... 238

Шуматова А. В. Образовательное предпринимательство как драйвер развития инновационной экономики..... 244

Shumatova A. V. Educational entrepreneurship as a driver for the development of the innovative economy..... 244

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАМКАХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ.....250

Блинова Н. К., Ожередова М. А., Особенности биологической очистки городских сточных вод в современных условиях..... 250

Blinova N. K., Ozheredova M. A. Features of biological treatment of urban wastewater in modern conditions..... 250

Верзун А. Д., Алексеев В. Ю., Миниахметова Т. М., Жданович М. Ф. Энергетический и экологический анализ установки ЭП-300..... 256

Verzun A. D., Alekseev V. Yu., Miniakhmetova T. M., Zhdanovich M. F. energy and environmental analysis of the EP-300 unit..... 257

Виржилио Сантуш Природно-климатические особенности Республики Ангола..... 261

Virgilio Santos Natural and climatic features of the Republic of Angola... 262

Власов Н. Г., Прытков Л. Н., Артёмов А. В. Цветовые характеристики композитов без связующих на основе компонентов древесины березы для декоративного применения..... 270

Vlasov N. G., Prytkov L. N., Artemov A. V. Color characteristics of composites without resins based on birchwood components for decorative applications..... 271

Демин В. И., Короткова Т. Г., Лазаренко М. Е. Прогнозирование эффективности очистки стоков на основе изотерм Марчевски–Яронец и Вольмера.....	278
Demin V. I., Korotkova T. G., Lazarenko M. E. Predicting wastewater treatment efficiency based on the Marczewski-Jaroniec and Volmer isotherms.....	278
Жданов С. А., Жданова М. Н. Эволюция и современные практики экологического менеджмента: от теории к интеграции.....	284
Zhdanov S. A., Zhdanova M. N. Evolution and modern practices of environmental management: from theory to integration.....	285
Жданова М. Н., Олейник Е. А. Полистирол: от структуры и свойств к экологическим вызовам и стратегии утилизации.....	292
Zhdanova M. N., Oleinik E. A., Zhdanov S. A. Polystyrene: from structure and properties to environmental challenges and disposal strategies.....	293
Жужа Е. Д., Дяговец Е. В., Огнева Т. В. Генетически измененные организмы в биосфере.....	300
Zhuzha E. D., Diagovets E. V., Ogneva T. V. Genetically modified organisms in the biosphere.....	301
Иванов А. Ю., Дюкарев А. В. Экологические проблемы г. Северодонецк (ЛНР) в 2022–2025 гг. и приоритетные меры по снижению рисков и восстановлению.....	307
Ivanov A. Yu., Diukarev A. V. Environmental problems of the city of Severodonetsk (LPR) in 2022–2025 and priority measures for risk reduction and recovery.....	308
Конец Ю. В., Павленко А. Т. Экологическая безопасность полигонов твёрдых коммунальных отходов: риски, мониторинг и пути минимизации воздействия.....	313
Kopets I. V., Pavlenko A. T. Environmental safety of municipal solid waste landfills: risks, monitoring, and ways to minimize impacts.....	314
Короткова Т. Г., Демин В. И., Бойченко М. П. Применение изотерм Тота и Ленгмюра–Джовановича для обработки данных статической сорбции по удалению фосфатов из сточных вод.....	320
Korotkova T. G., Demin V. I., Boichenko M. P. Application of Toth and Langmuir–Jovanovich isotherms to process static sorption data on phosphate removal from wastewater.....	321
Левченко Э. П., Павленко А. Т., Левченко М. Э. Современные способы организации борьбы с пожарами.....	328

Levchenko E. P., Pavlenko A. N., Levchenko M. E. Modern ways of organizing fire fighting.....	328
Ожередова М. А., Бабенчук Я. И., Косарева Е. В. Исследование химических процессов на основе теории необратимых реологических превращений.....	335
Ozheredova M. A., Babenchuk Ia. I., Kosareva E. V. Investigation of chemical processes based on the theory of irreversible rheological transformations.....	336
Олейник Е. А. Обследование состояния и химического состава шахтных отвалов для оценки возможности их утилизации.....	341
Oleinik E. A. Examination of the condition and chemical composition of mine dumps to assess the possibility of their disposal.....	342
Рублева Л. И., Беляева Е. А., Дубяга В. В. Зависимость антимикробной активности стерически затрудненных аренсульфохлоридов от константы скорости этанолиза.....	351
Rubleva L. I., Beliaeva E. A., Dubiaga V. V. Dependence of the antimicrobial activity of sterically hindered arensulfochlorides on the rate constant of ethanol.....	352
Шарун Е. П. Использование полимерного наполнителя для модификации свойств резиновых смесей для формовых изделий.....	358
Sharun E. P. Use polymeric filler for updating properties of rubber mixtures for molding articles.....	358
Шелепенко В. В., Смирнова И. В. Влияние скорости изменения потенциала электрода на величину коэффициента перенос заряда в инверсионной вольтамперометрии.....	364
Shelepenko V. V. Smirnova I. V. Influence of the speed of changing the potential of the electrode on the value of the charge transfer coefficient in inverse voltammetry.....	365
Шипидченко М. В., Исак А. Д. Новые замещенные сульфонилмочевины для гербицидов.....	371
Shipidchenko M. V., Isak A. D. New substituted sulfonylureas for herbicides.....	372
Шолух Н. Е. Краткий обзор рынка лакокрасочных материалов.....	377
Sholukh N. E. A brief overview of the paint and varnish materials market.....	378

УПРАВЛЕНИЕ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ И АВТОМОБИЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО (ТЕХНОЛОГИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ).....384

Абрамова В. И., Акопьян А. А., Варнахович В. С. Анализ конкурентоспособности автотранспортных компаний на рынке транспортных услуг..... 384

Abramova V. I., Akopyan A. A., Varpakhovich V. S. Analysis of the competitiveness of motor transport companies in the transport services market..... 385

Абрамова В. И., Акопьян А. А., Петров Д. С. Методология комплексной оценки качества развития интегрированной транспортной системы..... 391

Abramova V. I., Akopyan A. A., Petrov D. S. Methodology for comprehensive assessment of the quality of integrated transport system development..... 392

Абрамова В. И., Мирзакамалов Ш. Ш., Манахов Ф. Е. Оптимизация расписания маршрутов транспортно-пересадочного узла метаэвристическим алгоритмом методом муравьиных колоний..... 401

Abramova V. I., Mirzakamalov Sh. Sh., Manakhov F. E. Optimization of the route schedule of a transport hub by a metaheuristic algorithm based on the ant colony method..... 402

Абрамова В. И., Мирзакамалов Ш. Ш., Манахов Ф.Е. Умный город.....407

Abramova V. I., Mirzakamalov Sh. Sh., Manakhov F.E. Smart city..... 407

Бойко Е. А., Бойко Н. З., Болоташвили З. У. Научное обоснование функционирования системы водитель-автомобиль-дорога-среда..... 419

Boiko E. A., Boiko N. Z., Bolotashvili Z. U. Scientific justification of the functioning of the driver-car-road-environment system..... 420

Бойко Е. А., Бойко Н. З., Болоташвили З. У., Билан Г. А., Стоцкая О. В. Взаимосвязь безопасности дорожного движения в плане с параметрами расстояния видимости, продольных уклонов и радиуса кривых..... 434

Boiko E. A., Boiko N. Z., Bolotashvili Z. U., Bilan G. A., Stotskaia O. V. The relationship between road safety in plan and the parameters of visibility distance, longitudinal slopes and curve radius..... 435

Бойко Е. А., Бойко Н. З., Болоташивили З. У., Диментьев А. О. Скрытые причины дорожно-транспортных происшествий.....	447
Boiko E. A., Boiko N. Z., Bolotashvili Z. U., Dimentev A. O. Hidden causes of traffic accidents.....	448
Бойко Е. А., Бойко Н. З., Болоташивили З. У., Ткачев Р. Ю., Керемет М. А. Система управления деятельностью по обеспечению безопасности участников дорожного движения г. Северодонецк Луганской Народной Республики Российской Федерации.....	457
Boiko E. A., Boiko N. Z., Bolotashvili Z. U., Tkachev R. Yu., Keremet M. A. Road safety management system in Severodonetsk, Lugansk People's Republic, Russian Federation.....	458
Водолазский В. В., Давид А. А., Земцова А. А., Бойко Е. А., Бойко Н. З., Болоташивили З. У. Влияние элементов плана и поперечного профиля на безопасность дорожного движения.....	471
Vodolazskii V. V., David A. A., Zemtsova A. A., Boiko E. A., Boiko N. Z., Bolotashvili Z. U. Influence of plan elements and cross-profile on road safety.....	472
Диментьев А. О., Якимова О. Ю., Диментьева А. А. К вопросу о перспективе нехватки парковочных мест в крупных городах Луганской Народной Республики.....	480
Dimentev A. O., Yakimova O. Yu., Dimenteva A. A. On the prospect of a lack of parking places in large cities of the Lugansk People's Republic....	481
Зайцева П. Д. Методика оценки соответствия информации на упаковке характеру процессов транспортировки в целях сохранения качества продукции.....	486
Zaitseva P. D. Methodology for assessing the compliance of packaging information with the nature of transportation processes to ensure product quality.....	486
Козлов С. Д. Многокритериальный выбор инфраструктурных решений для улучшения доступности транспорта на пригородных станциях МЦД.....	490
Kozlov S. D. Multi-criteria selection of infrastructure solutions to improve transport accessibility of suburban MCD stations.....	491
Кононов Д. Ю., Корж А. Г., Корж Ю. В., Бойко Е. А., Бойко Н. З., Болоташивили З. У. Взаимосвязь интенсивности и скоростного режима транспортного потока с безопасностью дорожного движения.....	495

Kononov D. Yu., Korzh A. G., Korzh Yu. V., Boiko E. A., Boiko N. Z., Bolotashvili Z. U. The relationship between traffic flow intensity and speed with road safety..... 496

Тимашов Е. П., Пастухов А. Г., Вольвак С. Ф., Бахарев Д. Н.
Приборный мониторинг технического состояния узлов и агрегатов, ограничивающих надежность автомобилей..... 508
Timashov E. P. Pastukhov A. G., Volvak S. F., Bakharev D. N. Instrument-based monitoring of the technical condition of assembly units and assemblies limiting vehicle reliability..... 509

Хамидуллина Г. Р. Оценка эффективности систем управления качеством в пассажирском транспорте: методическое обоснование и модель..... 516
Khamidullina G. R. Evaluation of the effectiveness of quality management systems in passenger transport: methodological justification and model... 516

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА, СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ, РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ.....522

Бадин Д. С., Истратова Е. Е. Разработка алгоритма для обучения автономных агентов навигации в динамических средах..... 522
Badin D. S., Istratova E. E. Development of a navigation algorithm for training autonomous agents in dynamic environments..... 523

Бойко Н. З. Проблемы математического моделирования процессов теплопереноса..... 529
Boiko N. Z. Problems of mathematical modeling of heat transfer processes..... 529

Бойко Н.З., Бойко Е. А. Математическое моделирование нелинейных задач тепло-массопереноса в химической технологии..... 534
Boiko N. Z., Boiko E. A. Mathematical modeling of non-linear problems of heat and mass transfer in chemical technology..... 535

Бойко Е. А., Бойко Н. З., Диментьев А. О., Болоташвили З. У.
Автоматизация парковочных мест для личного автотранспорта при эксплуатации многоэтажных гаражей-стоянок крупных городов ЛНР, РФ..... 540

<i>Boiko E. A., Boiko N. Z., Dimentev A. O., Bolotashvili Z. U.</i> Automation of parking spaces for personal vehicles during the operation of multi-storey parking garages in large cities of the LPR, the RF.....	541
<i>Бойко Н. З., Бойко Е. А., Рассказова Ю. Б.</i> Математическая модель колебательно-импульсного тренда объекта управления.....	550
<i>Boiko N. Z., Boiko E. A., Rasskazova Iu. B.</i> Mathematical model of the oscillating impulse trend of the control object.....	551
<i>Бойко Е. А., Рассказова Ю. Б.</i> Математические модели процессов массопереноса в гидравлических системах управления.....	556
<i>Boiko E. A., Rasskazova Iu. B.</i> Mathematical models of mass transfer processes in hydraulic control systems.....	557
<i>Бузмаков А. И., Шестаков К. Д., Истратова Е. Е.</i> Разработка программного обеспечения для анализа параметров синхротронного излучения на основе технологии компьютерного зрения.....	565
<i>Buzmakov A. I., Shestakov K. D., Istratova E. E.</i> Development of software for analysis of synchrotron radiation parameters based on computer vision technology.....	565
<i>Гидозаров М. А.</i> Роль человеческого фактора в обеспечении информационной безопасности: анализ, динамика рисков и стратегии управления в условиях цифровой трансформации.....	572
<i>Gidozarov M. A.</i> The role of the human factor in ensuring information security: analysis, risk dynamics and management strategies in the context of digital transformation.....	573
<i>Денисюк М. В., Бондарева С. А.</i> Оценка эффективности сканеров безопасности для контейнерных образов в ОС Альт.....	580
<i>Denisiuk M. V., Bondareva S. A.</i> Evaluation of the effectiveness of security scanners for container images in the Alt OS.....	581
<i>Диментьев А. О., Карпов А. В.</i> Определение местоположения центральной малоактивной зоны коксовой насадки в горне доменной печи.....	589
<i>Dimentev A. O., Karpov A. V.</i> Determining the location of the central low-activity coke node in the bottom of a blast furnace.....	590
<i>Мазумова Л. К., Ергазин А., Битай С.</i> Развитие "зеленой экономики" и реализации в Казахстане.....	596
<i>Magzumova L. K., Ergazin A., Bitai S.</i> Green economy development and implementation in Kazakhstan.....	595

Жданов А. С. Разработка объектно-ориентированного программного решения на основе сверточных нейронных сетей для автоматизированной диагностики болезни Альцгеймера по данным магнитно-резонансной томографии.....	600
Zhdanov A. S. Development of an object-oriented software solution based on convolutional neural networks for automated diagnosis of Alzheimer's disease using magnetic resonance imaging data.....	601
Игнатов Е. А. Автоматизированный синтез расчётных методик применительно к квазисубъектам управления «умным домом».....	609
Ignatov E. A. Automated synthesis of calculation methods applied to quasi-subjects of smart home control.....	609
Ищенко Т. С., Байрачная А. А. Внедрение MS Excel в изучение прикладных пакетов математического моделирования.....	617
Ishchenko T. S. Bairachnaia A. A. Introduction of MS Excel into the study of applied mathematical modeling packages.....	617
Карманов Н. И. Frontal solution of the problem by different methods.....	624
Карманов Н. И. О результатах фронтального решения задачи электротехники различными методами.....	625
Кондакова А. Н., Дворядкина Е. Б. Анализ и оценка финансовых рисков ПАО «РОССЕТИ УРАЛ».....	634
Kondakova A. N., Dvoriadkina E. B. Analysis and assessment of financial risks of PJSC ROSSETI URAL.....	634
Кочетова Ж. Ю., Сахаров С. В., Терентьев В. В. Оценка возможностей микроволновой радиолокации для мониторинга утечек на аммиакопроводах.....	643
Kochetova Zh. Iu., Sakharov S. V., Terentev V. V. Evaluation of microwave radar capabilities for monitoring leaks in ammonia pipelines.....	644
Любимова Н. Г., Кязимов А. О. Концепция адаптивного механизма учета затрат в регулируемых тарифах на оптовом рынке электроэнергии.....	650
Liubimova N. G., Kiazimov A. O. The concept of an adaptive cost accounting mechanism in regulated electricity wholesale market tariffs.....	651
Любимова Н. Г., Маразмзин М. А. Формирование конкурентоспособности компаний ТЭК в условиях новой инновационной реальности.....	658

<i>Liubimova N. G., Maramzin M. A.</i> Formation of competitiveness of Fuel and Energy Enterprises in the new innovative reality.....	659
<i>Мирзоева А. Р., Паутов А. Б.</i> Интеграция цифровых технологий в систему бухгалтерского учета: современное состояние, проблемы и перспективы развития.....	666
<i>Mirzoeva A. R., Pashtov A. B.</i> Integration of digital technologies into the accounting system: current state, problems, and development prospects...	667
<i>Митрофанов А. С.</i> Создание макетов с применением 3D-моделирования и аддитивных технологий при реализации дополнительных программ технической направленности.....	674
<i>Mitrofanov A.</i> Creation of layouts using 3D modeling and additive technologies when implementing additional technical programs.....	674
<i>Пацева Л. Ю.</i> Формальный язык конфигурирования базового программного обеспечения прикладной системы.....	680
<i>Patseva L. Iu.</i> A formal configuration language for the basic software of an application system.....	681
<i>Попов С. А.</i> Программный комплекс для оценки эффективности инженерно-технических средств охраны в учреждениях УИС.....	690
<i>Popov S. A.</i> Software complex for assessing the effectiveness of engineering and technical security equipment in correctional facilities.....	691
<i>Прутский А. С., Топорков Н. М.</i> Разработка распределенной беспроводной аудиосистемы на базе микроконтроллеров ESP32.....	699
<i>Prutskii A. S., Toporkov N. M.</i> Development of a distributed wireless audio system based on ESP32 microcontrollers.....	700
<i>Стенцель И. И., Бойко Н. З.</i> Решение нелинейных дифференциальных уравнений тепло-массопереноса методом нулевого градиента.....	706
<i>Stentsel I. I., Boiko N. Z.</i> Solution of non-linear differential equations of thermal and mass transfer by the zero gradient method.....	707
<i>Стенцель И. И., Кузнецова Е. В.</i> Исследование погрешностей оптимального контроля технологического процесса выпаривание методом интегрального функционала.....	712
<i>Stentsel I. I., Kuznetsova E. V.</i> Investigation of errors of optimal process control evaporation by integral functional method.....	713
<i>Ткачев Р. Ю., Билан Г. А.</i> Адаптивная система байпасного регулирования температуры перегретого пара котла-утилизатора КСТК-35/40-100.....	722

<i>Tkachev R. Iu., Bilan G. A.</i> Adaptive bypass temperature control system for superheated steam recovery boiler KSTK-35/40-100.....	722
<i>Ульжаев Э., Абдихалилов У. У.</i> Анализ механических и оптических методов сортировки фруктов и корнеплодов на основе искусственного интеллекта.....	730
<i>Ulzhaev E., Abdikhalilov U. U.</i> Analysis of mechanical and optical methods of sorting fruits and root crops based on artificial intelligence.....	731
<i>Чебан В. Г.</i> Учет вопросов энергосбережения при решении экологических проблем региона.....	740
<i>Cheban V. G.</i> Consideration of energy saving issues in solving environmental problems of the region.....	741
<i>Чотчаев И. А., Меренков А. О.</i> Методы стандартизации и цифрового управления качеством в условиях многовариантного производства...	748
<i>Chotchaev I. A., Merenkov A. O.</i> Methods of standardization and digital quality management in multivariant production conditions.....	748
<i>Шихирин В. Е., Коновалов Д. А., Буторин Р. М., Зубарев А. А.</i> Разработка протокола взаимодействия для платформы обработки данных беспилотных летательных аппаратов.....	754
<i>Shikhirin V. E., Konovalov D. A., Butorin R. M., Zubarev A. A.</i> Development of an interaction protocol for an unmanned aerial vehicle data processing platform.....	754
СПИСОК АВТОРОВ	760
LIST OF AUTHORS.....	775

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ: ЕСТЕСТВЕННЫХ, ТЕХНИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАУК

УДК 338.45

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ И СТРУКТУРНЫЕ ДИСБАЛАНСЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ РФ

Абрашкин М.С., д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры управления, «Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова» - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», г. Королёв, РФ; профессор кафедры экономики, финансов и капитала, ФГБОУ ВО «Российский государственный социальный университет», г. Москва, РФ
abrashkinms@mail.ru

Иванова О.Е., канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры бухгалтерского учета и информационных систем в экономике ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», п. Караваево, Костромская область, РФ
oksivanova44@mail.ru

***Аннотация.** В статье исследуются институциональные основы, определяющие устойчивость промышленной политики РФ в условиях современных геоэкономических вызовов и санкционного давления. Проведён структурный анализ ключевых институциональных форм (иерархическое планирование, контрактные модели, неформальные сети, территориальные режимы, институты оценки), выявлены их системные дисфункции и комплементарные связи. Доказано, что доминирование мобилизационно-иерархической парадигмы обеспечивает оперативную концентрацию ресурсов, но ограничивает адаптивность и инновационный*

потенциал системы. Авторами обоснована необходимость перехода к сбалансированной полиинституциональной модели, где различные формы координации дополняют друг друга, а механизмы независимой обратной связи выступают ключевым адаптером для обеспечения долгосрочной устойчивости политики.

Ключевые слова: *промышленная политика, институциональная устойчивость, институты развития, стратегическое планирование, системные дисфункции, адаптивность.*

INSTITUTIONAL FOUNDATIONS AND STRUCTURAL IMBALANCES OF THE INDUSTRIAL POLICY OF THE RUSSIAN FEDERATION

Abrashkin M.S., Dr. Sci. (Economics), Docent, Professor at the Department of Management, A.A. Leonov Technological University (branch) of Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAİK), Korolev, Russian Federation; Professor at the Department of Economics, Finance and Capital, Russian State Social University (RGSU), Moscow, Russian Federation

abrashkinms@mail.ru

Ivanova O.E., Cand. Sc. (Economics), Docent, Associate Professor at the Department of Accounting and Information Systems in Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», Karavaevo, Kostroma Region, Russian Federation

oksivanova44@mail.ru

Abstract. *The article examines the institutional foundations that determine the sustainability of the industrial policy of the Russian Federation in the context of contemporary geo-economic challenges and sanctions pressure. A structural analysis of key institutional forms (hierarchical planning, contractual models, informal networks, territorial regimes, evaluation institutions) has been conducted, revealing their systemic dysfunctions and complementary linkages. It is proven that the dominance of the mobilization-hierarchical paradigm ensures the rapid concentration of resources but limits the system's adaptability and*

innovative potential. The authors substantiate the necessity of transitioning to a balanced poly-institutional model, where various coordination forms complement each other, and mechanisms of independent feedback serve as a key adapter for ensuring the long-term sustainability of the policy.

Keywords: *industrial policy, institutional sustainability, development institutions, strategic planning, systemic dysfunctions, adaptability.*

Актуальность исследования институциональных основ устойчивости промышленной политики РФ обусловлена комплексом современных вызовов, требующих системного переосмысления подходов к государственному управлению данной сферой. В условиях санкционного давления, структурных сдвигов в глобальных цепочках создания стоимости и задач технологического суверенитета, устойчивость промышленной политики становится критическим фактором национальной безопасности и долгосрочного экономического роста. Она требует надежной, адаптивной и предсказуемой институциональной среды.

Ключевая проблема развития институциональной среды промышленности РФ характеризуется фрагментарностью и недостаточной последовательностью институтов. Отмечается дублирование функций, конфликт интересов между органами государственной власти, временные лаги между стратегическим планированием и бюджетным процессом, а также дефицит механизмов обратной связи с реальным сектором экономики. Указанные факты снижают эффективность управленческих решений, приводят к рассеиванию ресурсов и увеличивают риски для инвесторов.

Целью настоящего исследования выступает идентификация ключевых институциональных элементов, обеспечивающих устойчивость промышленной политики РФ, и разработка научно-обоснованных рекомендаций по их совершенствованию.

Достижение обозначенной цели предполагается за счёт комплекса взаимосвязанных задач:

- 1) выявить и систематизировать ключевые институциональные дисфункции в контуре управления промышленной политикой РФ;
- 2) определить степень влияния доминирующей мобилизационно-иерархической парадигмы на адаптивность системы;
- 3) разработать контуры сбалансированной полиинституциональной модели, обеспечивающей долгосрочную устойчивость за счёт комплементарности различных форм координации и эффективных механизмов обратной связи.

Для достижения цели и решения поставленных задач в работе использован комплекс общенаучных и специальных методов: 1) системный анализ, необходимый для изучения институционального контура как целостной системы; 2) структурно-функциональный подход, используемый для определения роли и взаимосвязей отдельных институтов; 3) методы анализа, синтеза, индукции и дедукции информации; 4) компаративный анализ институциональных форм; 5) табличный метод для систематизации данных; 6) логический метод для формулирования выводов.

Институциональные основы устойчивости промышленной политики РФ представляют собой комплекс формальных правил (законы, стратегии, иерархия органов власти) и неформальных практик (традиции взаимодействия), определяющих способность системы государственного управления обеспечивать долгосрочную и эффективную траекторию промышленного развития в условиях внешних и внутренних вызовов. Под устойчивостью в данном контексте понимается свойство институциональной системы адаптироваться к изменениям, сохраняя целевые ориентиры и координируя действия множества факторов [1, с. 42]. Ключевая проблема заключается в системных «разрывах» между стратегическим планированием, бюджетным процессом и практикой реализации, что приводит к фрагментарности и снижению результативности политики [2, с.5]. Важным аспектом является также пространственное неравенство в доступе к институтам поддержки, что создаёт дополнительные дисбалансы в промышленном развитии субъектов РФ [3].

Формирование эффективной и устойчивой промышленной политики зависит от приоритетов экономического развития и форм институционального воздействия на неё и заключаются в стратегическом видении среды функционирования предприятий и рынков. Без эффективных институтов, включающих законы, правила, организации развития и устойчивых практик взаимодействия, большая часть политических целей может носить лишь декларативный характер. Именно институты придают промышленной политике конкретность, стабильность и предсказуемость, интегрируя разрозненные меры в целостную и комплексную систему. Они определяют «правила игры», распределяя ресурсы, стимулы и риски, что напрямую влияет на инвестиционный климат и стратегические решения бизнеса. Именно поэтому целенаправленное совершенствование институционального каркаса является не вспомогательным, а системообразующим условием для перехода от политики реагирования и мобилизации к политике стратегического и инновационно-ориентированного развития.

Авторами была предпринята попытка формализации форм институционального воздействия на промышленную политику, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Формы институционального воздействия на промышленную политику

Форма институционального воздействия	Тип институционального воздействия	Сущность и механизм	Ключевые достоинства	Основные недостатки и риски
Иерархическое стратегическое планирование	Формальный институт	Чёткая вертикаль целей (национальные, федеральные, отраслевые, региональные, муниципальные). Механизм включает директивное целеполагание и контроль исполнения.	1. Создание единого вектора развития и приоритетов. 2. Мобилизационный потенциал в условиях кризиса. 3. Предсказуемость долгосрочных ориентиров для госсектора.	1. Жёсткость и низкая адаптивность к быстрым изменениям рынка. 2. Риск декларативности при слабой увязке с ресурсами. 3. Подавление инициативы нижних уровней и бизнеса.
Контрактно-договорные модели (СПИК, ИППК)	Формально-договорной институт	Специальные инвестиционные контракты нового типа (СПИК) и индустриальные кластеры. Механизм предполагает взаимные обязательства государства (поддержка)	1. Повышение ответственности сторон через чёткие взаимные обязательства. 2. Конкретизация поддержки под реализацию проекта. 3. Снижение асимметрии информации между государством и бизнесом.	1. Высокие транзакционные издержки на подготовку и согласование договоров. 2. Селективная поддержка субъектов хозяйствования, усиление неравенства. 3. Сложность оценки комплексных

Форма институционального воздействия	Тип институционального воздействия	Сущность и механизм	Ключевые достоинства	Основные недостатки и риски
		и бизнеса (инвестиции, локализация).		эффектов и соблюдения обязательств.
Государственные корпорации и институты развития	Организационно-формальный институт	Наделение специализированных структур (ВЭБ.РФ, Росатом, Ростех и др.) функциями агентов промышленной политики. Механизм включает проектное финансирование, координацию и кооперацию.	1. Концентрация компетенций и ресурсов на прорывных направлениях. 2. Обход бюрократических барьеров за счёт особого статуса. 3. Реализация масштабных проектов, непривлекательных для частного капитала.	1. Размывание ответственности и конфликт интересов. 2. Вытеснение частного бизнеса с рынков. 3. Непрозрачность принятия решений и оценки эффективности.
Неформальные сети и практики лоббирования	Неформальный институт	Влияние на принятие решений через персональные связи, отраслевые ассоциации, экспертные сообщества. Механизм предполагает согласование интересов вне формальных процедур.	1. Гибкость и оперативность решения проблем. 2. Учёт реальных интересов ключевых игроков.	1. Подрыв формальных правил, рост коррупционных рисков. 2. Искажение конкурентной среды в пользу «своих». 3. Непредсказуемость и неравный доступ к принятию решений.
Территориально-пространственные институты (ТОСЭР, ОЭЗ)	Пространственно-формальный институт	Создание особых правовых режимов на ограниченных территориях (Территории опережающего развития, Особые экономические зоны). Механизм предполагает предоставление преференций.	1. Локализация и фокусировка мер поддержки. 2. Повышение инвестиционной привлекательности конкретной территории. 3. Эксперимент с новыми регуляторными подходами.	1. Эффект анклава, слабая связь с экономикой окружающих регионов. 2. «Гонка субсидий» между субъектами РФ. 3. Сложность оценки чистого эффекта.
Институты оценки и обратной связи	Оценочно-формальный институт	Независимый мониторинг, аудит эффективности, система ключевых показателей (KPI). Механизм включает оценку результатов для корректировки политики.	1. Повышение результативности и обоснованности управленческих решений. 2. Легитимация политики через доказательность. 3. Основа для адаптации и обучения институтов.	1. Запозывание оценки относительно жизненного цикла проектов. 2. Соппротивление бюрократии, использующей информацию как инструмент контроля.

Проведённый компаративный анализ институциональных форм позволяет сформулировать ряд выводов, характеризующих структурные особенности и системные дисфункции контура управления промышленной политикой в РФ.

1. Доминирование иерархически-мобилизационной парадигмы. Ядро системы образует симбиоз директивного стратегического планирования и институтов развития, что обеспечивает высокую скорость мобилизации ресурсов и концентрацию на приоритетах в условиях экзогенных шоков.

2. Институциональный компромисс и его издержки. Внедрение контрактных и пространственных инструментов, нацеленных на создание стимулов и партнёрской логики, на практике демонстрирует их комплементарную роль по отношению к иерархии.

3. Неформальные институты как адаптационный механизм и источник дисфункций. Неформальные сети и практики лоббирования выполняют двойственную функцию. С одной стороны выступают как несистемный адаптатор, сглаживающий процедурные пробелы формальных правил, а с другой – как дестабилизирующий фактор, подрывающий принципы предсказуемости и равной конкуренции.

Таким образом, устойчивость промышленной политики в долгосрочной перспективе не может обеспечиваться экстенсивным усилением какой-либо одной формы. Она требует сознательного конструирования сбалансированной полиинституциональной среды, где различные формы (иерархия, контракт, сети) находятся в состоянии контролируемой комплементарности, а механизмы независимой оценки и обратной связи выполняют роль ключевого адаптера, обеспечивающего эволюцию всей системы.

Проведённое исследование доказывает, что устойчивость промышленной политики РФ детерминирована качеством её институциональных основ. Доминирующая мобилизационно-иерархическая парадигма, эффективная для концентрации ресурсов в шоковых условиях, порождает системные дисфункции, ограничивающие долгосрочную устойчивость. Их преодоление требует перехода к сбалансированной полиинституциональной среде, где иерархия, контракты и сети находятся в состоянии контролируемой комплементарности. Ключевую адаптивную роль должны играть институты независимой оценки, трансформирующиеся из инструмента контроля в источник обучения. Создание такой среды выступает в качестве центральной задачи, определяющей способность промышленной политики обеспечивать стратегический рост в условиях турбулентности.

Список литературы

1. Каткова, М. А. Устойчивость институциональной системы / М. А. Каткова // Промышленность: экономика, управление, технологии. – 2010. – № 1. – С. 42-44.

2. Структурные изменения в российской экономике и политика технологической трансформации: Научный доклад / Е. Б. Ленчук (отв. ред.), Н.Ю. Ахапкин, Л.Н. Лыкова, И.А. Николаев, В.И. Филатов. – М.: ИЭ РАН, 2025. – 72 с.

3. Молчанова, С. М. Ключевые вызовы пространственного и экономического неравенства РФ / С.М. Молчанова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2025. – № 8 (158). – URL: <https://research-journal.org/archive/8-158-2025-august/10.60797/IRJ.2025.158.63> (дата обращения: 07.01.2026). – DOI: 10.60797/IRJ.2025.158.63.

УДК 005.334

ХАРАКТЕРИСТИКА КЛЮЧЕВЫХ ЭТАПОВ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРОЕКТОВ

Авдалян А.А., студент, факультет «Экономики, менеджмента и торговли»,
Краснодарский филиал Российского экономического университета
им. Г. В. Плеханова, г. Краснодар, РФ
avdalyan.anait.0509@mail.ru

***Аннотация.** Управление рисками проектов представляет собой системный процесс, направленный на минимизацию негативных воздействий и максимизацию возможностей для достижения целей проекта. В статье рассматриваются ключевые этапы данного процесса: идентификация, анализ, планирование реагирования, реализация и мониторинг рисков. Особое внимание уделено их характеристике,*

взаимосвязям и практическим аспектам применения в проектном менеджменте.

Ключевые слова: управление рисками, этапы управления, идентификация рисков, анализ рисков, планирование реагирования, проектный менеджмент, мониторинг.

CHARACTERISTICS OF KEY STAGES OF PROJECT RISK MANAGEMENT

Avdalyan A.A., student, Faculty of Economics, Management and Trade,
Krasnodar branch of the Russian Economic University named after
G.V. Plekhanov, Krasnodar, Russian Federation
avdalyan.anait.0509@mail.ru

Abstract. *Project risk management is a systematic process aimed at minimizing negative impacts and maximizing opportunities to achieve project goals. This article explores the key stages of this process, including risk identification, analysis, response planning, implementation, and monitoring. It focuses on the characteristics, relationships, and practical aspects of risk management in project management.*

Keywords: *risk management, management stages, risk identification, risk analysis, response planning, project management, and monitoring.*

В современном мире проектный менеджмент стал неотъемлемой частью успешной реализации сложных инициатив в бизнесе, IT-индустрии, строительстве и других отраслях. Проекты по своей природе подвержены неопределенности: от колебаний рынка и технических сбоев до человеческих факторов и внешних событий. Именно поэтому управление рисками выходит на первый план как фундаментальный инструмент, позволяющий не только предвидеть угрозы, но и превращать потенциальные проблемы в конкурентные преимущества. Как отмечает Г. А. Компанейцева, риск в проектном управлении является неотъемлемой категорией, связанной с неопределенностью достижения целей [1].

Эффективное управление рисками строится на последовательных этапах, каждый из которых логически вытекает из предыдущего, образуя замкнутый цикл.

Первый и самый критический этап – идентификация рисков, он закладывает основу всего процесса. На этом шаге проектная команда систематически выявляет потенциальные угрозы и возможности, которые могут повлиять на проект. Согласно позиции У. Андриановой, идентификация не ограничивается интуитивным перечислением очевидных проблем, она требует структурированных методов [2]. К таким методам относятся мозговой штурм, SWOT-анализ, изучение исторических данных из аналогичных проектов и использование чек-листов. Например, в строительном проекте риски могут включать задержки поставок материалов из-за логистических проблем, а в IT–уязвимости кибербезопасности. Важно фиксировать риски в «реестре рисков» – специальном документе, где каждый риск описывается по источнику, описанию, вероятности и потенциальному воздействию. Этот этап характеризуется своей итеративностью: риски выявляются не разово, а на протяжении всего проекта, особенно на границах фаз. Без тщательной идентификации последующие этапы теряют эффективность, поскольку анализ «ненастоящих» рисков приводит к ненужным затратам ресурсов. Таким образом, идентификация не только перечисляет угрозы, но и вовлекает всю команду, повышая осведомленность и ответственность [4].

Продолжением этапа идентификации является этап анализа рисков, который переводит качественные описания в количественные оценки, позволяя приоритизировать угрозы [3]. Этот этап делится на два подпроцесса: качественный и количественный анализ. Качественный анализ фокусируется на субъективной оценке вероятности реализации рисков (низкая, средняя или высокая) и его воздействия (незначительное, умеренное или критическое), чаще всего с использованием матрицы вероятность – воздействие. Например, риск задержки поставок оценивается как «высокая вероятность – высокое воздействие», что помещает его в так называемую «красную зону» для немедленного реагирования.

Количественный анализ применяет численные методы: анализ чувствительности для выявления наиболее влиятельных переменных или ожидаемую денежную стоимость. Характеристика данного этапа подчеркивает его роль в рационализации решений: вместо эмоциональных реакций менеджер получает данные для фокусировки на рисках с наибольшим потенциальным ущербом. Анализ также учитывает корреляции между рисками – например, как сбой в одной поставке может спровоцировать цепную реакцию.

Планирование реагирования на риски представляет собой стратегический этап, где на основе анализа разрабатываются конкретные меры для минимизации угроз. Для негативных рисков стратегии включают избегание (изменение плана, чтобы исключить риск), передачу (страхование или аутсорсинг), смягчение (снижение вероятности или воздействия) и принятие (пассивное или активное наблюдение). Для позитивных – усиление (максимизация воздействия), обмен (привлечение партнеров) и принятие. А. Г. Бачинский и соавторы отмечают, что характеристика данного этапа заключается в его проактивности: создаются резервные планы, назначаются владельцы рисков и определяются уязвимые места для активации мер [3]. Например, для риска перерасхода бюджета планируется смягчение через ежеквартальный аудит и резерв в 10 % от стоимости. Данный этап логично продолжает предыдущие, так как без проведенного анализа процесс планирования утратил бы системность и стал бы хаотичным.

Следующим шагом является реализация плана реагирования – переход от теоретической подготовки к практическим действиям. Владельцы рисков активируют стратегии при наступлении триггеров, задействуя ресурсы проекта: от резервного бюджета до корректировки графиков. Важную роль играет коммуникация – регулярные отчеты и обновления статуса поддерживают вовлеченность команды. Этап отличается динамичностью и интеграцией с общим управлением проектом: при возникновении риска менеджер корректирует базовый план по времени или стоимости.

Мониторинг и контроль рисков завершают цикл, обеспечивая постоянное отслеживание эффективности мер и выявление новых угроз. Он включает аудит регистра рисков, анализ отклонений и обновление оценок на основе фактических данных. Инструменты, такие как КРІ (ключевые показатели эффективности) и другие, позволяют визуализировать статус. Характеристика мониторинга – его итеративность: риски пересматриваются на каждой контрольной точке, а устаревшие закрываются [2]. Таким образом, весь процесс управления рисками образует цикл, где завершение одного этапа провоцирует возврат к идентификации.

Для иллюстрации практического применения рассмотрим пример из IT-сферы: разработку мобильного приложения для онлайн-магазина. На этапе идентификации команда выявляет риски – задержка (высокое воздействие), отток разработчиков (среднее) и рост требований заказчика (высокое). Анализ с матрицей помещает риск задержки в приоритет. Планирование: смягчение через параллельную разработку прототипа и резерв разработчика. Реализация активируется при задержке более чем в две недели: команда переключается на прототип. Мониторинг через еженедельные риски показывает снижение вероятности, проект завершается вовремя с бюджетом +5 %. Такой подход повысил удовлетворенность стейкхолдеров, показав, как этапы работают на практике даже в небольшом проекте.

Таким образом, характеристика ключевых этапов управления рисками подчеркивает их взаимосвязь и цикличность, превращая процесс в эффективный инструмент повышения успешности проектов. Проведенный анализ показывает, что результативность управления рисками зависит не от отдельных методик, а от их системного и постоянного применения на протяжении всего жизненного цикла. По мнению Д. Н. Шабановой и А. В. Александровой, интегрированный подход является значимым фактором повышения эффективности и конкурентоспособности. Поэтому внедрение этих этапов требует не только инструментов и дисциплины, но и формирования культуры рискоориентированного мышления в команде,

снижая неопределенность и поддерживая достижение стратегических целей.

Список литературы

1. Компанейцева, Г. А. Понятие категории «риск» в проектном управлении // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 17. – С. 369-374. – URL: <https://e-koncept.ru/2016/46250.htm> (дата обращения: 26.01.2026).

2. Андрианова, У. Управление рисками проекта: идентификация и снижение рисков / Projectum : [сайт]. – URL: <https://projectum.pro/blog/upravlenie-riskami-proekta-identifikatsiya-i-snizhenie-riskov/> (дата обращения: 26.01.2026).

3. Бачинский, А. Г., Майкова, П. Н., Дорошенко, Ю. О. Управление рисками в проектах // Форум молодых ученых. / А. Г. Бачинский, П. Н. Майкова, Ю. О. Дорошенко. – 2019. – №10 (38). С. 90-93. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-riskami-v-proektah> (дата обращения: 26.01.2026).

4. Шабанова, Д. Н., Александрова, А. В. Интегрированное управление рисками как фактор повышения конкурентоспособности предприятий нефтегазовой отрасли // Вести. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 3, Экон. Экол. – 2016. – №2 (35). – DOI: <http://dx.doi.org/10.15688/jvolsu3.2016.2.7>.

УДК 657.1

ОСОБЕННОСТИ УЧЕТНОЙ ПОЛИТИКИ ОРГАНИЗАЦИЙ ГЕРМАНИИ И КАЗАХСТАНА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Алимхан А. С., магистрант 1 курса ОП «Учет и аудит»

АО «Казахский университет технологий и бизнеса» им. К. Кулажанова,
г. Астана, Республика Казахстан
asemalimkhan2002@gmail.com

Научный руководитель: **Тусибаева Г. С.**, PhD, ассоциированный
профессор, и.о. профессора кафедры «Финансы и учет»,
АО «Казахский университет технологий и бизнеса» им. К. Кулажанова,
г. Астана, Республика Казахстан
G.Tusibaeva@kaztbu.edu.kz

***Аннотация.** В статье рассматриваются подходы к формированию учетной политики в Германии и Казахстане через призму нормативного регулирования, методов оценки активов и обязательств, правил признания доходов и расходов, а также требований к раскрытию информации в финансовой отчетности. Показано, что немецкая модель ориентирована на принцип осмотрительности и связь бухгалтерского учета с налогообложением, тогда как казахстанская практика в большей степени опирается на МСФО и отдельное налоговое регулирование. Предложены практические выводы для организаций Казахстана при адаптации учетной политики и повышении сопоставимости отчетности.*

***Ключевые слова:** учетная политика, Германия, Казахстан, МСФО, HGB, налогообложение, финансовая отчетность.*

FEATURES OF ACCOUNTING POLICIES OF ORGANIZATIONS IN GERMANY AND KAZAKHSTAN: A COMPARATIVE ANALYSIS

Alimkhan A.S., Master's student,
K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business,
Astana, Republic of Kazakhstan

Abstract. *The article compares approaches to accounting policy formation in Germany and Kazakhstan, focusing on regulatory frameworks, measurement of assets and liabilities, revenue and expense recognition, and disclosure requirements. It is shown that the German model emphasizes prudence and the linkage between financial accounting and taxation, while Kazakhstani practice largely relies on IFRS with a separate tax framework. Practical implications are proposed for Kazakhstan entities to enhance policy design and improve reporting comparability.*

Keywords: *accounting policy, Germany, Kazakhstan, IFRS, HGB, taxation, financial reporting.*

В условиях глобализации и сближения национальных систем бухгалтерского учета особое значение приобретает изучение зарубежного опыта формирования учетной политики организаций. Германия и Республика Казахстан представляют интерес для сравнительного анализа в силу различий в исторически сложившихся моделях учета, уровне нормативного регулирования и степени применения Международных стандартов финансовой отчетности.

Учетная политика является ключевым инструментом реализации требований учетных стандартов на уровне организации и оказывает существенное влияние на формирование финансовой отчетности и принятие управленческих решений. В этой связи актуальным является выявление сходств и различий в подходах к формированию учетной политики в Германии и Казахстане, а также определение возможностей использования зарубежного опыта в национальной практике.

Целью научной статьи является проведение сравнительного анализа особенностей формирования учетной политики организаций в Германии и Республике Казахстан, выявление ключевых различий и сходств в нормативном регулировании и практических подходах, а также

определение направлений использования зарубежного опыта в национальной учетной практике.

Методологическую основу работы составляют сравнительно-правовой анализ и систематизация, позволяющие сопоставить нормы HGB и требования МСФО, применяемые в Казахстане. Дополнительно использован подход логической увязки элементов учетной политики: от нормативной среды и целей регулирования – к первичному признанию объектов учета, затем – к их оценке и последующему отражению операций, и, наконец, к требованиям раскрытия информации в отчетности. Указанная последовательность обеспечивает целостность изложения и позволяет проследить причинно-следственные связи между выбранными учетными методами и формируемыми финансовыми показателями [1, 2, 3, 5].

Учетная политика представляет собой систему принципов, методов и процедур, определяющих порядок признания, оценки и раскрытия объектов бухгалтерского учета и финансовой отчетности организации.

Германия демонстрирует континентальную модель регулирования учета, основанную на нормах Торгового кодекса (Handelsgesetzbuch, HGB) и ориентированную на защиту интересов кредиторов. Казахстан, напротив, преимущественно следует модели, основанной на применении Международных стандартов финансовой отчетности (МСФО) и национальных регуляторных актов. Цель настоящего исследования заключается в выявлении ключевых различий между подходами к формированию учетной политики в Германии и Казахстане, а также в обосновании практических выводов, повышающих качество и сопоставимость финансовой отчетности [1, 3, 5].

В Германии базовые требования к ведению бухгалтерского учета закреплены в HGB и формируют учетную парадигму, ориентированную на принцип осмотрительности, сохранение капитала и минимизацию рисков завышения финансового результата. В Казахстане учетная политика организаций формируется преимущественно на основе МСФО и внутренних регламентов, утверждаемых руководством, что предполагает акцент на достоверном представлении экономической сущности операций.

Данные различия в целеполагании предопределяют дальнейшую логику учета: в немецкой модели консервативность оценок обеспечивает повышенную надежность отчетности для кредиторов, тогда как в казахстанской модели допускается более широкое применение рыночных оценок и профессионального суждения, что повышает релевантность информации для инвесторов [2, 3].

Консервативная направленность немецкого учета проявляется в преимущественном использовании исторической стоимости и применении принципа наименьшей оценки для отдельных категорий активов. Это означает, что потенциальные убытки и признаки обесценения признаются своевременно, тогда как нереализованные выгоды отражаются более ограниченно. В Казахстане, при применении МСФО, допустимы альтернативные модели оценки, включая справедливую стоимость, переоценку и использование дисконтированных денежных потоков. Следовательно, выбор оценочных моделей в учетной политике непосредственно влияет на структуру баланса и чувствительность финансовых показателей к изменениям рыночной конъюнктуры [1, 2, 5].

Различия в принципах оценки закономерно отражаются на порядке формирования финансового результата. В немецкой системе, исходя из принципа осмотрительности, признание доходов осуществляется при наличии достаточной определенности, тогда как расходы и обязательства отражаются при наличии вероятности их возникновения. Такой подход снижает риск завышения прибыли, однако может приводить к более консервативной динамике финансового результата. В казахстанской практике, опирающейся на требования МСФО, доход признается при передаче контроля над товарами или услугами, а расходы отражаются с учетом принципа соответствия и экономической сущности операций. Таким образом, учетная политика в части доходов и расходов выступает ключевым звеном, связывающим оценочные решения с показателями прибыльности и устойчивости организации [1, 2, 5].

При приобретении оборудования организация в Германии, как правило, формирует первоначальную стоимость и выбирает метод

амортизации с учетом требований HGB и налогового регулирования, поскольку финансовый учет в значительной степени корреспондирует с расчетом налоговой базы. В Казахстане предприятие признает основные средства в соответствии с IAS 16, определяет срок полезного использования, ликвидационную стоимость и выбирает модель учета (по первоначальной стоимости либо по переоцененной стоимости). Применение модели переоценки приводит к изменению амортизационных отчислений и, как следствие, влияет на величину расходов периода, прибыль и показатели капитала, а также формирует налоговые разницы. Следовательно, выбор модели учета обуславливает последующие решения по амортизации и отражается в финансовых результатах организации [1, 2, 4, 5].

В Германии традиционно действует принцип взаимосвязанности коммерческого и налогового учета (*Maßgeblichkeitsprinzip*), что предопределяет стремление организаций к минимизации расхождений между бухгалтерскими и налоговыми показателями. В Казахстане налоговый учет регулируется Налоговым кодексом и нередко расходится с подходами МСФО, что приводит к возникновению временных разниц и необходимости отражения отложенных налоговых активов и обязательств. Таким образом, различия в степени «сцепки» бухгалтерского и налогового учета оказывают влияние на структуру отчетности, динамику налоговой нагрузки и требования к раскрытию информации [2, 4].

Поскольку выбранные оценочные модели и правила признания формируют итоговые показатели отчетности, завершающим элементом учетной политики выступает раскрытие существенной информации. В Германии объем раскрытий зависит от категории предприятия и требований HGB, при этом детализация может быть менее обширной по сравнению с МСФО, особенно для малых компаний. В Казахстане при применении МСФО раскрытия, как правило, более развернуты и включают описание существенных учетных оценок, ключевых допущений, рисков, а также применяемых методов измерения. Данные требования повышают

прозрачность отчетности для инвесторов и контрагентов, одновременно увеличивая трудоемкость подготовки финансовых отчетов [1, 2].

В целях обоснования возможности адаптации зарубежного опыта в учетной практике организаций Республики Казахстан в таблице 1 представлены практические элементы немецкого подхода к формированию учетной политики, представляющие наибольший интерес для применения в национальных условиях.

Таблица 1 – Практические элементы немецкого подхода, применимые в учетной политике организаций Республики Казахстан

Опыт Германии	Эффект от внедрения	Практическое применение в Казахстане
1. Принцип осмотрительности (консервативный подход)	Снижает риск завышения прибыли и активов	Закрепить критерии обесценения, порядок формирования резервов и оценочных обязательств
2. Строгая документированность учетных решений	Повышает доверие аудиторов и проверяющих	Ввести регламент документирования профессиональных суждений и учетных оценок
3. Единая логика учета и контроль рисков	Обеспечивает управляемость учета и снижает вероятность ошибок	Сформировать «карту учетной политики»: признание → оценка → отражение → раскрытие
4. Системный подход к резервам	Повышает устойчивость отчетности к рискам и неопределенности	Установить правила создания резервов по сомнительным долгам, отпускам, гарантийным обязательствам
5. Стабильность методов учета	Обеспечивает сопоставимость показателей по периодам	Ограничить частую смену методов учета без существенных оснований и раскрывать причины изменений
6. Учет налоговых последствий при выборе методов	Снижает расхождения и риски по налоговым расчетам	Прописать порядок контроля временных разниц и отражения отложенного налога
7. Сдержанный подход к переоценкам	Снижает волатильность капитала и финансового результата	Определить периодичность, методику и источники оценки при применении переоценки
8. Структурированные раскрытия информации	Повышает читабельность и прозрачность отчетности	Разработать шаблон раскрытий по учетным оценкам, рискам и применяемым методам измерения

Проведенное исследование позволяет заключить, что основные различия между учетной политикой Германии и Казахстана обусловлены различием целей регулирования: немецкая модель HGB ориентирована на осмотрительность и защиту кредиторов, тогда как казахстанская практика, основанная на МСФО, направлена на отражение экономической сущности операций и повышение информативности отчетности для пользователей. Указанные различия последовательно проявляются в выборе оценочных моделей, правилах признания доходов и расходов, формировании амортизационной политики, а также в степени взаимосвязи бухгалтерского учета с налогообложением. В качестве практических рекомендаций для организаций Казахстана представляется целесообразным:

- детализировать внутренние процедуры формирования учетных оценок и документирования профессиональных суждений;
- системно анализировать налоговые последствия учетных решений и корректно отражать отложенные налоги;
- повышать качество раскрытий по ключевым допущениям и рискам для обеспечения сопоставимости отчетности при взаимодействии с иностранными партнерами и инвесторами.

Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка типовых решений по учетной политике для компаний, осуществляющих деятельность в правовых режимах МСФО и национальных кодексов стран континентальной Европы [1-5].

Таким образом, в результате проведенного сравнительного анализа установлено, что учетная политика организаций в Германии и Республике Казахстан формируется в рамках различных моделей бухгалтерского учета, что обуславливает отличия в принципах оценки, степени нормативной регламентации и уровне профессионального суждения. Немецкий подход характеризуется более высокой степенью формализации учетных процедур и ориентацией на принцип осмотрительности, тогда как казахстанская практика в большей степени базируется на положениях Международных стандартов финансовой отчетности. Выявленные различия и сходства

позволяют определить практические элементы немецкого опыта, адаптация которых может способствовать повышению качества учетной политики организаций Республики Казахстан и усилению ее информационной ценности для пользователей финансовой отчетности.

Список литературы

1. IFRS Foundation. International Financial Reporting Standards (IFRS): Consolidated Standards. – London: IFRS Foundation, 2024.

2. Handelsgesetzbuch (HGB). German Commercial Code (в ред. действующей на 2025 г.).

3. Министерство финансов Республики Казахстан : официальный сайт. – Астана, 2026. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/minfin?lang=ru> (дата обращения: 13.01.2026). Текст. Изображение : электронные.

4. О налогах и других обязательных платежах в бюджет (Налоговый кодекс) : Налоговый кодекс Республики Казахстан от 18 июля 2025 года № 214-VIII ЗРК - Текст : электронный // Информационно-правовая система нормативных актов Республики Казахстан : [сайт]. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K1700000120> (дата обращения: 13.01.2026).

5. **Мамашов, К. А.** Методика разработки учетной политики на предприятиях в соответствии с международными стандартами финансовой отчетности // Вестник бухгалтерии. – 2025. – № 4. – С. 45–53. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-razrabotki-uchetnoy-politiki-na-predpriyatiyah-v-sootvetstvii-s-msfo?utm_source (дата обращения: 13.01.2026).

УДК 339.72

ТРАНСГРАНИЧНОЕ ДВИЖЕНИЕ КАПИТАЛА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИИ

Безсонова Е.Г., Воронкова О.О., студенты экономического факультета

Научный руководитель: **Лозовова Л. А.**, канд. экон. наук, доцент

Южно-Российский институт управления - филиал РАНХиГС,

г. Ростов-на-Дону, РФ

lozovova-la@ranepa.ru

Аннотация. В статье анализируется трансграничное движение капитала в современных условиях и его влияние на экономическую безопасность России. Рассматриваются изменения структуры и географии потоков капитала в условиях санкционного давления. Особое внимание уделяется влиянию оттока капитала на инвестиционный потенциал страны и интерес иностранных инвесторов. Обоснованы приоритетные направления регулирования трансграничного движения капитала в целях повышения устойчивости экономической системы.

Ключевые слова: трансграничное движение капитала, экономическая безопасность, прямые иностранные инвестиции, отток капитала, приток капитала, санкции, инвестиционная политика.

CROSS-BORDER CAPITAL FLOWS AND THEIR IMPACT ON THE ECONOMIC SECURITY OF RUSSIA

Bezsonova E.G., Voronkova O.O., students of the Faculty of Economics

Scientific Supervisor: **Lozovova L.A.**, Cand. Sc. (Economics),

Associate Professor

South Russian Institute of Management - Branch of RANEPa,

Rostov-on-Don, Russian Federation

lozovova-la@ranepa.ru

Abstract. *The article analyzes cross-border capital movement in contemporary conditions and its impact on the economic security of Russia. Changes in the structure and geography of capital flows under sanctions pressure are examined. Particular attention is paid to the impact of capital outflow on the country's investment potential and the interest of foreign investors. Priority directions for regulating cross-border capital movement aimed at enhancing the stability of the economic system are substantiated.*

Keywords: *cross-border capital movement, economic security, foreign direct investment, capital outflow, capital inflow, sanctions, investment policy.*

Мировая экономика характеризуется высокой степенью интеграции финансовых рынков, что предопределяет возрастающее значение трансграничного движения капитала для экономического развития и обеспечения национальной безопасности. Для России этот вопрос приобретает особую актуальность в связи с геополитическими и экономическими вызовами последних лет.

Трансграничное движение капитала представляет собой перемещение финансовых ресурсов между экономиками различных государств. Оно делится на прямые иностранные инвестиции (ПИИ) (способствуют модернизации производства и внедрению технологий), портфельные инвестиции (увеличивают ликвидность финансовых рынков), а также кредиты и займы (генерируют риски высокой волатильности) [1].

В современных условиях цифровизация выступает не только технологическим, но и институциональным фактором трансформации экономических процессов, «отличительной чертой цифровой трансформации является то, что она является не просто технологической инновацией, а инновационной формой организации бизнес-процессов, начиная с постановки задач, способа сбора и обработки данных» [2, с. 84]. Данный подход позволяет рассматривать цифровые инструменты регулирования трансграничного движения капитала как элемент системного обеспечения экономической безопасности государства.

Экономическая безопасность РФ напрямую зависит от характера трансграничных потоков капитала. Масштабный отток капитала ослабляет инвестиционный потенциал, способствует снижению внутренней ликвидности и увеличению зависимости от внешних заимствований. В 2022–2024 годах наблюдалось снижение чистого оттока капитала, что ассоциируется с мерами валютного контроля и адаптацией бизнеса к санкционным ограничениям. Согласно аналитическому отчету Высшей школы экономики (ВШЭ), по итогам 2024 года показатель чистого оттока капитала из Российской Федерации уменьшился до \$47 млрд, зафиксировав тем самым положительную динамику по сравнению с 2023 годом, когда данный индикатор составлял \$52 млрд [3]. Чистый отток капитала представляет собой легальные финансовые операции, предполагающие размещение отечественными резидентами средств в зарубежные активы и ценные бумаги, а также переводы в иностранные банковские учреждения и приобретение наличной иностранной валюты. Следует отметить, что текущие показатели заметно ниже уровня 2022 года, когда чистый отток капитала достиг рекордной отметки в \$243 млрд (около 13,5 % ВВП).

Согласно данным Росфинмониторинга, начиная с февраля 2022 года структура и география потоков капитала, исходящих из России, существенно трансформировались [4]. В частности, зафиксировано снижение объёмов денежных переводов в офшорные юрисдикции, относящиеся к числу недружественных стран. Однако аналогичная динамика не прослеживается в отношении вывода средств в Турцию, Сербию и ряд государств Ближнего Востока. Особое внимание исследователей привлекает увеличение объёмов транзакций в направлении ОАЭ. Это результат адаптации российского бизнеса к новым санкционным условиям и переориентации финансовых потоков на альтернативные зарубежные рынки.

Что касается ввоза капитала в страну, то в 2024 году Россия столкнулась со значительным сокращением притока ПИИ, который составил лишь около \$3,346 млрд [5]. Для сравнения: годом ранее этот показатель был существенно выше и достигал \$8,998 млрд. Такая разница

ярко иллюстрирует тенденцию к падению интереса иностранных инвесторов к российскому рынку. Традиционно крупные инвесторы — Кипр, Нидерланды и Великобритания - несмотря на сохранение лидирующих позиций, также значительно сократили как объем, так и долю инвестиций. Стоит отметить, что к концу 2024 года к числу заметных источников капитала добавился Китай, однако его вложения пока не компенсировали общий отток.

В совокупности эти процессы отражают усиливающиеся риски ведения бизнеса на российском рынке. Постоянное сокращение ПИИ и отток капитала выступают индикаторами нарастающей недоверия со стороны зарубежных партнёров, поскольку инвестиционный климат в стране больше не отвечает ожиданиям иностранных вкладчиков по уровню прозрачности, защищённости инвестиций и перспективности долгосрочных вложений. Это напрямую влияет на темпы экономического роста, ограничивает технологическую модернизацию и затрудняет доступ российских компаний к новым знаниям, компетенциям и международному опыту.

Таблица 1 - Влияние трансграничного движения капитала на экономическую безопасность России в условиях цифровизации (авторская разработка)

Направление воздействия	Экономический эффект	Риски для экономической безопасности
Приток прямых иностранных инвестиций	Рост инвестиционной активности, модернизация производства, внедрение технологий	Зависимость от внешних источников капитала, утрата контроля в стратегических секторах
Портфельные инвестиции и финансовые потоки	Повышение ликвидности финансовых рынков, расширение инструментов финансирования	Рост волатильности, усиление валютных и финансовых рисков
Трансфер технологий и управленческих практик	Повышение производительности, развитие человеческого капитала	Риски технологической зависимости и утечки критически важных компетенций
Цифровизация трансграничных финансовых операций	Повышение прозрачности, скорости и управляемости потоков капитала	Угрозы кибербезопасности, риски внешнего контроля цифровой инфраструктуры

Направление воздействия	Экономический эффект	Риски для экономической безопасности
Международная финансовая интеграция	Расширение внешнеэкономических связей, диверсификация источников финансирования	Усиление санкционного давления и ограничение финансового суверенитета

Как видно из таблицы 1, трансграничное движение капитала оказывает разнонаправленное влияние на экономическую безопасность России. С одной стороны, оно способствует привлечению инвестиций, внедрению современных технологий и развитию человеческого капитала. С другой-сопровождается рисками утраты контроля над стратегическими отраслями, усилением валютной волатильности и снижением инвестиционного потенциала вследствие оттока капитала.

В условиях нарастающих внешнеэкономических угроз и существенного сокращения притока прямых иностранных инвестиций в российскую экономику особое значение приобретает государственная политика в сфере регулирования трансграничного движения капитала. Эффективное управление данным процессом рассматривается как ключевой фактор обеспечения экономической безопасности страны. Механизмы регулирования должны учитывать специфику современных вызовов, обусловленных санкционным давлением, технической и экономической блокадой, а также ориентацией глобальных инвесторов на минимизацию рисков и диверсификацию активов (таблица 2).

Таблица 2 - Инструменты регулирования трансграничного движения капитала в системе экономической безопасности России (авторская разработка)

Направление регулирования	Содержание и экономическое назначение	Значение для экономической безопасности
Валютное регулирование и контроль трансграничных операций	Реализация комплекса мер по ограничению и мониторингу валютных операций, включая обязательную репатриацию и продажу экспортной выручки, лимитирование трансграничных переводов и усиление контроля за банковскими транзакциями	Снижение масштабов спекулятивного и неконтролируемого оттока капитала, стабилизация валютного рынка и уменьшение финансовой волатильности

Направление регулирования	Содержание и экономическое назначение	Значение для экономической безопасности
Инвестиционный скрининг в стратегических секторах	Оценка иностранных инвестиционных проектов с точки зрения потенциальных рисков утраты контроля над критически важными отраслями, инфраструктурой и технологиями	Обеспечение экономического суверенитета, защита национальных интересов и предотвращение угроз в стратегических секторах экономики
Деофшоризация и налоговое администрирование	Использование механизмов контроля за контролируемыми иностранными компаниями, повышение прозрачности корпоративных структур и ограничение использования офшорных схем	Расширение налоговой базы, сокращение утечки капитала и повышение устойчивости бюджетной системы
Международная координация в сфере финансовой прозрачности	Участие в многосторонних инициативах по обмену финансовой и налоговой информацией, направленных на выявление трансграничных схем уклонения от налогообложения	Сокращение масштабов теневого финансового сектора и повышение доверия к национальной финансовой системе

Представленные инструменты отражают переход от преимущественно административных методов регулирования к более комплексной модели, основанной на сочетании институциональных и цифровых механизмов. Их применение позволяет не только ограничивать негативные последствия трансграничного движения капитала, но и формировать устойчивую систему обеспечения экономической безопасности в условиях санкционного давления и глобальной финансовой нестабильности.

В современных условиях представленные инструменты регулирования все в большей степени реализуются с использованием цифровых технологий, включая автоматизированный валютный контроль, цифровые платформы мониторинга финансовых потоков и риск-ориентированные аналитические системы. Это позволяет повысить эффективность государственного регулирования и снизить уязвимость экономики к внешним шокам.

В виду уже имеющегося у России запаса инструментов регулирования трансграничного движения капитала и при этом сохраняющихся рисков для экономической безопасности, целесообразно рассмотреть возможные пути

совершенствования системы обеспечения экономической безопасности. В качестве таковых могут быть:

1) диверсификация внешнеэкономических связей, которая помогает снизить объективные риски, связанные с санкционным давлением и политической конъюнктурой традиционных торговых партнеров. Расширение сотрудничества с азиатскими, латиноамериканскими, ближневосточными и африканскими странами - не участвующими в антироссийских санкциях - формирует альтернативные каналы капиталовложений и рынки сбыта;

2) укрепление внутреннего финансового рынка. Это предполагает стимулирование развития отечественных институциональных инвесторов: пенсионных и страховых фондов, национальных банков развития и специализированных инвестиционных институтов. Создание привлекательных условий для размещения национального капитала внутри страны обеспечивает автономность финансовой системы и устойчивость к внешним шокам;

3) повышение прозрачности трансграничных денежных потоков посредством ужесточения контроля за офшорными операциями, внедрения современных механизмов идентификации выгодоприобретателей и автоматизированного обмена налоговой информацией. В дальнейшем это создаст предпосылки для деофшоризации бизнеса, возврата капитала, уменьшения «утечек» доходов за рубеж.

Таким образом, трансграничное движение капитала остается мощным драйвером и одновременно источником значительных рисков для экономической безопасности России. В условиях усиливающихся внешнеполитических и экономических ограничений особое значение приобретают развитие системы стратегического мониторинга финансовых потоков, диверсификация направлений экономического сотрудничества, а также создание эффективных внутренних институтов поддержки реального сектора. Только комплексная и гибкая политика может обеспечить устойчивость экономической системы страны в долгосрочной перспективе.

Список литературы

1. Лефтеров, Н. А. Трансграничное движение капитала и его влияние на территориальную организацию экономики России // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2025. Том 15. № 7А. С. 61-74.

2. Черкасова, Т. П., Лозовова, Л. А. Цифровизация как современный фактор экономического роста: тренды и проблемы // Модернизация российского общества и образования: новые экономические ориентиры, стратегии управления, вопросы правоприменения и подготовки кадров: МАТЕРИАЛЫ XXII НАЦИОНАЛЬНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ (С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ), Таганрог, 17 апреля 2021 года. - Таганрог: Таганрогский институт управления и экономики, 2021. - С. 270-273.

3. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Мониторинг экономической ситуации в России. Тренды и вызовы социально-экономического развития. Выпуск 38. 2024 // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.hse.ru/mirror/pubs/share/123456789>.

4. Россия и мир: 2025. Экономика и внешняя политика. Ежегодный прогноз / рук. проекта: А.А. Дынкин, В.Г. Барановский; отв. ред.: И.Я. Кобринская, Г.И. Мачавариани. – Москва: ИМЭМО РАН, 2024. – 213 с.

5. Ревенко, Н. С. Многостороннее регулирование трансграничного движения капитала в современных условиях // Экономика. Налоги. Право. 2024. №6. С.36-51.

УДК 535.338.43.533.59

MODELLING THE CONDITIONS FOR THE SPRAYED SUBSTANCE TRANSFER AND FORMATION OF THE REFRACTORY FILMS IN ION-PLASMA SYSTEMS

Vasilenko N.A., Cand. Sc. (Physics and Mathematics), Docent, Associate
Professor of Mechanical Engineering and Construction Department
Severodonetsk Technological Institute of the Federal State Budgetary
Educational Institution of Higher Education «Luhansk Vladimir Dal State
University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation.
Natalia-Vasilenko.73@yandex.com

***Abstract.** Relation between discharge characteristics and parameters of growing film when using ion-plasma spraying methods has been shown on the example of RF magnetron sputtering of TaB_2 . The applicability of modelling in order to explain changes in composition and properties of the films produced by such methods has been demonstrated. Assumptions regarding the mechanism of formation and growth of refractory metal boride films have been made.*

***Keywords:** ion-plasma methods, borides, thin films, modelling.*

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ПЕРЕНОСА РАСПЫЛЕННОГО ВЕЩЕСТВА И ФОРМИРОВАНИЕ ПЛЕНОК ТУГОПЛАВКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ СИСТЕМАХ

Василенко Н.А., канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры
машиностроения и строительства Северодонецкого технологического
института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им.
Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
Natalia-Vasilenko.73@yandex.com

***Аннотация.** На примере ВЧ магнетронного распыления TaB_2 показана взаимосвязь между характеристиками разряда и параметрами*

нарастающей пленки при использовании ионно-плазменных методов напыления. Показана возможность применения моделирования для объяснения изменений состава и свойств пленок, полученных такими методами. Сделаны предположения о механизме образования и роста пленок боридов тугоплавких металлов.

Ключевые слова: *ионно-плазменные методы, бориды, тонкие пленки, моделирование.*

Introduction. Producing and investigating properties of thin nanocrystal films and coverings is live issue of modern condense-state physics. Composition and structure prediction of such objects is of current interest in this sphere. Theoretical models are being developed for this purpose [1,2]. But they are effective mostly when the system is in thermodynamic equilibrium. Prediction results largely depend on initial conditions (atom energy, their quantitative relation etc.), experimental determination of which is not always possible, particularly for neutral atoms composing more than 90% from the whole condensation flow. Considering gas discharge processes (sprayed substance transfer from target surface to the surface of condensation) can be of great help in such case.

Equipment (Experimental Technique). As in previous works [3-5], films where precipitated by HF magnetron dispersion at constant power of 400W. The target was the disc sintered of TaB₂ powder, the bases where glass-ceramic, glass and steel plates as well as fresh chips of NaCl monocrystals. Produced films were investigated by X-raying (ДРОН), radiograph electron microscopy (ПЭМ) and again by ion mass-spectrometry (ВИМС). Distribution of film thickness on the surface of transparent base was measured by optical profilometer. Pressure of working gas (p) and distance between the target and the base were changed during experiments.

Modelling results of transfer was carried in out approaching once (without taking into account collective interactions) by Monte-Carlo method, principal possibility of which and some results were discussed earlier [3-5].

Results and Discussion. All films obtained at given conditions grew with average speed of 2.3-2.7 Å/c and were textured in the direction of $\langle 001 \rangle$, it greatly obstructing X-ray investigation. But complex analysis (ВИМС, ПЭМ, ДРОН) defined them as being single-phase (TaB_{2-x}), having pronounced columnar structure, thin (10-20 nm) practically amorphous layer being on its surface. In our opinion, presence of texture deals with processes of growth.

Change of argon pressure (p) from 0.18 to 0.72 Pa at constant distance $d=120$ mm (or change of d at constant p) didn't cause significant difference of film structure, while their thickness and composition noticeably changed. So, film thickness being measured by X-raying ranged from 350-550 nm (figure 1), depending on the value of pd . As it has been shown by ВИМС, relation of intensity of main mass peaks inside films fluctuated in the range of values B/Ta from 2.6 to 4.7, it being 5.1 in target material. Such results could be explained by changing discharge characteristics (current of discharge, voltage on the target, ect.) causing differences of spraying conditions. But carried analysis enabled to make the conclusion about inessentiality of variation and influence (not more than 3-4%) of discharge parameters. Besides it doesn't explain significant change of Boron quantity in supernatant layers (figure 2).

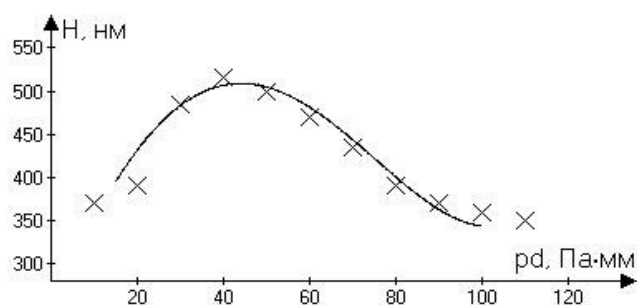


Fig.1 Film thickness dependence on pd value, precipitation time being 30 min

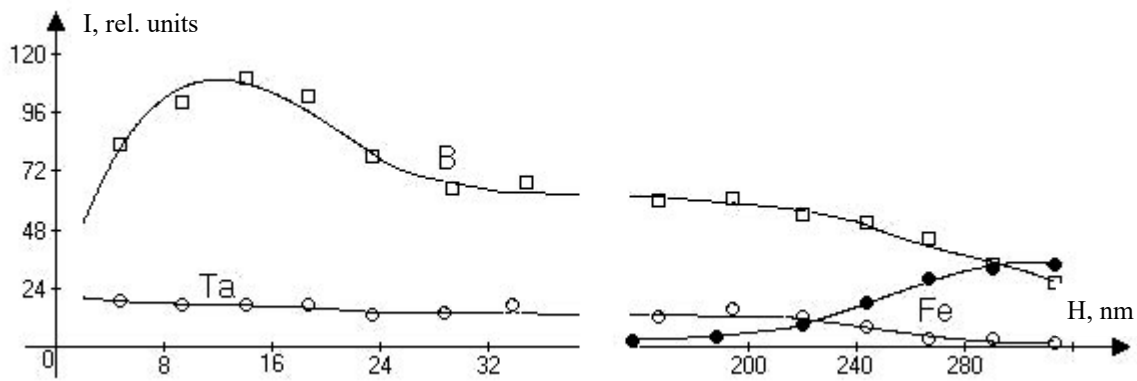


Fig.2 Film mass spectrum having thickness 240 nm, precipitated on a steel base

Carried modelling conditions of transfer helped to clarify understanding processes of formation and growth of films as understanding nature of found differences. Modelling data showing alteration of the whole quantity of condensed atoms (curve 1) depending on pd value have been given in the figure 3. However, obtained maxima on these curves are rather different from experimental. That is why separation of energy distribution has been done. Energy corresponding to heat one at melting point of TaB_2 has been taken as separation criterion. Curves 2 in the figures show atom distribution with the “temperature” below melting point, curves 3 show atom distribution with the “temperature” above melting point.

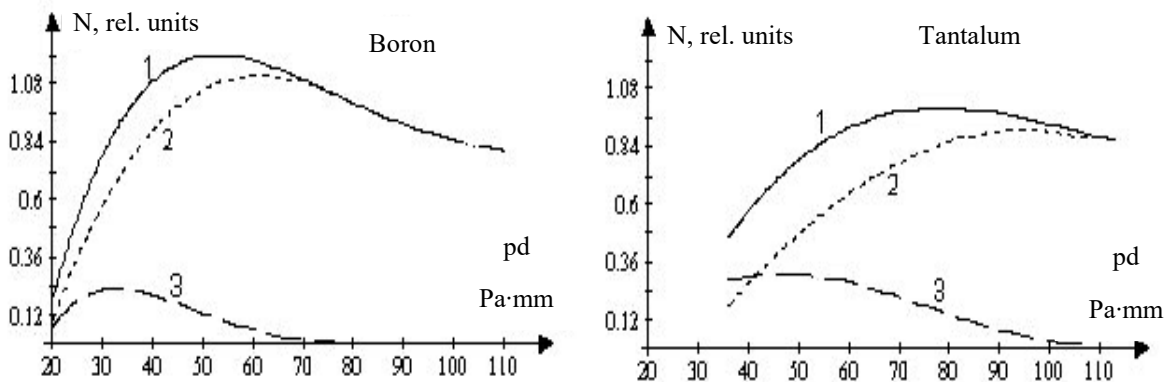


Fig. 3 Modelling B and Ta atom flows coming to the base

Comparing experiment and modelling results gives reasons to assume that only a part of metal atoms, coming to the base with definite energy, take part in forming and growing boride films of hard-melting metals, while there is no such

strict restriction for boron atoms. Such assumption is also confirmed by distribution character of film thickness on base surface (fig. 4), when it is distribution curve of Ta “hot” atoms that gives the best coincidence with experimental results.

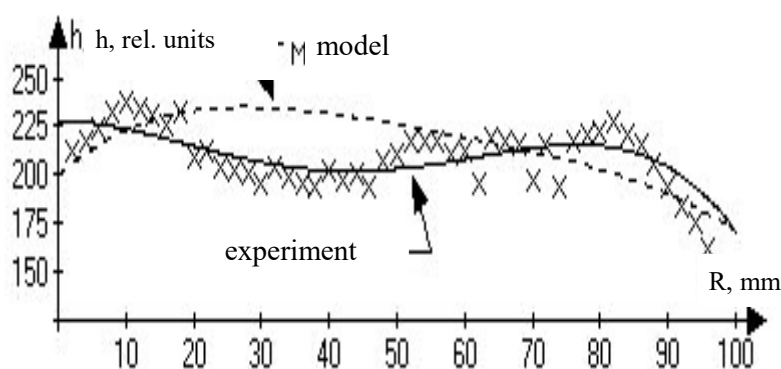


Fig. 4 Distribution of film thickness on base surface

Comparing experimental results and modelling. It also can be supposed, that boride compound formation in this system occurs mainly because of diffusion of boron atoms from supernatant layers inside of growing film and that is why growth and formation of films is controlled by two parameters energy of coming atoms and speed of their coming into adsorption layer. This fact explains some details: practically amorphous layer of a film on the surface, a great amount of boron in it, some difference in composition of films grown at different speeds of growth and film structure practically identical to TaB_2 , as boron diffusion coefficient in tantalum with diboride formation is known to be more than one time higher than for other tantalum borides.

Conclusion. Thus, based on comparing results of modelling and experiment we can assume that such film formation occurs on the following mechanism: metal lattice is formed at first, only those neutral atoms that reach a base and have energy not less some value taking part in this process. Boride formation is controlled by boron solid-phase diffusion of boron from supernatant layers into film depth.

Summary. Relation between characteristics of discharge and parameters of growing film when using ion-plasma methods of spraying has been shown at the

example of magnetron spraying of TaB₂. Possibility of modelling application for explanation of composition and properties of films produced by such methods has been shown. Suppositions about mechanism of formation and growth of hard-melting metal boride films have been made.

References

1. Kukushkin S.A., Osipov A.V. Phase transformations in mechanics of deformable solids with applications to mechanics, nanostructure formation, and thin semiconductor film growth. *Journal of Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod*. 2011;4(5):2287-2289. (In Russian).

2. Kukushkin S.A., Bessolov V.N., Osipov A.V., Luk'yanov A.V. Zarozhdenie poluprovodnikov III-nitridov pri geteroehpitaksii [Growth of III-nitride semiconductors by heteroepitaxy]. *Journal of Physics of the Solid State*. 2001;43(12):2135-2139. (In Russian).

3. Ignatenko P.I., Terpiy D.N. The conditions of transfer of sputtered substance and formation of thin films. *Journal of Surface Investigation: X-Ray, Synchrotron and Neutron Techniques*. 2004.12:102-106. (In Russian).

4. Goncharov A.A., Ignatenko P.I., Petukhov V.V., Konovalov V.A., Volkova G.K., Stupak V.A., Glazunova V.A. Sostav, struktura i svoistva nanostrukturnykh plenok boridov tantala [Composition, structure, and properties of nanostructured tantalum boride films]. *Journal of Technical Physics*. 2006.76(10):87-90. (In Russian).

5. Vasilenko N.A. Vliyanie raspyleniya misheni na sostav i rost osazhdennykh plenok [The effect of target spraying on the composition and growth of deposited films]. *Aktual'nye problemy obrazovaniya, nauki i praktiki: sbornik materialov II Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Current Issues in Education, Science, and Practice: Proceedings of the II All-Russian Scientific and Practical Conference]. Lugansk, 2025.37-44. (In Russian).

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА СТРАН-УЧАСТНИЦ ЕАЭС

Виниченко В.А., канд. экон. наук, доцент, заведующий кафедрой экономики и управления ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта», г. Новосибирск, РФ
vika_06.07@mail.ru

Юсупова О.А., канд. экон. наук, доцент, доцент базовой кафедры финансового контроля, анализа и аудита Главного контрольного управления города Москвы ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», г. Москва, РФ
YUsupova.OA@rea.ru

Клещ С. В., студент ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта», г. Новосибирск, РФ
klelllara@mail.ru

***Аннотация.** В статье систематизируются ключевые проблемы, связанные с развитием туризма в странах Евразийского экономического союза. Все проблемы были дифференцированы по пяти группам: лингвистического, инфраструктурного, нормативно-правового, финансового и маркетингового характера. Раскрываются особенности понятийного аппарата. Приводятся различные варианты интерпретаций одних и тех же показателей, отражающих количественные метрики туристической отрасли. Сравниваются ключевые индикаторы развития туризма в разрезе стран.*

***Ключевые слова:** ЕАЭС, проблемы туризма, туристские услуги, ущемление прав туристов, дефицит кадров, платежная инфраструктура.*

PROBLEMS OF TOURISM DEVELOPMENT IN THE EAEU MEMBER STATES

PROBLEMS OF TOURISM DEVELOPMENT IN THE EAEU MEMBER STATES

Vinichenko V.A., Cand. Sc. (Economics), Docent, Head at the Department of Economics and Management, Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russian Federation

vika_06.07@mail.ru

Yusupova O.A., Cand. Sc. (Economics), Docent, Associate Professor of the Basic Department of Financial Control, Analysis and Audit of the Main Control Department of the City of Moscow, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation

YUsupova.OA@rea.ru

Kleshch S. V., student of the Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russian Federation

klelllara@mail.ru

Abstract. *The article systematizes the key issues related to the development of tourism in the countries of the Eurasian Economic Union. All the problems were differentiated into five groups: linguistic, infrastructural, regulatory, financial and marketing issues. The features of the conceptual apparatus are revealed. Various interpretations of the same indicators reflecting the quantitative metrics of the tourism industry are given. The key indicators of tourism development by country are compared.*

Keywords: *EAEU, tourism problems, tourist services, infringement of tourists' rights, staff shortage, payment infrastructure.*

Страны-участницы ЕАЭС обладают богатыми ресурсами для формирования устойчивого и высокого туристического потока. К обозначенным странам относятся: Республика Армения, Республика Беларусь, Республика Казахстан, Кыргызская Республика и Россия. В качестве наблюдателей выступают Молдавия, Узбекистан, Куба и Иран.

Страны-участницы являются бывшими советскими республиками, поэтому имеют общую историю, корни и схожие традиции. Однако каждая из стран имеет исторические особенности быта, а также уникальные природные и культурные достопримечательности [1].

В рамках ЕАЭС действуют облегченные визовые условия, налажены транспортные потоки, и есть общее языковое пространство. Однако, есть немало проблем, которые мешают повышению туристского потенциала его стран-участниц.

Целью настоящей статьи явилось формирование пула проблем, связанных с развитием туризма в странах-участницах ЕАЭС. Были выделены проблемы лингвистического, инфраструктурного, нормативно-правового, финансового и маркетингового характера.

Для достижения поставленной цели необходимо понять, какое состояние сегодня переживает туристическая отрасль в разрезе изучаемых стран. С этой целью приводятся ключевые индикаторы (таблица 1).

Таблица 1 - Индикаторы развития туризма в странах ЕАЭС

Страна-участница ЕАЭС	Валовая добавленная стоимость в сфере туристической деятельности	Доля сферы туристической деятельности в ВВП (%)	Инвестиции в основной капитал в сфере туризма
Россия	4,3 млрд. руб. (2023 г.)	2,8 (цель к 2030 году – более 5%)	1121,6 млрд. долларов США
Республика Армения	н/д	н/д	н/д
Республика Беларусь	н/д	2% (цель к 2040 году – до 5%)	н/д
Республика Казахстан	3283,2 млрд тенге	3,2% (в 2022)	307,4 млрд. тенге (5 месяцев 2025 г.)
Республика Кыргызстан	58237,8 млн. сомов	3,8	23313 млн. сомов

По ряду стран общепризнанные индикаторы развития туризма даже измеряются, а вклад туристической отрасли в формирование валового внутреннего продукта стран-участниц ЕАЭС не превышает и 4%.

Проблемы развития туризма начинаются с определения рамок терминологического пространства. В границах ЕАЭС нет единой

терминологической базы [2]. Например, по отношению к деятельности и продуктам равнозначно используются термины туристический и туристский (таблица 2).

Таблица 2 - Анализ содержания нормативно-правовой базы стран-участниц ЕАЭС в отношении туристской деятельности

Страна-участница ЕАЭС	Название документа	Дата принятия	Номер документа	Результаты анализа документов
Закон Республики Армения	«О туризме и туристской деятельности»	14.01.2004	№ЗР-11	Туристские услуги, туристская деятельность
Закон Республики Беларусь	«О туризме»	25.11.1999	№326-3	Туристические услуги, туристическая деятельность
Закон Республики Казахстан	«О туристской деятельности в Республике Казахстан»	13.06.2001	№211-П	Туристские услуги, туристская деятельность
Закон Кыргызской Республики	«О туризме»	25.03.1999	№34	Туристские услуги, туристская деятельность
Федеральный закон РФ	«Об основах туристской деятельности в Российской Федерации»	24.11.1996	№132-ФЗ	Туристские услуги, туристская деятельность

В международной практике предпочтение отдается прилагательному «туристский». Так, «World Tourism Organization» переводится как Всемирная туристская организация. Системные документы РФ (например, ГОСТ Р 50690-2000 «Туристские услуги», ГОСТ Р 50644-15-2009 «Туристские услуги. Требования по обеспечению безопасности туристов» и пр.) также закрепляют понятие «туристские услуги» [3].

Помимо этого, отмечаются и проблемы в согласованности нормативно-правовой базы. Например, отсутствуют правовые разграничения ответственности туроператора и перевозчикам в части осуществления перевозки пассажиров и обеспечения безопасности туриста. Большая часть судебных дел в сфере туризма возбуждается по причине нарушения прав потребителей. Причиной этому служат недостатки в

правовом регулировании оснований и последствий расторжения договора. Так, отмечается несоответствие предоставляемых услуг заявленным требованиям, некачественное обслуживание, отказ страховых компаний в выплате компенсации и пр.

В ходе плановых и внеплановых проверок контролирующих органов в договорах на оказание туристских услуг были выявлены условия, ущемляющие права туристов. Например, в случае отмены поездки по решению фирмы возврат всей суммы осуществлялся в течение 20 дней, а не 10, как было заявлено. Помимо этого, туроператор оставлял за собой право в одностороннем порядке менять услуги и отели в рамках уже заключенного договора. В ряде случаев туриста обязывали компенсировать не только расходы, но и убытки туристской компании.

В рамках проблем нормативно-правового характера можно выделить отсутствие или неполное государственное регулирование туризма, которое выражается во многих аспектах. Один из значимых аспектов – крайне низкий уровень коллективной безопасности в горах. Так, Киргизия набрала 30 баллов при норме 70. Не менее значимый аспект – отсутствие единых стандартов качества и измерения. Последнее может приводить к искажению статистической информации. При сборе информации о величине туристического потока за 2024 год, исследователь сталкивается с разными значениями, которые изменяются в зависимости от источника получения данных. Например, по данным Пограничной службы, величина туристического потока в России за 2024 год составила 1,6 млн. человек, а по данным Росстата – 5,1. Речь идет об одних и тех же туристах. Различны методики сбора информации и метрики, которые положены в основу. Разработка стандартов или правил подсчета значений позволят устранить эту проблему. Сложнее будет решить проблемы инфраструктурного характера, которые выражаются в недостатке финансирования на строительство отелей, отсутствии связи у иностранных туристов, недостаточности сервиса, маршрутной сети и нестабильностью процесса осуществления финансовых транзакций.

Отельерам не хватает денег на развитие. В рамках Нацпроекта «Туризм и гостеприимство» фактически исчерпала себя программа льготного финансирования по 141-му Постановлению. За 4 года работы около 15 % новых гостиниц в России были построены с помощью кредитов с госгарантиями. Например, речь идет о крупных проектах в поселке Белокуриха Алтайского края, поселке Азау у подножья Эльбруса, на берегу Каспийского моря в Дербенте и «Долина Нарзанов» в Кисловодске.

Отсутствие связи у иностранных туристов с связано с новыми правилами роуминга. В первые сутки у иностранцев блокируют интернет, а оформить российскую сим-карту очень сложно. Больше всего жалоб поступает от гостей из Беларуси и Казахстана. Запрет распространяется на услуги передачи данных и SMS. Последнее влечет за собой ограничение при совершении банковских платежей. Китайские банки (почти все) просят через СМС подтвердить операцию снятия наличных через банкомат. Чаще всего деньги снимают именно в первые сутки.

В 2024 году в России явно выражена тенденция преобладания выездного туризма над въездным. В 2010 году эта тенденция сохранялась также для Республики Беларусь и Республики Казахстан [4] (таблица 5).

Таблица 5 - Неравномерность въездного и выездного туризма по странам ЕАЭС

Страна-участница ЕАЭС	Въездной поток, млн. поездок		Выездной поток, млн. поездок		Внутренний поток, млн. поездок
	2010	2024	2010	2024	
Россия	8,3	1,6	25,5	13,7	161,8
Республика Армения	0,7	0,7	0,7	н/д	н/д
Республика Беларусь	5,7	5,7	7,5	4,2	19,8
Республика Казахстан	4,1	15,3	6,0	12,0	9,5
Республика Кыргызстан	0,9	8,6	0,6	0,1	3,7

Более того, въездной туризм не всегда туризм. Об этом говорят результаты данных пограничной службы (таблица 6).

Таблица 6 - Доля прибывших туристов из разных стран в страны ЕАЭС

Страна-участница ЕАЭС	Страны-лидеры по числу прибывших				
	1 место	2 место	3 место	4 место	5 место
Россия	Китай (56,5 %)	Германия (4,2 %)	ОАЭ (4,2 %)	Турция (3,7 %)	Туркмения (3,6 %)
Республика Армения	Россия (37 %)	Грузия (14,5 %)	Иран (8,03 %)	Индия (1,46 %)	Китай (1,37 %)
Республика Беларусь	Россия (80 %)	Латвия	Турция	Китай	Литва
Республика Казахстан	Китай	Индия	Турция	Германия	Южная Корея
Республика Кыргызстан	Узбекистан (61,3 %)	Казахстан (27,9 %)	Россия (5,6 %)	Другие	Китай

По данным Пограничной службы, туристы из Германии, Казахстана, Туркменистана, въехавшие в Россию, чаще всего являются бывшими соотечественниками и совершают визиты к родственникам. Визиты туристов в Россию из Турции, ОАЭ, Кубы носят деловой характер, совмещенный с осмотром достопримечательностей и посещением ресторанов.

Однако численность истинных туристов существенно сократилась в 2020-2021 гг., по причине стремительного распространения вируса SARS-CoV-2 и длительном сохранении защитных мер во многих странах [5]. В ближайшее время возврат к допандемийному уровню представляется непростой задачей с учетом санкционных ограничений, действующих в отношении Российской Федерации (рисунок 1).

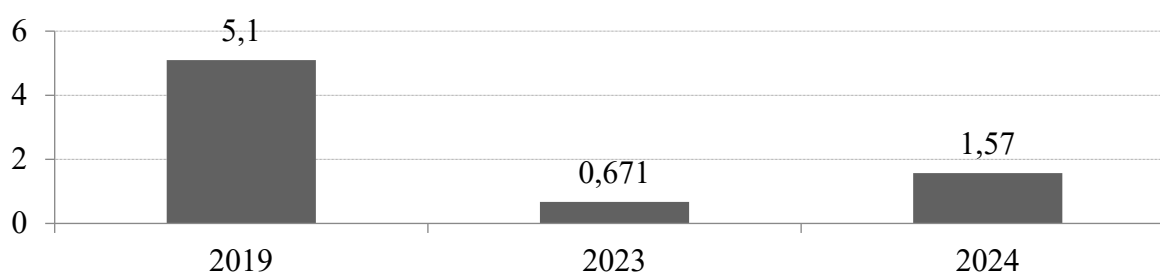


Рисунок 1 – Количество визитов иностранных туристов в Россию за 2019-2024 гг., млн. чел.

Помимо этого, отмечается острый дефицит кадров всех уровней и недостаточно развитая система подготовки специалистов [6]. Туристы из Ближнего Востока (ОАЭ, Катар, Оман, Саудовская Аравия) чаще всего проживают в гостиницах класса люкс и требуют первоклассного обслуживания, что напрямую связано с уровнем подготовки кадров.

Также в качестве инфраструктурных ограничений можно отметить недостаточно широкую полетную программу прямых рейсов и ограничения в использовании зарубежных карт на территории Российской Федерации.

В качестве наиболее значимой проблемы маркетингового характера можно выделить локализацию туристических интересов (таблица 7).

Таблица 7 - Локализация туристических интересов в странах-участницах ЕАЭС

Страна-участница ЕАЭС	Наиболее популярные города для туризма
Россия	Москва (50 %), Санкт-Петербург (25 %), Мурманск (10 %)
Республика Армения	Ереван, Гарин и Гегард (34 тыс. человек), Севан и Дилижан (19 тыс. человек), Нораванк и Татев (14 тыс. человек), Гюмри (11 тыс. человек)
Республика Беларусь	Минск (20,6 %), Брест (19,5 %), Гродно (15,3 %), Витебск (8,6 %), Мир (8,2 %)
Республика Казахстан	Алматы (2,3 млн. чел.), Астана (1,4 млн. человек), Акмолинская область (533 тыс. человек)
Республика Кыргызстан	Бишкек (39 %) и зона Иссык-Куля (13 %)

Значительная неравномерность мест посещения провоцирует перегруженность инфраструктуры в одних городах и отсутствие развития туризма в других. Например, Москву в России посетило 50 % всех туристов, и более 20 % приехало в Минск.

Также следует отметить слабую популяризацию туристических объектов. По разным оценкам, страны не в полной мере используют свой потенциал. Например, Кыргызстан использует лишь 15 % потенциала отрасли [7].

Перечисленные проблемы препятствуют реализации Единого Евразийского туристского пространства. Поэтому рекомендуется

сфокусироваться на некоторых направлениях. Например, создание мобильных приложений и развитие виртуального туризма, развитие энергетического туризма, акцент рекомендуется сделать на рынке B2C. В долгосрочной перспективе будут развиваться активные туры с уникальными впечатлениями (например, пострелять из автомата Калашникова или сделать своими руками национальное блюдо из местной кухни).

Список литературы

1. Эгамбердиева, Г. А. Перспективы развития туристической отрасли в странах-участницах ЕАЭС / Г. А. Эгамбердиева // Проблемы востоковедения. – 2021. – №1. – С. 16-22.

2. Кочкорбаева, М. Д. Некоторые проблемы развития сферы туризма в странах ЕАЭС и пути их решения / М. Д. Кочкорбаева // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. – 2023. – № 6-2. – С. 128-133.

3. Сорокин, О. О. Развитие международного медицинского туризма в ЕАЭС / О. О. Сорокин, А. И. Тихонов // Дискуссия. – 2025. – №4(37). – С. 193-204.

4. Чапкина, Н. А. Индустрия туризма Республики Армения в рамках ЕАЭС: состояние и перспективы развития / Н. А. Чапкина // Московский экономический журнал. – 2020. – №6. – С. 533-562.

5. Ланина, Е. Е. Развитие евразийского туризма и сохранение социокультурной памяти / Е. Е. Ланина // Россия: тенденции и перспективы развития. – 2022. – №17-3. – С. 455-456.

6. Васильева, Е. В. Проектирование евразийского пространства туристского образования в условиях современных геополитических вызовов / Е. В. Васильева, Н. Ю. Белякова // Современные проблемы сервиса и туризма. – 2022. – Т. 16. – №1. – С. 145-156.

7. Кочкорбаева, М. Д. Устойчивый туризм: сущность и необходимость развития в странах ЕАЭС / М. Д. Кочкорбаева // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. – 2021. – № 4-1. – С. 466-470.

УДК 338.242.2

ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМА ОБМЕНА ВЕЩАМИ И ЗНАНИЯМИ В КОНТЕКСТЕ ФИЛОСОФИИ ОСОЗНАННОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ

Галимуллина Н.М., канд. ист. наук, доцент, доцент кафедры социологии,
политологии и менеджмента Казанского национального
исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева-КАИ,
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»,
г. Казань, Республика Татарстан, РФ
nmgalimullina@kai.ru

Мишарин А.А., магистр 2 курса направления подготовки «Проектный
менеджмент», ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»,
г. Казань, Республика Татарстан, РФ
novii2018@yandex.ru

***Аннотация.** В работе раскрываются современные проблемы, обусловленные ускоренным технологическим развитием: кризис перепроизводства и неравный доступ к качественному образованию. Особый акцент сделан на понятие «культура осознанного потребления» как философскую основу экологической культуры. В работе анализируются возможности создания интернет-платформы бартерного обмена вещами и знаниями в качестве решения выявленных проблемных зон функционирования современного социума.*

***Ключевые слова:** бартер, онлайн-платформа, экологическая культура, осознанное потребление, обмен вещами.*

AN ONLINE PLATFORM FOR SHARING THINGS AND KNOWLEDGE IN THE CONTEXT OF THE PHILOSOPHY OF CONSCIOUS CONSUMPTION

Galimullina N.M., Cand. Sc. (History), Docent, Associate Professor at the
Department of Sociology, Political Science and Management of Kazan National
Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan National
Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI,
Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation

nmgalimullina@kai.ru

Misharin A.A., 2nd year Master's degree in Project Management, Kazan
National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI,
Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation

novii2018@yandex.ru

Abstract. *The paper reveals modern problems caused by accelerated technological development: the crisis of overproduction and unequal access to quality education. Special emphasis is placed on the concept of "culture of conscious consumption" as the philosophical basis of ecological culture. The paper analyzes the possibilities of creating an online platform for the barter exchange of things and knowledge as a solution to the identified problem areas of the functioning of modern society.*

Keywords: *barter, online platform, ecological culture, conscious consumption, exchange of things.*

Для современной экономики характерна парадоксальная ситуация: технологическое развитие современного общества привело к наличию беспрецедентных производственных возможностей, но привело негативным последствиям – набирающему обороты кризису перепроизводства и экологической деградации с одной стороны, и снижением доступа к качественному образованию (в одних случаях

вследствие отсутствия доступа к Интернет и массовым открытым онлайн курсам, в других – из-за подмены реального образования поиском готовых ответов в нейросетях). Три обозначенные проблемы (избыточное производство, культура избыточного потребления, наносящая вред окружающей среде, и недостаточная доступность знаний) являются взаимосвязанными вызовами, требующими совместного инновационного решения. Создание интегрированной онлайн-платформы обмена вещами и знаниями представляется стратегическим ответом на эти системные вызовы. Цель данной работы: проанализировать востребованность и возможности создания онлайн-платформы обмена вещами и знаниями.

Методы исследования включают в себя анализ и синтез теоретических связанных с исследуемой проблемой концептов и проведение собственного социологического исследования, направленного на всестороннюю оценку идеи нашего проекта со стороны потенциальных потребителей.

Согласимся, что мир, для которого сегодня характерна философия «потребления», когда идет ориентация на обладание новинкой, наличие в собственности множества товаров одного предназначения, но разного вида, замена морально или физически устаревшего или вышедшего из моды имущества, тем не менее столкнулся с кризисом перепроизводства [4]. По данным «Российского экологического оператора» (РЭО) в России ежегодно образуется 2,3 млн тонн текстильных отходов.

В зарубежных странах экологичное потребление, для которого характерно осуществление сознательного выбора товаров и услуг, произведенных с соблюдением этических норм, стало важной тенденцией, влияющей на рынки. Согласно глобальному опросу NielsenIQ, проведенному в 2023 году, 66 % клиентов отмечают готовность платить больше при приобретении продукции устойчивых компаний, а 78 % потребителей указывают, что устойчивость имеет значение при принятии решений о покупке [2, с.322]. В России количество людей, придерживающихся концепции осознанного потребления, тоже начинает расти.

Осознанное потребление как особая философия вдумчивого подхода к покупкам и использованию ресурсов, направленного на минимизацию вреда окружающей среде и обществу, базируется на принципах отказа от импульсивных трат, сокращения покупок, выборе качественных вещей, повторном использовании, ремонте и переработке.

Стремительное развитие цифровых технологий, наряду с повышением осведомленности об окружающей среде, способно открыть новые возможности решения экологических проблем. Предлагаемое нами решение состоит в создании онлайн-платформы на бартерной основе по предоставлению вещей и знаний. Зарубежные авторы отмечают, что в современном мире, где подключение к Интернету развито больше, чем когда-либо, а технологии развиваются с поразительной скоростью, меняется и способ обмена ценностями, заменяя просто традиционные денежные транзакции. Благодаря цифровым инновациям бартер, одна из старейших форм торговли, неожиданно возрождается. При этом эффективность подобных платформ растет при подключении рекомендаций на основе искусственного интеллекта, который оценивает ряд переменных, включая релевантность, соответствие стоимости, местоположение, срочность и поведение пользователей, чтобы определить наилучшие варианты обмена [1].

В России представлен ряд платформ, ориентированных на решение схожих проблем, такие как «Базахолка» и «Обмен вещами». Однако, «Базахолка» фокусируется на продаже и обмене вещей, а не предлагает комплексного решения, которое объединило бы обмен знаниями и вещами.

Платформа «БартерОнлайн» даст возможность бесплатно отдавать вещи и оказывать услуги людям, которые в этом нуждаются. Пользователи смогут размещать объявления о том, что они готовы подарить, или предлагать свои услуг (репетиторство, помощь по хозяйству или консультации). Это создаст общество взаимопомощи и поддержки, где каждый сможет внести свой вклад и получить помощь в ответ.

Для проверки актуальности нашего решения был проведен опрос. Был задан вопрос о заинтересованности потребителей в продукте. Большинство респондентов (50 %) выбрали положительную оценку. Следующим важным вопросом является наличие у респондентов вещей, в которых они больше не нуждаются. 75 % ответили на вопрос положительно, платформа поможет людям с пользой распорядиться этими вещами. Похожий вопрос был задан респондентам и насчет наличия навыков и знаний, которыми они могли бы поделиться. В данном вопросе мнения разделились в соотношении 55 на 45 в пользу отрицательного ответа. Из этих ответов ясно, что, в первую очередь, акцент на платформе должен быть сделан на обмен вещами. Для того, чтобы пользователи активно использовали платформу, необходимо выделить некоторые элементы, которые обязательно должны быть внедрены в демоверсию проекта. С этой целью был задан вопрос о функционале платформы. Выяснилась заинтересованность в таких слагаемых как история сделок и анонсы мероприятий, которые будут проходить на сайте. Немаловажным является вопрос о подтверждении наличия товара у продавца. Для этого был задан вопрос о верификации товара. Большинство голосов было отдано фотографиям: на платформе невозможно будет разместить объявление о продаже/дарении товара без фотографии самого товара.

Проект, в первую очередь, делается для потребителя. Следует поставить себя на его место: уделить внимание мотивации участия в работе платформы. Данная информация поможет нам реализовать проект наиболее качественно, а также поможет учесть потребности потенциальных потребителей: лидируют варианты «экономия денег» и «помощь другим людям», то есть благотворительность.

Таким образом, исследование подтвердило потенциальную актуальность проекта. Согласимся, что социальное давление и стремление выглядеть экологически осознанным в глазах окружающих способны оказывать влияние на потребительское поведение порой даже большее, чем личная убежденность в необходимости осознанного потребления. [3, с.90].

Поэтому продвижение онлайн-платформы необходимо выстроить с привлечением лидеров мнений.

Список литературы

1. Mulchandani, M. AI Based Barter Exchange Platform / M. Mulchandani, R. Hulke, A. Chachane, A. Kadu, Takshilukey, P. Kapse // International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (IJSREM). – 2025. – Vol. 9(12). – pp. 1–4. - DOI: 10.55041/IJSREM55634.

2. Rajarajeswari, K. Digital strategies for promoting eco-conscious consumption in Coimbatore / K. Rajarajeswari, R. Dhivya // Vidyabharati International Interdisciplinary Research Journal. – 2025. – Special Issue. National Conference on Intelligent Future: Multidisciplinary Approaches to Artificial Intelligence [IFMAAI-2025]. – pp. 322–328. - URL: <https://www.viirj.org/specialissues/2025/SP2504/77.pdf> (дата обращения: 02.02.2026).

3. Маланина, В. А. Анализ предметного поля феномена осознанного потребления / В.А. Маланина, Е.И. Клемашева, Е.М. Рождественская, Э.Р. Кашапова // Журнал институциональных исследований. – 2025. – № 17(1). –С. 80–92. – DOI 10.17835/2076-6297.2025.17.1.080-092.

4. Мещерякова, А. Б. Кризис перепроизводства: генезис, последствия и маркетинговые инструменты его преодоления / А.Б. Мещерякова // Фундаментальные исследования. – 2020. – № 12. – С. 145–150. - URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42924> (дата обращения: 02.02.2026).

**ИННОВАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ:
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БОЛЬШИХ ДАННЫХ И AI
ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БАНКРОТСТВ КОМПАНИЙ**

Дворядкина Е.Б., д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры
региональной, муниципальной экономики и управления
ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»
г. Екатеринбург, Свердловская область, РФ
elena.dvoryadkina@yandex.ru

Виленская А.Е., студент кафедры региональной муниципальной
экономики и управления
ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»
г. Екатеринбург, Свердловская область, РФ
vilenskaya_05@mail.ru

***Аннотация.** В статье рассматриваются методы оценки и прогнозирования банкротства компаний. Представлено сравнение традиционного метода, метода больших данных и AI на уже обанкротившихся компаниях. Особое внимание уделено теоретическим аспектам метода больших данных и AI.*

***Ключевые слова:** банкротство, большие данные, искусственный интеллект, бухгалтерский баланс, финансовая отчетность.*

**INNOVATIONS IN RISK MANAGEMENT: APPLYING BIG DATA
AND AI TECHNOLOGIES TO PREDICT COMPANY BANKRUPTCIES**

Dvoriadkina E. B., Dr. Sci. (Economics), Professor, Professor at the
Department of Regional Municipal Economics and Management
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ural State
University of Economics»
Yekaterinburg, Sverdlovsk region, Russian Federation
elena.dvoryadkina@yandex.ru

Vilenskaia A. E., student at the Department of Regional Municipal Economics
and Management
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ural State
University of Economics»
Yekaterinburg, Sverdlovsk region, Russian Federation
vilenskaya_05@mail.ru

Abstract. *This article examines methods for assessing and predicting corporate bankruptcy. It compares traditional methods, big data, and AI to those used in past bankruptcy cases. Particular attention is paid to the theoretical aspects of big data and AI.*

Keywords: *bankruptcy, big data, artificial intelligence, balance sheet, financial reporting.*

Введение. В условиях глобальной экономической нестабильности, ускорения цифровизации и увеличения объема доступной информации традиционные методы финансового анализа и управления рисками демонстрируют свою ограниченность. Классические модели (например, модели Альтмана, Спрингейта, Фулмера), основанные на финансовой отчетности, остаются полезными, но зачастую носят ретроспективный характер и плохо адаптируются к быстро меняющейся бизнес-среде.

Постановка проблемы. Современный бизнес генерирует огромные массивы неструктурированных и слабоструктурированных данных: новостные потоки, активность в социальных сетях, данные цепочек поставок, трафик веб-сайтов, отзывы клиентов, макроэкономические индикаторы в реальном времени. Традиционные методы не способны эффективно обрабатывать эти объемы информации для оценки рисков. Это создает «слепые зоны» в риск-менеджменте, ведущие к неожиданным корпоративным кризисам, цепным банкротствам и системным финансовым потрясениям.

Цель статьи — исследовать потенциал и практические аспекты применения технологий больших данных (Big Data) и искусственного

интеллекта (AI), для создания более точных, динамичных и адаптивных систем прогнозирования банкротств компаний.

Новизна излагаемых материалов заключается в комплексном рассмотрении не только финансовых, но и альтернативных данных в контексте риск-менеджмента. В статье представлен обзор современных алгоритмов AI, проанализированы практические кейсы их применения, а также систематизированы ключевые вызовы и перспективы интеграции этих технологий в существующие системы управления рисками.

Раньше, чтобы понять, обанкротится ли компания, смотрели на ее прошлые финансовые отчеты. Сегодня же, в век искусственного интеллекта и информационных технологий, можно это предсказать гораздо лучше и раньше, анализируя не только цифры, но и цифровой «след» компании в реальном времени: что о ней пишут в новостях и соцсетях, как меняются отзывы клиентов, с кем она работает. Для этого используют искусственный интеллект (AI), который умеет находить в этом огромном потоке данных (больших данных) скрытые закономерности и сигналы беды.

Можно выделить три основных шага новой технологии:

Шаг 1. Сбор «больших данных» (цифровой след):

- **внутренние данные:** Финансовые отчеты, история операций;
- **внешние данные:**
 - 1) **Новости и СМИ:** что пишут о компании? Много ли негатива?
 - 2) **Социальные сети и отзывы:** жалуются ли клиенты? Падает ли репутация?
 - 3) **Данные о руководстве:** уходят ли ключевые топ-менеджеры? Есть ли у них проблемы с законом?
 - 4) **Рыночные данные:** падает ли цена акций быстрее, чем у конкурентов?

Шаг 2. Анализ с помощью Искусственного Интеллекта (AI):

- компьютерная программа (алгоритм) учится на примерах тысяч компаний: какие комбинации сигналов (плохие новости + уход директора + рост долгов) в прошлом приводили к банкротству;

- затем она **сканирует данные** новой компании и **оценивает риск**: «У этой фирмы 85 % совпадений с теми, кто обанкротился через год».

Шаг 3. Принятие решений:

- риск-менеджер получает понятный отчет: «Высокий риск».

Рассмотрим, как это работает на реальных российских компаниях, которые обанкротились [1]. Выберем компании из разных сфер:

- **«ВИМ-Авиа».** Год банкротства: 2017. Сфера деятельности: Авиаперевозки. **Классический пример для исследования.** Крах был стремительным и наглядным. **Сигналы для Big Data/AI:** лавина негативных новостей летом 2017 года о задержках и отменах рейсов; массовые жалобы пассажиров в соцсетях; иски поставщиков ГСМ и аэропортов (можно найти в картотеке арбитражных дел); технические проблемы флота. **Финансовые показатели** ухудшились уже после начала операционного коллапса;

- **«Юлмарт».** Год банкротства: 2020–2021. Сфера деятельности: Онлайн-ритейлер электроники. Один из первых и крупнейших российских онлайн-магазинов. **Сигналы:** потеря доли рынка более агрессивным конкурентам (сигнал из данных о трафике и отзывах); сообщения о проблемах с логистикой и возвратами; финансовые трудности, попытка ребрендинга. Кейс о **цифровой трансформации рынка и адаптивности**;

- **INCITY:** популярный бренд одежды, объявивший о прекращении деятельности. Арбитражный суд Москвы признал несостоятельным АО «Модный континент» [2].

Есть два способа оценить вероятность банкротства компании:

1) традиционный метод. Смотрим отчетность и видим - убытки. Делаем вывод: бизнес в опасности. Используем одну из методик оценки вероятности банкротства, например модель Альтмана.

2) метод **Big Data и AI.** Суть метода **Big Data и AI** заключается в том, что о банкротстве компании известно ещё минимум за полгода до официального банкротства.

Попробуем проанализировать банкротство одной из озвученных нами компаний, например, INCITY. Анализ традиционным методом:

Формула оценки вероятности банкротства (Альтмана):

$$Z = 6.56X_1 + 3.26X_2 + 6.72X_3 + 1.05X_4, \quad (1)$$

где X_1 = **Оборотный капитал / Активы**

Оборотный капитал = Оборотные активы - Краткосрочные обязательства

$$= 450\,257 - 2\,438\,068 = -1\,987\,811$$

$$X_1 = -1\,987\,811 / 2\,143\,596 \approx -0.927$$

X_2 = **Нераспределённая прибыль / Активы**

Нераспределённая прибыль = -3 761 030 (накопленный убыток)

$$X_2 = -3\,761\,030 / 2\,143\,596 \approx -1.755$$

X_3 = **Прибыль до налогообложения / Активы**

Прибыль до налогообложения = -1 101 194

$$X_3 = -1\,101\,194 / 2\,143\,596 \approx -0.514$$

X_4 = **Собственный капитал / Обязательства**

Собственный капитал = -345 574

Обязательства = 2 489 170

$$X_4 = -345\,574 / 2\,489\,170 \approx -0.139$$

$$Z = 6.56 \times (-0.927) + 3.26 \times (-1.755) + 6.72 \times (-0.514) + 1.05 \times (-0.139)$$

$$Z \approx -15.413$$

Полученное значение $Z \approx -15.413$ – это крайне низкое значение, глубоко в зоне высокого риска. По проведенным расчетам можно сделать некоторые выводы о финансовом состоянии компании:

- **отрицательный собственный капитал** (-345 574 тыс. руб.) – чистые активы отрицательные, что формально означает несостоятельность баланса;
- **накопленный убыток** (-3 761 030 тыс. руб.) превышает капитал;
- **высокая долговая нагрузка:** обязательства (2 489 170) значительно превышают активы (2 143 596), коэффициент финансового рычага крайне высок;

- **отрицательный оборотный капитал** (–1 987 811 тыс. руб.) – компания не может покрыть краткосрочные обязательства за счёт оборотных активов [3, 4, 5].

Вероятность банкротства компании очень высока. Z-счёт глубоко отрицательный, баланс неплатежеспособен, наблюдаются хронические убытки, отрицательный собственный капитал и критическая нехватка ликвидности. Компания находится в зоне **крайне высокого финансового риска**, и без срочных мер по реструктуризации долгов, вливанию капитала и восстановлению прибыльности вероятность банкротства в ближайшей перспективе близка к 100 %.

Метод больших данных и искусственного интеллекта собирает данные с разных источников: СМИ, отзывы клиентов/сотрудников, арбитражные дела, закрытие компаний схожих по деятельности с исследуемой, падение поисковых запросов, данные датчиков посещаемости в ТЦ. Приведем максимально похожий пример, как могла бы выглядеть оценка вероятности банкротства INCITY, если бы она была проведена нейросетевыми моделями. Искусственный интеллект начал бы анализировать данные о банкротствах похожих компаний: "Л'Этуаль", "Детский мир" (до санации), "Спортмастер" (в кризисные периоды), уход брендов Mango, OVSNLP. Далее нейросетевая модель определила бы следующие факторы максимального риска у АО "Модный Континент":

- отрицательные чистые активы (–346 млн руб.);
- коэффициент покрытия убытков капиталом: Убыток в 11 раз превышает капитал;
- скорость "сжигания" денег: –32.7 млн руб. чистый отток в 2024;
- операционный кризис: Убыток от продаж –949 млн при выручке 1.7 млрд.

Также модель провела бы анализ поведения контрагентов:

- задержки платежей поставщикам: 60–90 дней (по отраслевым данным);
- судебные дела: 12+ исков от поставщиков в 2024 году;
- кредитная история: реструктуризация долга в 2023–2024;

- отзывы сотрудников на hh.ru: задержки зарплат 1–2 месяца.

Таким образом, по данным нейросетевой модели, точка кризиса ликвидности компании: Q3-Q4 2025.

Проведенный анализ теоретических основ и практических аспектов прогнозирования банкротства компаний выявил наличие двух принципиально различных подходов: традиционного, основанного на статистической обработке данных финансовой отчетности, и современного, использующего алгоритмы искусственного интеллекта. Для формирования объективных выводов и практических рекомендаций необходимо провести их сравнение по ключевым критериям эффективности: точность, горизонт прогнозирования, надежность и адаптивность (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение точности оценок вероятности банкротства компаний при использовании различных методов

Модель	Точность прогнозирования банкротства	Горизонт	Уверенность	Гибкость
Z-счет (Российская адаптация Альтмана)	94 %	12 месяцев	Высокая	Низкая (линейная модель)
Итоговая оценка AI	90 %	6 месяцев	Высокая	Высокая (нелинейные зависимости)

По данным таблицы 1 мы видим, что наиболее точной является методика Альтмана (Z-score) или Z-счет (Российская адаптация Альтмана), при этом прогнозирует видимость (горизонт) банкротства за 12 месяцев до реального банкротства. Модели AI определяют банкротство компаний с меньшей точностью (примерно 90 %), но при этом горизонт составляет 6 месяцев. **Z-счет** осуществляет долгосрочный прогноз (12 месяцев), **AI-оценка** - краткосрочный прогноз (6 месяцев). **Оба метода являются эффективными инструментами прогнозирования банкротства с дополняющими друг друга характеристиками.**

Исходя из проведенного нами теоретического и практического анализа можно сделать следующие выводы:

1) AI и Big Data прогнозируют банкротства на 6–12 месяцев раньше традиционных методов, анализируя цифровой след компании (новости, соцсети, суды) в реальном времени;

2) Решающее значение при применении нейросетевых моделей имеет комбинация сигналов: уход партнеров + рост исков + падение трафика дают точный прогноз.

Рекомендации, которым следует придерживаться компаниям:

1) начать с создания «цифрового досье» контрагентов на основе альтернативных данных;

2) проводить мониторинг собственного цифрового следа и рисков ключевых партнеров;

3) разработать стандарты для AI-моделей в финансах.

Перспективы развития риск-менеджмента в компаниях:

1) ближайшие 1–3 года: Внедрение нейронных сетей для анализа цепочек контрагентов.

2) 3–5 лет: Автономные системы, которые не только прогнозируют риски, но и автоматически предпринимают меры.

3) главный тренд: Риск-менеджмент превращается из отдела аналитиков в **цифровую нервную систему** компании, работающую в реальном времени.

Внедрение этих технологий - уже не вопрос выбора, а необходимость для конкурентоспособности. К тому же использование искусственного интеллекта значительно облегчает работу и сохраняет драгоценное время компании. Кто использует AI для прогнозирования рисков сегодня, тот избегает потерь завтра. Однако, стоит помнить, что нейросетевые модели не все совершенны в данных вопросах, поэтому стоит использовать их внимательно и грамотно.

Список литературы

1. Амирханян, Н. А. Внедрение технологий искусственного интеллекта в процесс банкротства и их влияние на эффективность процедур – Текст : электронный // Вестник науки, 2026. - №1 (94), Том 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-tehnologiy-iskusstvennogo-intellekta-v-protsess-bankrotstva-i-ih-vliyanie-na-effektivnost-protsedur> (дата обращения: 30.01.2026).

2. АО «МОДНЫЙ КОНТИНЕНТ» – Текст : электронный // Федресурс - Единый федеральный реестр юридически значимых сведений о фактах деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и иных субъектов экономической деятельности : [сайт]. – URL: <https://fedresurs.ru/companies/fb2620df-1822-489f-bcdf-9e1411cf5ff2> (дата обращения: 30.01.2026).

3. АО «МОДНЫЙ КОНТИНЕНТ»: бухгалтерская отчетность и финансовый анализ – Текст : электронный // Аудит-ИТ : [сайт]. – URL: https://www.audit-it.ru/buh_otchet/7708663960_ao-modnyy-kontinent (дата обращения: 30.01.2026).

4. АО «МОДНЫЙ КОНТИНЕНТ» – Текст : электронный // Государственный информационный ресурс бухгалтерской финансовой отчетности : официальный сайт. – URL: <https://bo.nalog.gov.ru/organizations-card/4510531> (дата обращения: 30.01.2026).

5. Ивлиев, Д. О. Расчет вероятности банкротства по методике Альтмана – Текст : электронный // Материалы IX Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум - 2017» // Студенческий научный форум : [сайт]. - URL: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017030288> (дата обращения: 30.01.2026).

УДК 621.77.04

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРАВКИ ТОЛСТОЛИСТОВОГО ПРОКАТА В УСЛОВИЯХ ТЛС 3000 МЕТОДОМ КОНЕЧНО- ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Денищенко П. Н., профессор, **Денищенко Н. П.**, старший преподаватель,
Северодонецкий технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»,
г. Северодонецк, ЛНР, РФ
omdim2009@rambler.ru

***Аннотация.** Методом конечно-элементного моделирования проведено исследование процесса правки толстолистого проката в условиях ТЛС 3000 при различных величинах исходной неплоскостности. Проверен существующий режим правки листа толщиной 8 мм. Установлена приемлемость параметров ЛПМ-1 для холодной правки листов различной исходной неплоскостности.*

***Ключевые слова:** толстолистовой прокат, плоскостность, правка, рабочий зазор, перекрытие, моделирование.*

INVESTIGATION OF PLATE STRAIGHTENING PROCESS UNDER TLS 3000 CONDITIONS BY FINITE ELEMENT MODELING

Denishchenko P. N., Professor, **Denishchenko N. P.**, Senior Lecturer,
Severodonetsk Technological Institute (Branch) Federal State Budgetary
Educational Institution of Higher Education «Lugansk Vladimir Dahl State
University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation
omdim2009@rambler.ru

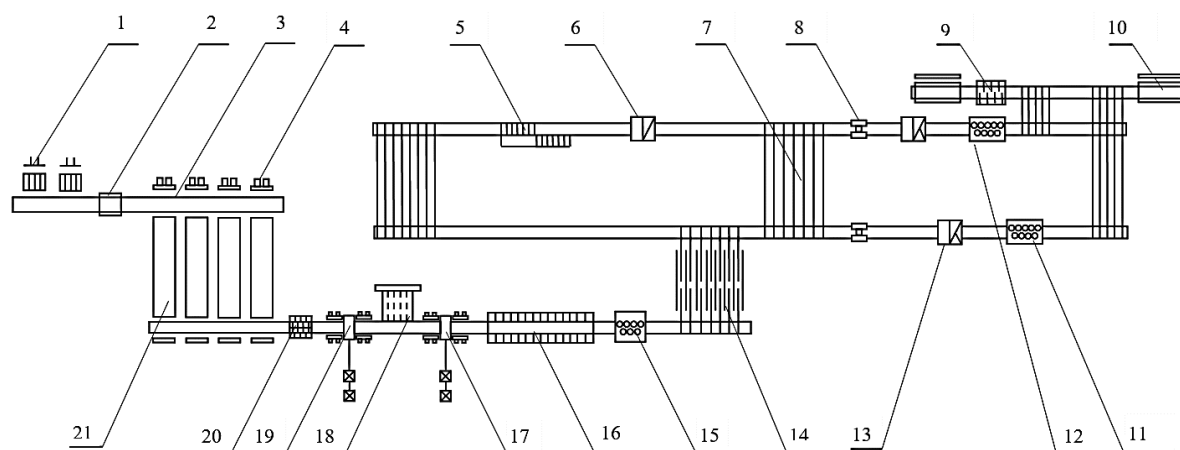
***Abstract.** Using the finite element method, the process of straightening thick-sheet rolled products under the conditions of TLS 3000 was studied at different values of the initial non-flatness. The existing mode of straightening an 8 mm thick sheet was checked. The acceptability of the parameters of LPM-1 for cold straightening of sheets of various initial non-flatness was established.*

Keywords: *thick sheet rolling, flatness, straightening, working clearance, overlapping, modeling.*

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Для получения качественной прокатной продукции, удовлетворяющей требованиям стандартов, например [1], толстолистовая сталь после прокатки подвергается сначала горячей, а затем холодной правке. В условиях толстолистого стана 3000 (ТЛС 3000) качество правки толстых листов не всегда удовлетворительное. Общее количество безаказной продукции доходит до 1 % от годового объема производства проката. При этом доля безаказной продукции по причине неудовлетворительной плоскостности достигает 5 % от общих потерь. Эти существенные потери прибыли для комбината вызваны несовершенством оборудования и технологии правки.

В состав ТЛС 3000 (рис. 1) входит четыре листопрямильные машины (ЛПМ).



- 1 - Загрузочные столы; 2 - Весы; 3 - Загрузочный рольганг; 4 - Толкатели;
5 - Кантователи листов; 6 - Гильотинные ножницы; 7 - Шлеппер; 8 - Дисковые ножницы; 9 - Установка «УЗК»; 10 - Карманы для готовой продукции;
11 - Листопрямильная машина ЛПМ-2; 12 - ЛПМ-3; 13 - Ножницы поперечной резки;
14 - Холодильник с шагающими балками; 15 - ЛПМ-1; 16 - Установка «УКО»;
17 - Чистовая четырехвалковая клеть; 18 - Холодильник - «Байпас»; 19 - Черновая четырехвалковая клеть; 20 - Установка гидросбива печной окалины; 21 - Методические нагревательные печи

Рисунок 1 – Схема расположения основного оборудования ТЛС 3000

Листоправильная машина № 1 горячей правки установлена перед стеллажом-холодильником № 1. ЛПМ-2 и 3 однотипные и предназначены для правки листов в холодном и горячем состоянии из углеродистых, низколегированных и легированных сталей. На участке термоотделения для холодной правки проката установлена ЛПМ-4. При реконструкции толстолистового стана 3000 в 2006 г. ЛПМ-1 была заменена на одиннадцатироликовую машину горячей правки. ЛПМ-2,3 (девятироликовые) и 4 (семироликовая) морально устарели, физически изношены и требуют замены. Были в плане второй очереди реконструкции ТЛС 3000, но эксплуатируются по настоящее время.

Все прокатанные на стане 3000 раскаты проходят горячую правку при температуре металла от 400 °С до 900 °С в ЛПМ-1. Раскаты толщиной до 20 мм, направляются на второй стеллаж холодильника, где после порезки на листы проходят правку на ЛПМ-2, а раскаты толщиной 20 мм и более, направляются на правый поток для порезки, после чего проходят правку на ЛПМ-3.

Режимы правки в ЛПМ-1, в зависимости от толщины и ширины раскатов, устанавливаются автоматически. На ЛПМ-2 и 3 рабочий зазор устанавливается правильщиком горячего металла по циферблату, установленному на правильной машине. Он должен быть равен номинальной толщине листа минус величина перекрытия рабочих роликов. Величина перекрытия роликов в зависимости от толщины листа приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Величины перекрытий рабочих роликов ЛПМ-2 и 3

Толщина листа, мм	Перекрытие роликов, мм
От 6 до 7 вкл.	0 – 1
Св. 7 до 12 вкл.	2 - 3
Св. 12 до 15 вкл.	1 - 2
Св. 15 до 20 вкл.	0 - 1
20 и более	0

При неудовлетворительной правке перекрытие может быть увеличено на 1 – 2 мм дополнительно к указанному выше. В случае отклонения от

плоскости, превышающее допустимое значение, лист следует на повторную правку на участок термоотделения.

Как видно из таблицы 1 перекрытие роликов листоправильных машин и рабочий зазор выбираются только в зависимости от толщины выправляемых листов без учета прочностных характеристик выправляемых листов и их исходной неплоскостности. В ряде случаев необходимое качество правки не достигается. Это приводит к повторной правке листов и получению безаказной продукции по причине неплоскостности.

Недостатком в работе листоправильных машин №2, 3 и 4 есть то, что при неудовлетворительной правке нужно несколько раз пропускать лист через ролики. Пока лист несколько раз правят, следующие листы ожидают своей очереди, что приводит к задержкам и потере производительности. Устранение вышеуказанных недостатков позволит исключить потери от безаказной продукции и получить продукцию высокого качества, что положительно отразится на цене продукта и прибыли предприятия.

Постановка задачи.

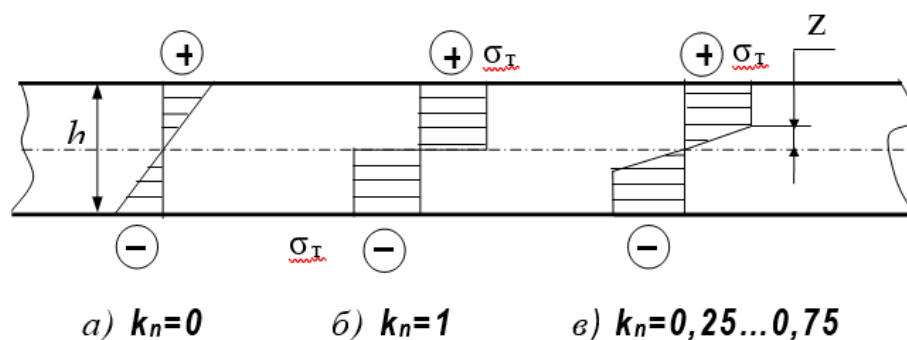
Поставлена задача провести исследование напряженно-деформированного состояния металла при правке толстолистовой стали в условиях ТЛС 3000 методом конечно-элементного моделирования с целью установления величин перекрытий роликов листоправильных машин, необходимых для исправления различных величин исходной неплоскостности.

Изложение материала и его результаты.

Из-за неравномерности деформации по ширине и толщине раската прокат практически никогда не бывает прямолинейным и плоским. Кроме того, может происходить его коробление на холодильниках вследствие различной скорости охлаждения различных участков раската.

Процесс правки основан на многократном знакопеременном изгибе раската при его движении между роликами, расположенными в шахматном порядке [2-4]. Правка полосы будет происходить в случае наличия упруго-пластического изгиба (рис. 2) в сечении, когда вблизи нейтральной линии полосы напряжения являются упругими, а на расстоянии z от нее они

становятся пластическими. В этом случае глубина проникновения пластической деформации ($k_n = 1 - \frac{2 \cdot z}{h}$) характеризуется коэффициентом $k_n = 0,25-0,75$. Значение коэффициента k_n показывает долю толщины листа подверженной пластической деформации.



а – упругий изгиб; б – пластический изгиб; в – упруго-пластический изгиб

Рисунок 2 – Распределение напряжений в полосе при изгибе

Исследование напряженно-деформированного состояния металла при правке толстолистовой стали толщиной 8 мм (рис. 3), имеющую различную величину исходной неплоскостности (рис. 4), в условиях ТЛС 3000 провели методом конечно-элементного моделирования [5]. При моделировании использовали параметры ЛПМ-1, так как дальнейшая эксплуатация ЛПМ 2, 3 и 4 ТЛС 3000 нецелесообразна.

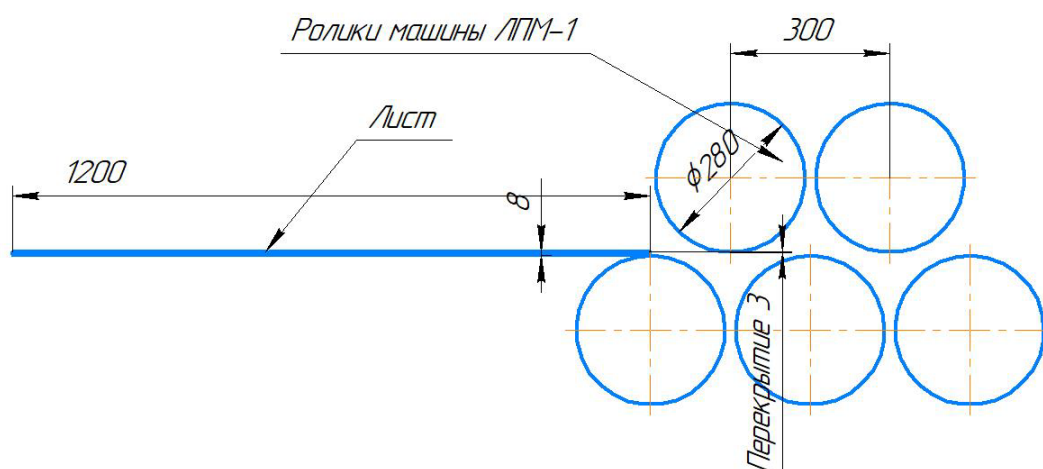


Рисунок 3 – Схема процесса правки листа с перекрытием роликов 3 мм

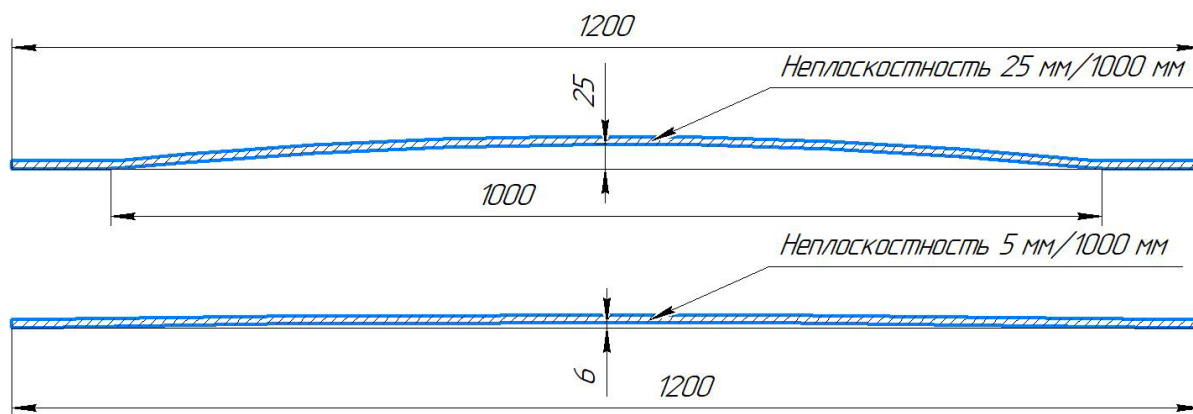


Рисунок 4 – Модели раската с неплоскостностью 5 и 25 мм на 1 м длины

Для моделирования процесса использовался программный комплекс Deform 2D (плоская задача), так как ширина листа намного превышает толщину, поэтому неравномерностью распределения напряжений по ширине раската можно пренебречь.

Приемлемость величины перекрытия роликов листоправильной машины, необходимого для исправления исходной неплоскостности, определялась по достижению предела текучести материала полосы необходимого значения глубины проникновения пластической деформации.

Величину перекрытия приняли 3 мм для листа с исходной неплоскостностью 5 мм на 1 м длины (аналогично значениям таблицы 1). Для листа с неплоскостностью в 25 мм величины перекрытий приняли 3 и 4 мм. Причем наибольшее значение перекрытия будет иметь место над третьим роликом.

На рисунках 5-7 приведены распределения горизонтальных напряжений над третьим роликом (где перекрытие роликов ЛПМ максимальное) для различных значений перекрытий при устранении различной неплоскостности.

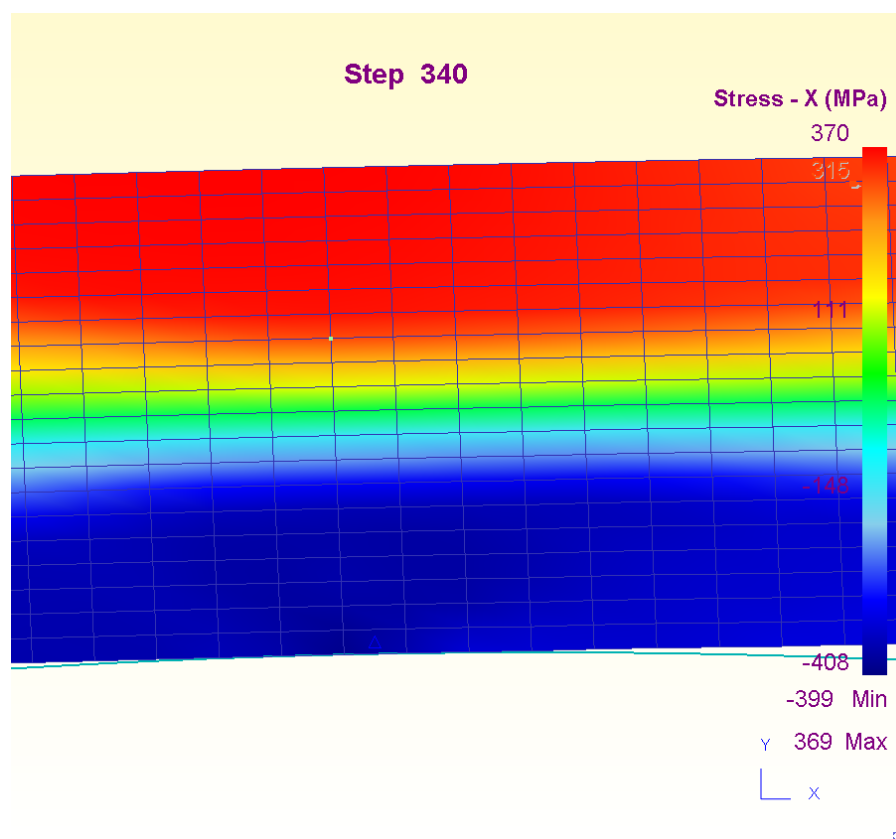


Рисунок 5 – Распределение горизонтальных напряжений при перекрытии рабочих роликов ЛПМ 3 мм и неплоскостности листа 5 мм

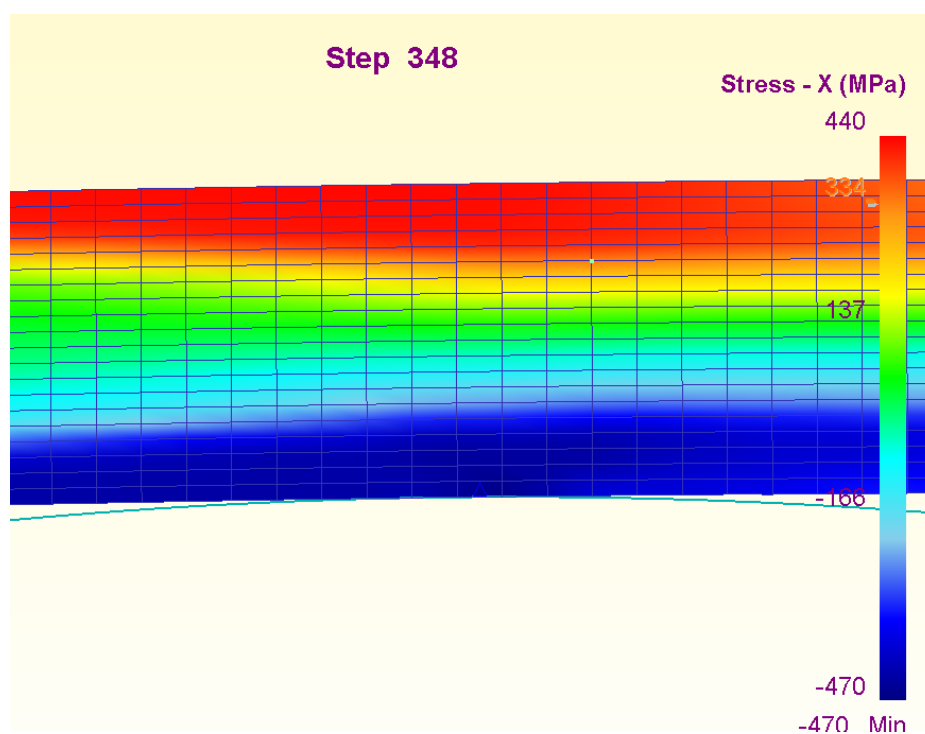


Рисунок 6 – Распределение горизонтальных напряжений при перекрытии рабочих роликов ЛПМ 3 мм и неплоскостности листа 25 мм

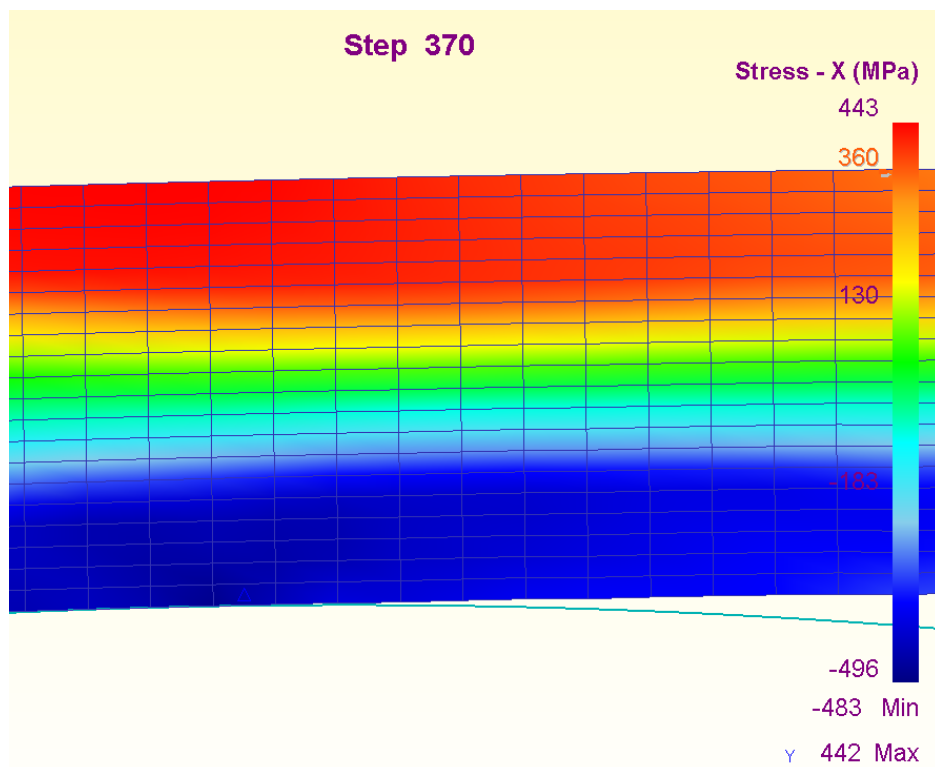


Рисунок 7 – Распределение горизонтальных напряжений при перекрытии рабочих роликов ЛПМ 4 мм и неплоскостности листа 25 мм

Моделирование проводили для листа из стали Ст5сп с пределом текучести 320 МПа при температуре 20 °С. Из рисунка 5 видно, что применение перекрытия рабочих роликов ЛПМ в 3 мм при устранении неплоскостности листа 5 мм достаточно, так как горизонтальные напряжения достигнуты на достаточной для получения упруго-пластического изгиба глубине проникновения пластической деформации ($k_{\pi} = 0,3 \dots 0,4$).

Из рисунка 6 видно, что применение перекрытия рабочих роликов ЛПМ в 3 мм при устранении неплоскостности листа 25 мм также достаточно ($k_{\pi} = 0,5 \dots 0,6$). Из рисунка 7 видно, что применение перекрытия рабочих роликов ЛПМ в 4 мм при устранении неплоскостности листа 25 мм с избытком достаточно ($k_{\pi} = 0,3 \dots 0,4$).

Выводы и направление дальнейших исследований.

Таким образом, результаты исследований показали, что применение в условиях ТЛС 3000 для холодной правки толстых листов листопрямительной

машины, аналогичной ЛПМ-1, обеспечит необходимое качество правки при использовании существующих режимов.

Направлением дальнейших исследований может быть расширение диапазона исследуемых листов в сторону увеличения их толщины.

Список литературы

1. ГОСТ 19903-2015. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. – М. : Стандартиформ, 2016. – 12 с.

2. Целиков, А.И. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Т. 3. Машины и агрегаты для производства и обработки проката. Учебник для вузов / А.И. Целиков, П.И. Полухин, В.М. Гребеник и др. – М.: Металлургия, 1981. – 576 с.

3. Королев, А.А. Конструкция и расчет машин и механизмов прокатных станов. Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1985. – 376 с.

4. Слоним А. З., Сонин Л. А. Машины для правки листового и сортового проката. – М. : Металлургия, 1987. – 132 с.

5. Гречников, В.Ф. Моделирование объектов в металлургии и обработке металлов давлением / В.Ф. Гречников, И.П. Петров, А.Г. Шляпугин. – Самара : Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. – 92 с.

УДК 504:665.6./7

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВО-ПОЖАРООПАСНОСТИ НА УСТАНОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА

Дорогокупля И.И., студент, **Алабьев В.Р.**, д-р техн. наук, профессор,
преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности Кубанского

Государственного Технологического университета,

г. Краснодар, РФ

ira.dorogakuplya@mail.ru

***Аннотация.** В статье рассматривается проблема обеспечения взрыво- пожароопасности на установке производства водорода нефтеперерабатывающего завода. Проведен анализ аварийности на объектах нефтегазоперерабатывающей промышленности, проведен анализ сценариев аварий на установке производства водорода, с последующим ее воспламенением от типичных источников инициирования. Разработаны технические и организационные мероприятия, направленные на снижение рисков аварийных ситуаций.*

***Ключевые слова:** промышленная безопасность, модернизация, автоматизация, газоанализатор, нефтепереработка.*

ENSURING EXPLOSION AND FIRE HAZARDS AT THE HYDROGEN PRODUCTION UNIT OF AN OIL REFINERY

Dorogokuplia I.I., student, **Alabev V.R.**, Dr. Sci. (Technical), Professor,

Lecturer at the Department of Security of Kuban State Technological

University, Krasnodar, Russian Federation

ira.dorogakuplya@mail.ru

***Abstract.** The article discusses the problem of ensuring explosion and fire hazard at the hydrogen production unit of an oil refinery. The article analyzes the*

accident rate at oil and gas processing facilities and analyzes the scenarios of accidents at the hydrogen production unit, followed by its ignition from typical sources of initiation. The article also develops technical and organizational measures aimed at reducing the risks of accidents.

Keywords: *industrial safety, modernization, automation, gas analyzer, oil refining.*

Технологические процессы в нефтехимии обусловлены опасностью взрыва при эксплуатации установок. Развитие аварийных ситуаций зависит не только от физических и химических свойств углеводородных смесей, но и от технологических условий производства [1].

Анализ аварийных случаев на этих производствах, зарегистрированных в 2024 году, позволило установить основные причины их возникновения, среди которых можно выделить следующие:

— разгерметизация фланцев технологического оборудования, а также разрушение трубопроводов вследствие коррозионных процессов и несвоевременного техобслуживания — 67 % случаев;

— нарушение правил работы при проведении газоопасных и огневых операций или неправильное выполнение технологических процессов по сливу и загрузке опасных веществ — 33 % случаев.

На основе анализа аварийных ситуаций выделены главные проблемы в обеспечении безопасности объектов нефтехимии, подчинённых Ростехнадзору, среди которых можно отметить:

- истощение ресурсов основных производственных средств;
- увеличение времени между плановыми ремонтами и сокращение сроков профилактических обслуживаний;
- исчезновение с рынка иностранных поставщиков и производителей оборудования, комплектующих и запасных частей;
- недостаток квалифицированных специалистов, способных проводить техническое обслуживание и ремонт оборудования.

Установка производства водорода (УПВ) рассматриваемого объекта (рис. 1) состоит из одной линии с расчетной производительностью по

водороду 128000 нм³/ч (11500 кг/ч), то есть 96,6 тысяч тонн в год при общей наработке за год 8400 часов. Виды исходного сырья установки: природный газ; очищенный водосодержащий газ с установки гидрокрекинга вакуумного газойля и тяжёлого газойля коксования

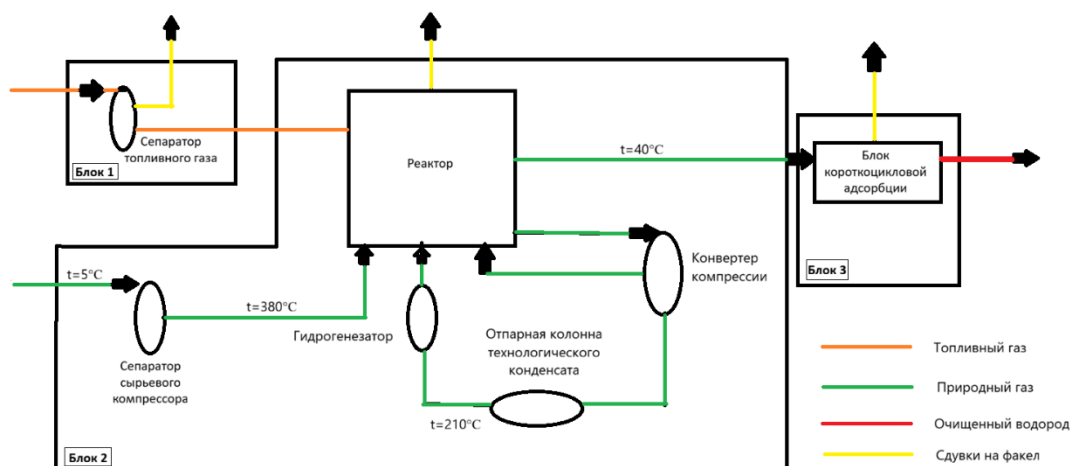


Рисунок 1 – Технологическая схема установки производства водорода

Возможные физические проявления аварий на объекте определяются свойствами опасных веществ, используемых в технологическом процессе, а также показателями давления и температуры в оборудовании. В исследуемых в рамках проекта вещества представляют собой относительно стабильные соединения, поэтому вероятность их самовозгорания или взрыва в процессе эксплуатации оборудования минимальна.

Что касается топливно-воздушных смесей (ТВС), то у них есть важный параметр — концентрационные границы распространения пламени: нижняя (НКПР) и верхняя (ВКПР). В технологическом процессе материалы обычно находятся под высоким давлением, и, судя по всему, концентрации смеси не попадают в диапазон, при котором могла бы возникнуть опасность воспламенения или взрыва.

При повреждении жидкостных трубопроводов возможна ситуация, что парообразование происходит прямо внутри труб, что ведет к образованию потоков и уменьшению скорости вытекания жидких веществ. На практике редко удается быстро прекратить подачу теплоносителя в

аварийной ситуации, что усложняет действия по устранению аварии и требует более тщательного подхода к обеспечению безопасности.

Рассмотрим характерные сценарии развития аварий для установки производства водорода. Под сценарием развития аварии понимается последовательность отдельных логически связанных событий, обусловленных конкретным инициирующим (исходным) событием, приводящих к возникновению поражающих факторов аварии и причинению ущерба от аварии людским и (или) материальным ресурсам или компонентам природной среды.

Для построения такой последовательности необходимо провести полное и формализованное описание следующих событий: фазы инициирования аварии, инициирующего события аварии; развития аварийного процесса; последствий аварии, включая специфические количественные характеристики событий аварии, их пространственно-временные параметры и причинные связи.

Ниже приводится краткое описание сценариев возможных аварий.

Сценарий C_1 - Частичное/полное разрушение технологического оборудования или трубопровода → истечение/выброс опасного вещества → загрязнение окружающей среды/загазованность промплощадки (загазованность, токсическое поражение).

Сценарий C_2 - Частичное/полное разрушение технологического оборудования или трубопровода → образование облака газовой смеси → вспышка и сгорание смеси при наличии источника инициирования → поражение персонала продуктами сгорания (факельное горение).

Сценарий C_3 - Частичное/полное разрушение технологического оборудования или трубопровода → выброс газа и/или испарение опасного вещества с поверхности пролива → образование облака газовой смеси → взрыв газовой смеси → возникновение зоны избыточного давления → повреждение соседнего оборудования и поражение персонала ударной волной, огнем и осколками (пожар-вспышка).

Сценарий C_4 - Образование взрывоопасной смеси внутри технологического оборудования → воспламенение смеси при наличии

источника инициирования → взрыв с разрушением ослабленного элемента или полным разрушением оборудования → развитие аварии (взрыв).

Оценка вероятностей реализации возможных сценариев аварий на установке осуществлялась с использованием метода «дерево событий» и представлена на рис. 2. Для всех сценариев возможных аварий инициирующим событием является частичная разгерметизация.

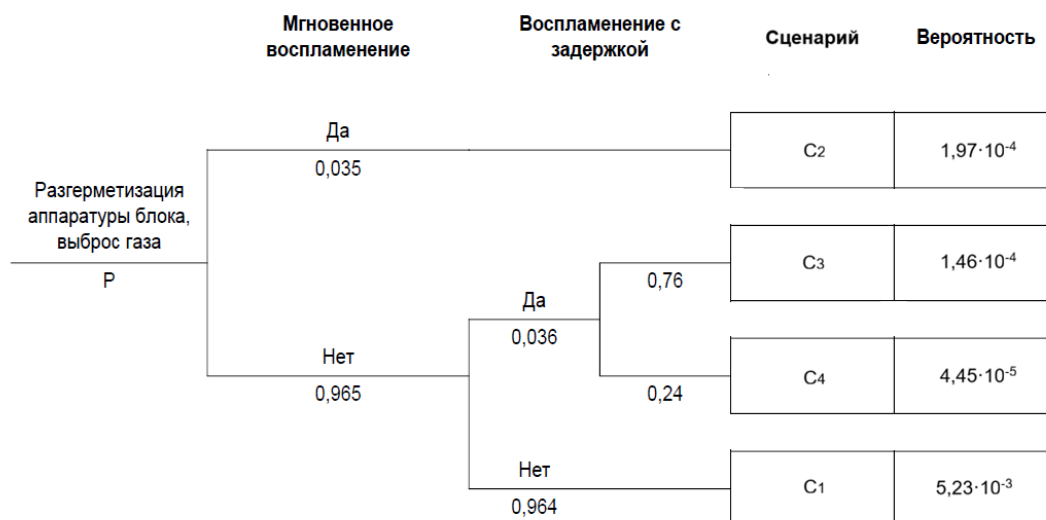


Рисунок 2 – «Дерево событий» при частичной разгерметизации оборудования

Наиболее вероятным сценарием развития аварии на декларируемом объекте является частичная разгерметизация компрессора, которая приводит к загазованности промышленной площадки (Сценарий C₁).

Частота реализации сценария $5,23 \cdot 10^{-3}$ в год. Поражающие факторы – высокотемпературные продукты сгорания, ударная волна, экологическое загрязнение, в аварии участвует 87,61 кг горючего газа.

Такой выброс происходит вследствие разрушения или деформации стенок компрессора или его соединительных элементов под действием избыточных давлений или механических нагрузок. В результате нарушается целостность сосудов или трубопроводов, в которых находится химическая продукция.

После разрушения компрессора происходит моментальный и неконтролируемый выброс содержимого в атмосферу. В случае если в

системе присутствуют легковоспламеняющиеся или взрывоопасные вещества, эти вещества могут воспламениться практически мгновенно после выхода, что ведет к возникновению горящего факела.

Образование такого факела создает опасность для находящихся в зоне его действия людей, оборудования, зданий и сооружений. Если технологическое оборудование содержит другие опасные вещества, развитие аварии на этом этапе может привести к дальнейшему распространению взрывоопасных веществ, а также к усложнению ситуации из-за распространения вещества или воздействию на персонал и близлежащие территории.

Частота разгерметизации технологического оборудования и трубопроводов приведена в **«Методических основах анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»** [2].

Из технологического оборудования наиболее подвержены аварийным ситуациям и требуют повышенного внимания малые трубопроводы (диаметром менее 75 мм). Для них наиболее вероятной аварией является полный разрыв. При этом истечение будет происходить из двух концов трубы. Частота возникновения этого события составляет 1×10^{-6} . При истечении через отверстие с эффективным диаметром 10 % номинального диаметра трубы (но не больше 5 мм) частота разгерметизации составляет 5×10^{-6} .

Насосы из ковanej стали также имеют значительно повышенную частоту катастрофических разрушений, что делает их менее надежными по сравнению с герметичными насосами. Резервуары и сосуды имеют относительно низкий риск, однако их уязвимость зависит от конструкции (одностенные резервуары — более рискованные).

Для снижения риска аварий предусмотрены следующие меры:

- оснащение объектов автоматизированной системой управления технологическим процессом, основанной на средствах контроля и автоматики, включая современные средства вычислительной техники;
- оснащение газосигнализаторами ДВК для своевременного оповещения при достижении концентрации горючих газов предельных

значений в виде световых и звуковых предупреждений. В случае аварийной ситуации (50 % от уровня нижнего концентрационного предела распространения пламени) происходит автоматическое отключение оборудования и запуск систем защиты, таких как паровая завеса, предназначенная для изоляции опасной зоны [3];

- установление в производственных помещениях сигнализаторов взрывоопасных концентраций, работающих в автоматическом режиме с системой аварийной вентиляции. В случае срабатывания системы сигнализации осуществляется автоматическое включение вентиляционных систем, предназначенных для снижения концентрации опасных газов и паров;

- проектирование воздухозаборов для приточных систем вентиляции таким образом, чтобы исключать попадание взрывоопасных паров и газов в систему вентиляции при всех режимах эксплуатации;

- применение метода анализа опасности и работоспособности (АОР) в рамках разработки проектной документации на строительство объекта, являющегося источником повышенной опасности.

Вывод: для эффективной профилактики аварийных ситуаций и минимизации их последствий на водородной установке необходимо обеспечить внедрение и постоянное совершенствование указанных мероприятий и систем:

- 1) реализация мер по исключению формирования взрывоопасных концентраций водорода в технологической среде посредством внедрения автоматизированных систем управления технологическим процессом в целях контроля и регулирования параметры среды в реальном времени;

- 2) внедрение современных средств автоматизации, систем вентиляции и аварийной защиты, включая датчики загазованности, вентиляционные установки, предназначенные для быстрого сброса опасных веществ и оперативного реагирования на возникшие аварийные ситуации, минимизации их последствий;

- 3) проведение регулярного профилактического технического обслуживания и своевременной модернизации технологического

оборудования для повышения его надежности и процессов эксплуатации, предотвращения возникновения источников воспламенения.

Список литературы

1. Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2024 году. – Текст : электронный // РОСТЕХНАДЗОР : официальный сайт. - URL: https://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/Пр-259%20от%2004.08.2025%20Годовой%20отчет.pdf (дата обращения: 30.01.2026).

2. Приказ Ростехнадзора от 03.11.2022 N 387 (ред. от 20.05.2025) "Об утверждении Руководства по безопасности "Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах" - Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_433652/ (дата обращения: 30.01.2026).

3. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 08.08.2024) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" - Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения: 30.01.2026).

**ИННОВАЦИОННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРАВОВОЙ
ПАРАДИГМЫ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
ОТ АНТРОПОЦЕНТРИЗМА К ПОСТКЛАССИЧЕСКОЙ
МЕТОДОЛОГИИ**

Жданова О.С., д-р экон. наук, профессор кафедры экономики, проректор по воспитательной работе и молодежной политике ФГБОУ ВО «Луганский государственный педагогический университет»,

г. Луганск, ЛНР, РФ

mon-lnr@mail.ru

Жданов С.А., канд. техн. наук, профессор кафедры конституционного права и историко-правовых дисциплин

ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Луганск, ЛНР, РФ

zholsall@gmail.com

***Аннотация.** Статья посвящена анализу методологических вызовов, вызванных внедрением искусственного интеллекта в правовую сферу. Обосновывается переход от классической антропоцентрической парадигмы к постклассической методологии права. Исследуются ключевые риски интеграции ИИ, включая «галлюцинации» алгоритмов и проблему «черного ящика». Формулируются принципы новой правовой парадигмы, основанной на гибридном интеллекте, человеческом надзоре и междисциплинарности.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, право, антропоцентризм, пост классическая методология, риски ИИ, гибридный интеллект, правовая парадигма.*

INNOVATIVE TRANSFORMATION OF THE LEGAL PARADIGM BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE FROM ANTHROPOCENTRISM TO POSTCLASSICAL METHODOLOGY

Zhdanova O.S., Dr. Sci. (Economics), Professor of the Economics Department,
Vice-Rector of the Lugansk State Pedagogical University, Lugansk, LPR,
Russian Federation

mon-lnr@mail.ru

Zhdanov S.A., Cand. Sc. (Technical), Professor at the Department of
Constitutional Law and Historical and Legal Disciplines, «Vladimir Dahl
Luhansk State University», Lugansk, LPR, Russian Federation

zholsall@gmail.com

Abstract. *The article is devoted to the analysis of methodological challenges caused by the introduction of artificial intellect into the legal sphere. The transition from the classical anthropocentric paradigm to the post-classical methodology of law is substantiated. The key risks of AI integration, including algorithmic “hallucinations” and the “black box” problem, are explored. The principles of a new legal paradigm based on hybrid intellect, human supervision, and interdisciplinarity are formulated.*

Keywords: *artificial intellect, law, anthropocentrism, post-classical methodology, AI risks, hybrid intellect, legal paradigm.*

Актуальность исследования обусловлена стремительным и нелинейным внедрением технологий искусственного интеллекта (далее – ИИ) в правоприменительную и судебную практику, что ведет к системному кризису классической антропоцентрической парадигмы права. Практика опережает теорию: использование ИИ для прогностической аналитики, анализа документов и даже предсказания решений порождает фундаментальные риски – от «галлюцинаций» алгоритмов и «эффекта черного ящика» до институционализации алгоритмической предвзятости. Это создает насущную потребность в критическом переосмыслении

методологических основ юридической науки и формировании новой теоретической модели, способной адекватно описать и регулировать правовую реальность в условиях цифровой трансформации.

Цель исследования – провести анализ методологических вызовов, порождаемых внедрением искусственного интеллекта в право, и на этой основе обосновать контуры перехода от классической антропоцентрической парадигмы к пост классической методологии, интегрирующей принципы гибридного интеллекта, человеческого надзора и междисциплинарности.

Основу исследования составляет теоретико-методологический анализ, направленный на выявление и осмысление глубинных противоречий между устоявшейся антропоцентрической парадигмой классического права и принципиально новой реальностью, создаваемой внедрением технологий искусственного интеллекта. В рамках этого подхода критика существующей модели сочетается с поиском основ для новой постклассической методологии.

Важным инструментом является сравнительно-правовой анализ, который применяется для изучения формирующегося регуляторного ответа на технологические вызовы. Исследование также последовательно использует риск-ориентированный подход, систематизируя и анализируя ключевые практические риски интеграции ИИ, такие как «галлюцинации» алгоритмов, проблема «черного ящика» и институционализация алгоритмической предвзятости.

Таким образом, использованные методы сфокусированы не на эмпирических измерениях, а на критическом переосмыслении фундаментальных основ юридической науки, концептуальном анализе возникающих противоречий и проектировании теоретической модели, адекватной цифровой эпохе.

Стремительное развитие и внедрение технологий искусственного интеллекта в правоприменительную и судебную практику представляет собой один из наиболее значимых инновационных процессов в современном информационном обществе. Эта инновация носит не только технологический, но и глубокий методологический характер, ставя под

вопрос многовековые основания правовых систем, выстроенных вокруг антропоцентрической парадигмы. Использование ИИ для прогностической аналитики, анализа юридических текстов, обработки доказательств и даже предсказания судебных решений не просто автоматизирует рутинные операции, а трансформирует саму ткань правовой реальности. Однако, как и любой сложный инновационный процесс, эта интеграция характеризуется нелинейностью, наличием обратных связей и значительными сопутствующими рисками. В условиях, когда профессиональные юристы все чаще обращаются к технологиям генеративного ИИ, принципиальное значение приобретает анализ фундаментальных методологических вызовов, системных рисков и контуров формирующейся пост классической правовой парадигмы, способной адекватно ответить на вызовы цифровой эпохи.

Классическая западная правовая традиция, укорененная в философии просвещения, базируется на принципе антропоцентризма, где субъектом права является автономный, рациональный индивид, наделенный сознанием, волей и способностью к моральному выбору. Этот подход пронизывает правовую систему, от установления вины (преступный умысел, виновную волю, вину) до пропорциональности наказания, и в значительной степени опирается на оценку человеческих намерений и последствий. Антропоцентризм, понимаемый как когнитивный механизм завышения значимости человеческой выгоды и занижения иных, в том числе естественных или системных, издержек, является глубоко укорененной психологической схемой, влияющей на правовые оценки и решения [1]. Судья принимает решение исходя из личного убеждения, на основании закона, однако, это убеждение может быть ошибочным.

Внедрение сложных автономных систем ИИ вызывает системный кризис этой парадигмы. Попытки «вписать» ИИ в классические правовые категории субъекта права (физического или юридического лица) оказываются методологически несостоятельными. ИИ, особенно самообучающиеся системы, демонстрируют явление, при котором в сложной системе спонтанно возникают новые свойства и закономерности, которых нет в отдельных её частях (эмерджентное поведение), не всегда

предсказуемое для его создателей, и действует на основе вероятностных алгоритмов, а не осознанного намерения. Правовая доктрина сталкивается с неразрешимой дилеммой: либо продолжать оперировать онтологической сущностью ИИ (которую невозможно достоверно установить), либо перейти к функциональному подходу, признающему правосубъектность на основе наблюдаемых действий и последствий.

Этот кризис стимулирует поиск новых методологических основ. В правовой науке набирают силу постантропоцентрические и постгуманистические подходы, бросающие вызов иерархии, в которой «человеческое» обладает исключительной ценностью. В контексте права эти подходы смещают фокус с исключительно человеческого субъекта на сети взаимодействий между людьми, технологиями, институтами и окружающей средой. Возникает потребность в новой, пост классической научной рациональности для юридических исследований, которая интегрировала бы междисциплинарное знание и признавала бы конструируемый, а не абсолютный характер правовой реальности. Таким образом [2], ИИ выступает катализатором перехода от жесткой антропоцентрической парадигмы к более гибкой, комплексной и контекстуально-зависимой постклассической методологии права.

Практическое внедрение ИИ в юридическую деятельность, соответствующее интерактивной модели инновационного процесса, сталкивается с рядом фундаментальных рисков, которые подрывают базовые принципы права, такие как справедливость, предсказуемость и верховенство закона. Ключевым вызовом является проблема «галлюцинаций» или генерации ложной информации. Исследования показывают, что даже специализированные ИИ-системы для юридических исследований, основанные на технологии Retrieval-Augmented Generation (RAG) демонстрируют тревожный уровень недостоверности. Даже использование в области искусственного интеллекта генеративной языковой модели, распознающей и генерирующей текст, имеющей доступом к внешним источникам информации для улучшения точности и достоверности ответов, призванной минимизировать ошибки, не дает

нужного результата. Так, в 17-34 % случаев системы предоставляют неверную юридическую информацию или корректно описывают закон, но подкрепляют утверждения нерелевантными или не поддерживающими их источниками [3]. Подобные ошибки могут приводить к судебным просчетам, необоснованным санкциям и подрыву доверия к правовой системе.

Вторым комплексом рисков является непрозрачность («эффект черного ящика») и алгоритмическая предвзятость. Юридически значимые решения, влияющие на свободу, репутацию или имущество граждан (оценка риска рецидива, кредитоспособности, прогноз исхода дела), зачастую принимаются алгоритмами, логика которых недоступна для понимания, аудита и оспаривания. Это противоречит принципам состязательности и права на защиту. Более того, ИИ может воспроизводить и усиливать системные предубеждения, содержащиеся в тренировочных данных, что ведет к институционализации дискриминации.

Ответом на эти вызовы становится формирование нового регуляторного ландшафта. Европейский Регламент об искусственном интеллекте, вступивший в силу в 2024 году, вводит концепцию «систем ИИ высокого риска», к которым отнесены инструменты, используемые в правоохранительной деятельности, правоприменении и отправлении правосудия. Для таких систем устанавливаются строгие обязательства по оценке рисков для фундаментальных прав, обеспечению качества данных, прозрачности и человеческому надзору [4]. Регуляторный фокус смещается с технологического совершенства на институциональные гарантии: надежность ИИ определяется не только алгоритмами, но и качеством данных, экспертизой в предметной области, этическими рамками и надежной системой безопасности.

Несмотря на риски, инновационный потенциал ИИ для права остается огромным. Его дальнейшее развитие и интеграция требуют не точечных исправлений, а формирования новой правовой парадигмы, основанной на нескольких ключевых принципах:

1. Отказ от линейной модели в пользу гибридного интеллекта. Будущее лежит не в замене юриста ИИ, а в симбиозе человеческого и машинного интеллекта. ИИ становится мощным инструментом для обработки больших данных, выявления паттернов и подготовки аналитических справок, в то время как за юристом сохраняются функции критического мышления, принятия окончательных ответственных решений, этической оценки и защиты прав человека. Как отмечают эксперты, человеческий надзор необходим на всех этапах – от определения целей системы до валидации ее выводов.

2. Принцип «человек в центре» как этический императив, развиваемый в рамках современного регулирования, означает, что окончательная ответственность за любое юридически значимое решение всегда лежит на человеке. ИИ должен оставаться под эффективным контролем, а его рекомендации – подлежать обязательной интерпретации и проверке [4]. Это требует от юристов новой цифровой компетентности – способности понимать возможности и ограничения ИИ, формулировать корректные запросы и критически оценивать результаты.

3. Для работы с ИИ юриспруденции необходимо, развитие постклассической методологии и «правовой инженерии», обогащение своего методологического аппарата за счет диалога с компьютерными науками, когнитивистикой и социологией [2]. Требуется разработка новых юридических конструкций, таких как прозрачные стандарты ответственности за действия автономных систем, механизмы сертификации алгоритмов и процессуальные нормы, регламентирующие использование ИИ-генерированных доказательств в суде. Это направление можно охарактеризовать как «правовую инженерию», задачей которой является проектирование надежных правовых интерфейсов для взаимодействия с технологиями.

4. Преодоление «эффекта черного ящика» – необходимое условие легитимации ИИ в праве. Это подразумевает не только техническую объяснимость алгоритмов, но и институциональную прозрачность: открытые эталонных показателей, используемых для оценки и анализа

текущего состояния и тестирования юридических ИИ систем, публичную отчетность о результатах аудитов, четкие правила о том, какие данные используются для обучения систем [4, 5].

Инновационный процесс интеграции искусственного интеллекта в право выходит далеко за рамки технологической модернизации. Он представляет собой глубокую трансформацию правовой парадигмы, движущуюся от классического антропоцентризма к сложной постклассической модели. Этот переход сопряжен с серьезными методологическими трудностями и практическими рисками, от «галлюцинаций» алгоритмов до угрозы дегуманизации правосудия.

Успешное управление этим инновационным процессом возможно только через формирование новой теоретической основы, в которой принципы человеческого надзора, гибридного интеллекта, прозрачности и междисциплинарного подхода станут системообразующими. Будущее правовой системы в эпоху ИИ зависит не от того, насколько совершенными станут алгоритмы, а от того, насколько мудро и ответственно человеческое общество сможет выстроить вокруг них правовые, этические и институциональные рамки, гарантирующие верховенство права и защиту человеческого достоинства.

Следует выделить следующие перспективные направления для дальнейших исследований в области искусственного интеллекта и права:

- разработка постклассической методологии права: создание новой теоретической модели, способной описать правовую реальность в условиях цифровизации, с учётом эмерджентного поведения ИИ и отказа от антропоцентризма;

- правосубъектность ИИ и ответственность: исследование функционального подхода к правосубъектности ИИ, разработка юридических конструкций для распределения ответственности за действия автономных систем (включая создателей, операторов, пользователей).

Список литературы

1. Kopnina H., Washington H., Taylor B., Piccolo J. Anthropocentrism: More than Just a Misunderstood Problem // Journal of Agricultural and Environmental Ethics. 2018. № 31(1). P. 109-127. – DOI: 10.1007/s10806-018-9711-1

2. Честнов, И. Л. Социокультурная антропология права как историко-правовая методология / И. Л. Честнов, И. Б. Ломакина // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. – 2025. – № 2(106). – С. 44-49. – DOI 10.35750/2071-8284-2025-2-44-49.

3. Magesh V., Surani F., Dahl M., Suzgun M., Manning C., Ho D. Hallucination-Free? Assessing the Reliability of Leading AI Legal Research Tools // Journal of Empirical Legal Studies. 2025. URL: <https://nlp.stanford.edu/~manning/papers/Magesh-Hallucination-Free-2025.pdf> (дата обращения: 17.01.2026).

4. Assessing High-risk Artificial Intelligence: Fundamental Rights Perspective. 2025. URL: https://fra.europa.eu/sites/default/files/fra_uploads/fra-2025-assessing-high-risk-ai-fundamental-rights-risks_en.pdf (дата обращения: 17.01.2026).

5. Five Essential Ingredients for Accurate and Reliable AI Solutions // Complete AI Training, 2025. URL: <https://completeaitraining.com/news/five-essential-ingredients-for-accurate-and-reliable-ai/> (дата обращения: 17.01.2026).

ЭКСПОРТ УСЛУГ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В КАТЕГОРИИ «ПОЕЗДКИ»

Завойских Ю.А., канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и управления в АПК Калининградского филиала ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
г. Полесск, Калининградская область, РФ
zavoy79@gmail.com

***Аннотация.** Статья посвящена исследованию особенностей развития внешней торговли Калининградской области в экспорте услуг, связанных с поездками, за период 2020-2024 гг. Проанализирована динамика и структура экспорта услуг, связанных с поездками.*

***Ключевые слова:** внешняя торговля, экспорт услуг, поездки, туристические услуги.*

KALININGRAD REGION'S EXPORT OF SERVICES IN THE TRAVEL CATEGORY

Zavoiskikh I.A., Cand. Sc. (Economics), Associate Professor at the Department of Economics and Management in Agriculture of the Kaliningrad Branch of the St. Petersburg State Agrarian University,
Polesk, Kaliningrad Region, Russian Federation
zavoy79@gmail.com

***Abstract.** The article is devoted to the study of the peculiarities of the Kaliningrad Region's foreign trade development in the export of travel-related services for the period 2020-2024. The dynamics and structure of exports of travel-related services are analyzed.*

***Keywords:** foreign trade, export of services, travel, tourist services.*

1. Внешняя торговля услугами составляет часть мирового рынка услуг и является один из элементов механизма международных экономических

отношений. Устойчивое развитие услуг, связанных с поездками, служит гарантией единства экономического пространства страны и обеспечивает свободное межрегиональное и межстрановое перемещение товаров и услуг. Целью работы явилось исследование современного состояния и особенностей развития внешней торговли услугами, связанными с поездками, Калининградской области в условиях санкционных ограничений.

2. Объектом исследования является экспорт услуг Калининградской области, связанных с поездками. В работе использовались статистические данные Центрального Банка России и Федеральной Таможенной службы о состоянии внешней торговли страны и регионов в период 2020-2024 гг. Для целей исследования была рассмотрена динамика рядов данных по годам рассматриваемого периода. Методологическая база исследования включает сравнительный и ретроспективный анализ, абстрактно-логический и статистико-экономический анализ, а также графический метод.

3. Согласно статистическим данным, публикуемым Центральным банком Российской Федерации, информация о внешней торговле услугами, рассчитанная по методологии платежного баланса, включает в себя детализацию по статье «Поездки».

Поездки представляют собой временные выезды физических лиц с постоянного места жительства на территорию зарубежных стран и определяются как совокупность расходов на приобретение ими в стране посещения товаров и услуг для собственных нужд или для безвозмездной передачи другим лицам [1].

Поездки делятся на деловые и личные:

- деловые поездки, которые охватывают поездки лиц, направляющихся за границу для осуществления различных видов хозяйственной деятельности, в том числе поездки государственных служащих и работников международных организаций, экипажей судов, делающих в стране кратковременную остановку, и любых других работников, которые не считаются резидентами страны;

- личные поездки связаны с поездками лиц, направляющихся в зарубежные страны с туристскими, оздоровительными, познавательными, спортивными, религиозными и иными частными целями, а также с поездками транзитных пассажиров [2].

Экспорт отражает совокупность расходов, произведенных гражданами (резидентами) конкретной страны на территории РФ [3].

Калининградская область – это самый западный регион Российской Федерации [4]. Главной особенностью экономико-географического положения области является то, что она полностью отделена от остальной части России территорией иностранных государств [5].

В последнее время наблюдается динамичное развитие экспорта услуг категории «Поездки» в Калининградской области. Это связано с тем, что регион обладает существенным потенциалом для привлечения туристов и организации отдыха.

На рисунке 1 представлена динамика экспорта услуг Калининградской области в категории «Поездки» за 2020-2024 гг.

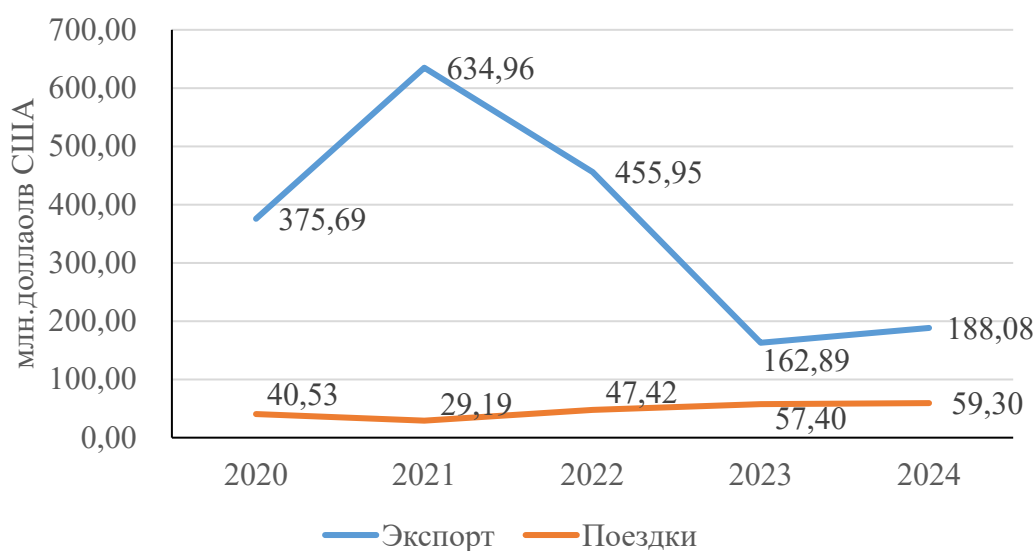


Рисунок 1 – Динамика экспорта услуг в категории «Поездки» Калининградской области в 2020-2024 гг. (составлено авторами)

Услуги по статье «Поездки» являются значимой составляющей экспорта услуг Калининградской области, доля которых в 2024 году достигла 31,5 % общего объема экспорта услуг региона (10,8 % в 2020 году).

Экспорт услуг Калининградской области в категории «Поездки» в стоимостном выражении вырос в 2021 году до 6,3 млрд долл. США. В 2022-2023 годах экспорт услуг данной категории снизился по сравнению с уровнем 2021 года и составил 4,6 млрд долл. США и 1,6 млрд долл. США соответственно. В 2024 году в сравнении с 2023 годом, по оценке Центрального банка Российской Федерации, наблюдался рост экспорт услуг в категории «Поездки» до 1,9 млрд долл. США, однако его величина все еще ниже достигнутого уровня прошлых лет.

На рисунке 2 представлена структура экспорта услуг Калининградской области в категории «Поездки» за 2020-2024 гг.

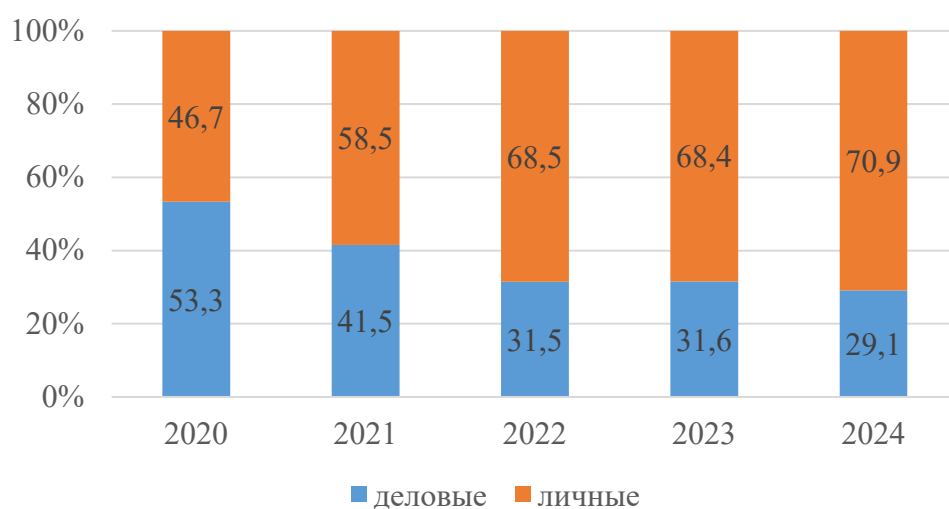


Рисунок 2 – Структура экспорта услуг в категории «Поездки» Калининградской области в 2020-2024 гг. (составлено авторами)

В структуре экспорта услуг категории «Поездки» Калининградской области преобладают личные поездки, доля которых возросла с 46,7 % в 2020 году до 70,9 % в 2024 году.

На рисунке 3 представлена динамика экспорта услуг Калининградской области в категории «Поездки» по целям поездок в 2020-2024 гг.

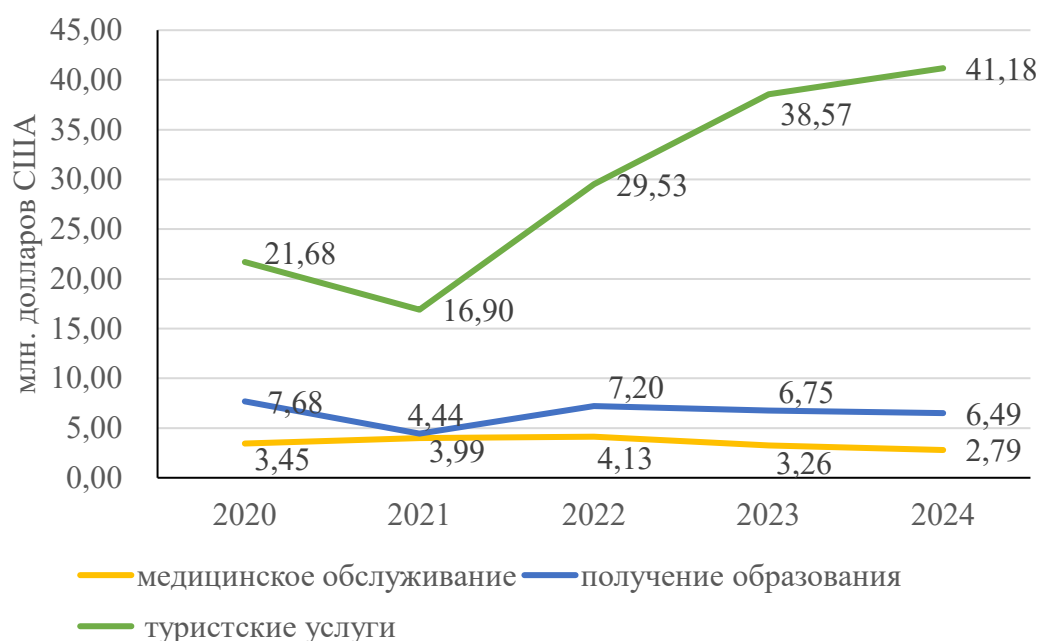


Рисунок 3 – Динамика экспорта услуг Калининградской области в категории «Поездки» по целям поездок в 2020-2024 гг. (составлено авторами)

Динамика экспорта услуг Калининградской области в категории «Поездки» по целям поездок свидетельствует о значительном росте «Туристических услуг», стоимостное выражение которых возросло с 21,68 млн. долл. США в 2020 году до 41,18 млн. долл. США в 2024 году, то есть почти в 2 раза.

Поездки в Калининградскую область с целью получения образования колеблются незначительно в пределах 7,68 млн. долл. США в 2020 году и 6,49 млн. долл. США в 2024 году. Лишь в 2021 году наблюдалось существенное снижение до уровня 4,44 млн. долл. США.

Поездки с целью медицинского обслуживания занимают незначительную долю в экспорте услуг и в 2024 году их величина составили лишь 2,79 млн. долл. США.

4. Экспорт услуг – важнейший показатель конкурентоспособности в новых условиях [6].

Рост экспорта услуг способен уменьшить отрицательное сальдо платежного баланса и разнообразить пути экономического развития. Создание благоприятной среды для торговли услугами станет решающим

фактором в процессе восстановления экономики после кризиса. Туризм, как наиболее пострадавшая отрасль, наглядно демонстрирует эту тенденцию.

В условиях продолжающегося внешнеторгового оборота и усиливающегося санкционного давления, государственная поддержка и регулирование экспорта услуг, направленные на баланс интересов государства и бизнеса, приобретают особую важность для развития внешней торговли.

Список литературы

1. Центральный банк Российской Федерации : [сайт]. - URL: https://cbr.ru/statistics/macro_itm/external_sector/ets/meth_com_ext_tr_s/ (дата обращения: 05.01.2026).

2. «КонсультантПлюс» - законодательство РФ: кодексы, законы, указы, постановления Правительства Российской Федерации, нормативные акты : [сайт]. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_331686/14be5b4f7a2a4125334476be80c39da948b9235f/ (дата обращения: 05.01.2026).

3. Овчаров, А. О. Проблемы статистических оценок в туризме / А. О. Овчаров // Актуальные проблемы экономики и права. – 2012. – № 1. – С. 51-56. – EDN OPUXCP.

4. Завойских, Ю. А. Тенденции развития внешней торговли Калининградской области в условиях глобальной нестабильности / Ю. А. Завойских, С. А. Носкова, А. Г. Носков // Экономика: теория и практика. – 2021. – № 4(64). – С. 24-28. – DOI 10.31429/2224042X_2021_64_24. – EDN KYBMHC.

5. Завойских, Ю. А. Внешняя торговля услугами Калининградской области: современное состояние и перспективы / Ю. А. Завойских, С. А. Носкова, А. Г. Носков // Экономика: теория и практика. – 2023. – № 4(72). – С. 26-30. – DOI 10.31429/2224042X_2023_72_26. – EDN CHPSRE.

6. Гуревич, О. Ю. Экспорт услуг в сфере туризма / О. Ю. Гуревич, А. Кононов // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. – 2021. – Т. 13, № 3. – С. 91-107. – DOI 10.24866/VVSU/2073-3984/2021-3/091-107. – EDN WLJJWX.

УДК 338.2

ОЦЕНКА И МОНИТОРИНГ ОТРАСЛЕВЫХ РИСКОВ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Кириенко А. А., студент ФГБОУ ВО «Уральский государственный
экономический университет»,
г. Екатеринбург, РФ
anna.kirienko2018@yandex.ru

Научный руководитель: **Дворядкина Е. Б.**, д-р эконом. наук, профессор
кафедры региональной, муниципальной экономики и управления ФГБОУ
ВО «Уральский государственный экономический университет»,
г. Екатеринбург, РФ
elena.dvoryadkina@yandex.ru

***Аннотация.** Статья посвящена оценке и мониторингу отраслевых рисков в медицинской организации на примере ООО «МЕДЛАЙН». В ней представлена классификация рисков, характерная для сферы здравоохранения. Также на основе проведенного анализа репутации, проверок контролирующих органов и прочих показателей, представлена оценка основных отраслевых рисков организации.*

***Ключевые слова:** отраслевые риски, медицинская организация, риск-менеджмент, оценка рисков, мониторинг.*

ASSESSMENT AND MONITORING OF INDUSTRY RISKS OF A MEDICAL ORGANIZATION

Kirienko A. A., student of Ural State University of Economics,
Yekaterinburg, Russian Federation
anna.kirienko2018@yandex.ru

Scientific supervisor: **Dvoriadkina E. B.**, Dr. Sci. (Economics), Professor at the
Department of Regional, Municipal Economics and Management, Ural State
University of Economics,

Yekaterinburg, Russian Federation

elena.dvoryadkina@yandex.ru

Abstract. *The article is devoted to the assessment and monitoring of industry risks in a medical organization using the example of MEDLINE LLC. It presents a classification of risks specific to the healthcare sector. Also, based on the conducted reputation analysis, inspections of regulatory authorities and other indicators, an assessment of the main industry risks of the organization is presented.*

Keywords: *industry risks, medical organization, risk management, risk assessment, monitoring.*

В условиях постоянных изменений в законодательстве, колебаний экономической ситуации и растущей конкуренции, медицинские учреждения сталкиваются с множеством вызовов, которые могут угрожать их финансовой устойчивости и качеству предоставляемых услуг, поэтому оценка отраслевых рисков в медицинских организациях приобретает особую значимость.

Дадим определение термину «отраслевые риски». Отраслевые риски - это вероятность возникновения финансовых издержек у субъекта хозяйственной деятельности в результате изменений, характерных определенной отрасли в экономике.

Таким образом, отраслевые риски в медицинской организации – это риски, которые характерны для отрасли здравоохранения. Исходя из этого, отметим, что от того насколько качественные медицинские услуги оказываются в медицинских организациях, зависит возникновение рисков.

Так по версии Н. М. Фомичевой риск-менеджмент в деятельности медицинских организаций представляет собой «совокупность методов, направленных на улучшение качества предоставляемой медицинской помощи», а весь спектр рисков можно условно разделить на две группы – риски, связанные с оказанием медицинской помощи, и прочие риски [1].

При проведении классификации рисков для медицинской организации в первую очередь следует учитывать источник возникновения опасности. Для этого многие авторы предлагают достаточно стандартный вариант деления рисков. Но, как было описано выше, общепринятая классификация не вполне подходит для медицинских организаций из-за специфики их деятельности.

В связи с этим, отобразим риски, характерные именно для медицинских организаций (таблица 1).

Таблица 1 – Классификация рисков в медицинской организации [2]

Тип рисков	Группа рисков	Подгруппа рисков
Внутренние риски	Общехозяйственные риски	Имущественные риски
		Организационные риски
		Риски ответственности
	Профессиональные риски	Риски оказания некачественных услуг
		Кадровые риски
Внешние риски	Рыночные риски	Финансовые риски
		Нефинансовые риски
	Социальные риски	Демографические риски
		Риски социальной нестабильности
	Правовые риски	Риски законодательного регулирования
		Изменение судебной практики

Согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска: методы оценки риска», оценка риска подразумевает под собой процесс, объединяющий идентификацию, анализ и сравнительную оценку риска.

Основной целью оценки риска является представление на основе объективных свидетельств информации, необходимой для принятия обоснованного решения относительно способов обработки риска.

В качестве примера для оценки рисков в медицинской организации выбрали ООО «МЕДЛАЙН». Основным видом деятельности организации

является общая врачебная практика. ООО «МЕДЛАЙН» имеет три действующие лицензии на медицинскую деятельность.

Это подтверждает регулярный характер деятельности медицинской организации. Отметим, что ООО «МЕДЛАЙН» необходимо проводить регулярный мониторинг требований к медицинским организациям, для минимизации риска нарушения требований к ведению медицинской деятельности.

Перейдем к отраслевым рискам ООО «МЕДЛАЙН». Начнем с риска потери репутации ООО «МЕДЛАЙН» для этого рассмотрим рейтинг клиники на специализированных сайтах (рисунок 1).

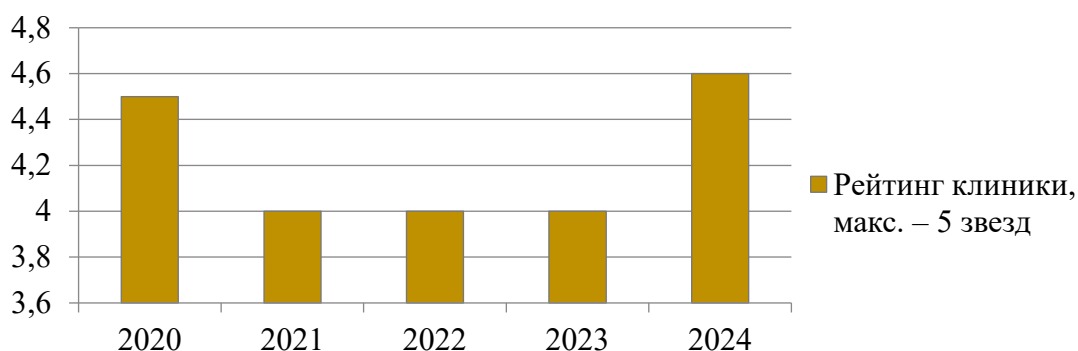


Рисунок 1 – Рейтинг ООО «МЕДЛАЙН» за 2020-2024 года [3,4]

На основе представленного рисунка 1 можно увидеть, что рейтинг не опускается ниже 4 звезд, к 2024 году рейтинг поднимается до 4,6 звезд. Однако из-за резкого падения рейтинга в 2021 году до 4 звезд и сохранении тенденции 3 года, риск потери репутации для ООО «МЕДЛАЙН» оценивается как средний уровень риска, вероятность – средняя, ущерб – высокий.

Организации следует внедрить постоянный мониторинг отзывов для поддержания репутации и улучшения показателей. Так как чем выше становится рейтинг, тем выше у него чувствительность к ошибкам.

Далее перейдем к оценке риск выявления нарушений в деятельности ООО «МЕДЛАЙН». Проведем анализ количества проверок контрольных (надзорных) органов (таблица 2).

Таблица 2 – Анализ проверок контрольных (надзорных) проверок
ООО «МЕДЛАЙН» [5]

	2020	2021	2022	2023	2024
Количество проверок	0	0	4	3	1
Кол-во нарушений	0	0	0	0	0
Кол-во предостережений	0	0	4	2	0

Из таблицы 2 заметно, что за 5 лет в деятельности ООО «МЕДЛАЙН» не выявлено ни одного нарушения, прослеживается уменьшение количества проверок со стороны контрольных органов – положительная тенденция. В связи с представленной динамикой проверок уровень риска – низкий, вероятность – средняя, ущерб – средний.

Оценим риск снижения качества оказываемых услуг ООО «МЕДЛАЙН», для этого проанализируем отзывы пациентов на деятельность организации, а также динамику их жалоб (рисунок 2).

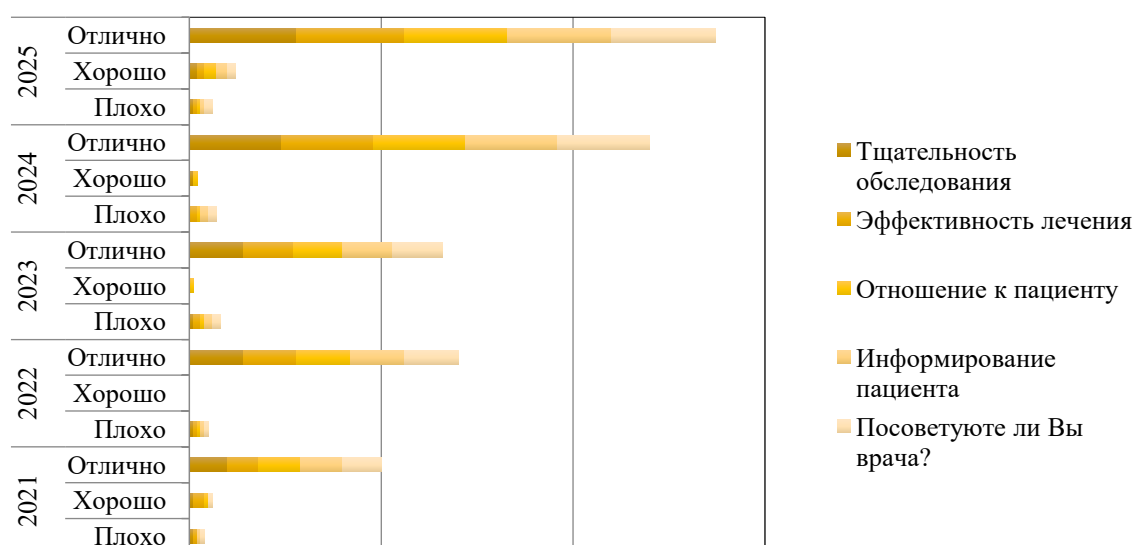


Рисунок 2 – Отзывов пациентов ООО «МЕДЛАЙН»
за период 2021-2025 года [6]

Исходя из представленных данных на рисунке 2, отметим, что в целом динамика положительная, большинство отзывов положительно оценивают деятельность ООО «МЕДЛАЙН». В связи с данным анализом риск

снижения качества оказываемых услуг ООО «МЕДЛАЙН» оценивается следующим образом: уровень риска – низкий, вероятность – средняя, ущерб – средний.

Перейдем к риску дефицита квалифицированных специалистов на рынке, проанализируем динамику вакансий и число безработных именно в Свердловской области за 2020-2024 года (таблица 3).

Таблица 3 – Анализ спроса и предложения рабочей силы на рынке труда в области здравоохранения и социальных услуг за 2020-2024 года [7]

	2020	2021	2022	2023	2024
Вакансии, ед.	5 043	5 495	5 439	5 802	4 848
Безработные, чел.	2 880	1 046	791	767	513
Спрос на рабочую силу	2 163	4 449	4 648	5 035	4 335

За весь рассматриваемый период спрос превышает предложение в деятельности здравоохранения и социальных услуг. Что для ООО «МЕДЛАЙН» создает критический риск, способный существенно повлиять на операционную деятельность, финансовые показатели и качество услуг. Требуется незамедлительные меры по адаптации кадровой стратегии к изменяющимся рыночным условиям.

В связи с приведенной аналитикой риск дефицита квалифицированных специалистов на рынке: высокий уровень риска, вероятность – высокая, ущерб – высокий.

Последний риск, который будет обосновывать, это риск оттока квалифицированных кадров из ООО «МЕДЛАЙН». Данный риск напрямую связан с внешней рыночной ситуацией и внутренними процессами компании. Ключевым фактором удержания сотрудников, как правило, является конкурентная оплата труда, рисунок 3.

На рисунке 3 видно, что номинальная начисленная заработная плата в Свердловской области ежегодно растет (исключение было только в 2021 году). Стоит добавить, что оплата труда в ООО «МЕДЛАЙН» также ежегодно повышается и на немного отстает от средней по области. Что

касается конкурента рассматриваемой организации, то ООО «Земская больница» имеет самую низкую оплату труда на протяжении 3 лет.

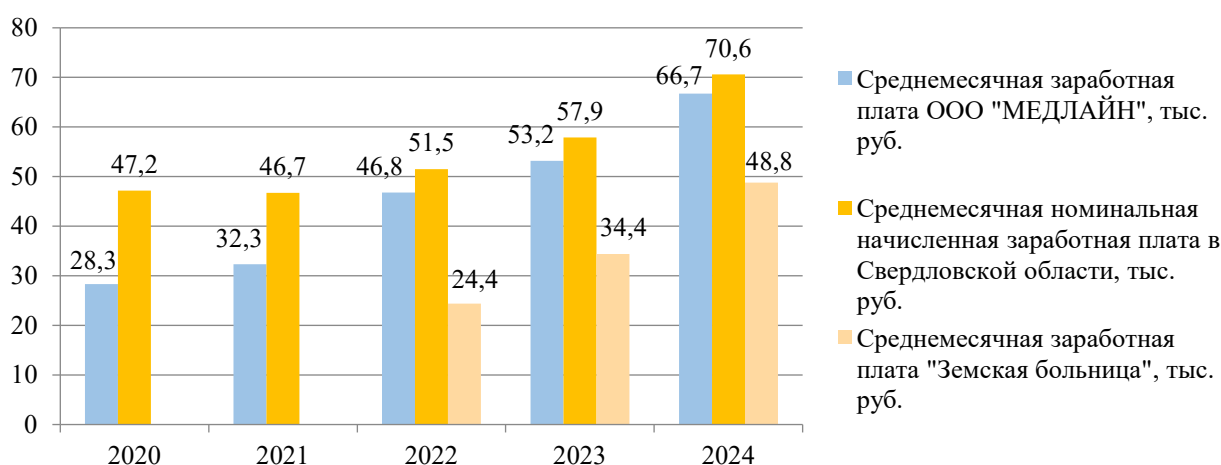


Рисунок 3 – Сравнение заработной платы [8, 9]

Исходя из этого, риск оттока специалистов из ООО «МЕДЛАЙН» относится к среднему уровню риска, вероятность – средняя, ущерб – высокий.

Таким образом, проведенный анализ подчеркивает необходимость системного подхода к оценке и мониторингу отраслевых рисков для обеспечения устойчивости медицинской организации.

Список литературы

1. Фомичева, Н. М. Управление рисками в медицинских организациях / Н. М. Фомичева // Экономическая безопасность: стратегические риски и угрозы. III Межвузовская научно-практическая конференция с международным участием: сборник статей. – СПб. : [Изд-во СПбГЭУ], 2016. – С. 180-183.

2. Об утверждении плана счетов бухгалтерского учета финансово - хозяйственной деятельности организации и инструкции по его применению: Приказ Министерства финансов РФ от 31 10 2000 N 94н. – Текст : электронный // Справочно-правовая система КонтурНорматив : [сайт]. –

URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=101061>
(дата обращения: 18.01.2026).

3. Отзывы на ООО «МЕДЛАЙН» - Текст : электронный // Яндекс Карты : [сайт]. – URL: <https://yandex.ru/maps/org/medlayn/1685715889/reviews/?ll=60.691171%2C56.751898&z=13> (дата обращения: 18.01.2026).

4. Отзывы о клинике ООО «МЕДЛАЙН» - Текст : электронный // НаПоправку : [сайт]. – URL: <https://napopravku.ru/ekb/clinics/medlajn-set-medicinciskij-cetrov/otzyvy/?sort=published> (дата обращения: 21.01.2026).

5. Поиск проверок – Текст : электронный // Генеральная прокуратура РФ ФГИС «Единый реестр контрольных (надзорных) мероприятий» ФГИС «Единый реестр проверок» : официальный сайт. – URL: <https://proverki.gov.ru/portal/public-search> (дата обращения: 19.01.2026).

6. «Медлайн» на Тверитина – Текст : электронный // Продокторов : [сайт]. – URL: https://prodoctorov.ru/ekaterinburg/lpu/4424-medlayn-medicinskiy-centr/otzivi/2/?rates_category=all (дата обращения: 24.01.2026).

7. Свердловская область стала одним из лидеров по дефициту врачей на Урале – Текст : электронный // URA.RU = Информационное агентство: [сайт]. – URL: <https://ura.news/news/1052975872> (дата обращения: 27.01.2026).

8. Управление Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и Курганской области : официальный сайт. – URL: <https://66.rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 28.01.2026).

9. Портал “Чекко” : [сайт]. – URL: <https://checko.ru/> (дата обращения: 18.01.2026).

УДК 004.9:631.52

**МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД В ИЗУЧЕНИИ НАСЛЕДИЯ
И.В. МИЧУРИНА: ИНФОРМАТИКА И МАТЕМАТИКА НА
СЛУЖБЕ ИСТОРИИ НАУКИ**

Колотова А.С., ассистент кафедры экономической безопасности и права
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, учитель ТОГАУ Мичуринский лицей,
г. Мичуринск, РФ
aleks.kolotova@yandex.ru

***Аннотация.** В статье представлен опыт применения междисциплинарного подхода к изучению жизни и научного наследия выдающегося селекционера Ивана Владимировича Мичурина. На примере учебного квеста демонстрируется, как методы информатики, теории кодирования, математического анализа и системного подхода могут быть использованы для анализа биографических данных, научных принципов и практических результатов деятельности ученого. Цель работы – показать потенциал интеграции историко-научного контента с заданиями по формированию цифровой грамотности и логического мышления.*

***Ключевые слова:** И.В. Мичурин, междисциплинарность, информатика, математика, селекция, кодирование информации, алгоритм, системный анализ, историческое наследие.*

**INTERDISCIPLINARY APPROACH IN THE STUDY OF THE
HERITAGE OF I.V. MICHURIN: COMPUTER SCIENCE AND
MATHEMATICS IN THE SERVICE OF THE HISTORY OF SCIENCE**

Kolotova A.S. Assistant at the Department of Economic Security and Law of
the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Michurinsky GAU, teacher of TOGAU Michurinsky Lyceum, Michurinsk, RF.
aleks.kolotova@yandex.ru

Abstract. *The article presents the experience of applying an interdisciplinary approach to the study of the life and scientific heritage of the outstanding breeder Ivan Vladimirovich Michurin. The example of a study quest demonstrates how methods of computer science, coding theory, mathematical analysis and a systematic approach can be used to analyze biographical data, scientific principles and practical results of a scientist's activities. The purpose of the work is to show the potential of integrating historical and scientific content with tasks for the formation of digital literacy and logical thinking.*

Key words: *I.V. Michurin, interdisciplinarity, computer science, mathematics, selection, information coding, algorithm, system analysis, historical heritage.*

Введение. Наследие И.В. Мичурина является классическим объектом изучения в курсах биологии и истории науки. Однако его систематический, почти алгоритмический подход к селекционной работе, скрупулезный учет данных и долгосрочное планирование представляют собой богатый материал для рассмотрения с позиций современных информационных и математических дисциплин [3]. Данная статья анализирует комплекс заданий, объединяющих эти направления, основываясь на междисциплинарных связях в преподавании информатики и математики [1-2].

1. Алгоритмизация и анализ деятельности.

Первым этапом квеста является восстановление расписания дня Мичурина (**Задание 1**). Это задание формирует представление об алгоритме как о строгой последовательности действий, характерной для научного труда. Анализ временной шкалы (**Задание 2**) – 1855 (начало работы в саду), 1872 (создание первого гибрида), 1888 (приобретение нового участка), 1912 (получение государственной поддержки), 1932 (переименование Козлова в Мичуринск), 1935 (год смерти) – позволяет визуализировать ключевые вехи его биографии, развивая навыки работы с хронологическими данными.

2. Математическое моделирование наследия.

Задание 3 предлагает выполнить базовые математические расчеты, переводящие абстрактные цифры наследия в конкретные величины:

60 лет научной деятельности $\approx 21\,900$ дней ($60 * 365$).

Создание 300 сортов в среднем ≈ 5 сортов в год ($300 / 60$).

Площадь питомника 10 га = 1000 соток.

Эти расчеты не только тренируют вычислительные навыки, но и дают количественную оценку масштаба и эффективности труда ученого.

3. Логический анализ и верификация принципов.

Задание 4 использует аппарат булевой алгебры (1 – верно, 0 – неверно) для проверки понимания принципов мичуринской селекции и фактов его биографии. Участник должен проверить такие утверждения, как:

Использование отдаленной гибридизации (1 – верно).

Быстрое получение результатов (0 – неверно, так как селекция – длительный процесс).

Если Мичурин создал 300 сортов, и каждый сорт требовал 5 лет работы, то он работал 1500 лет (0 – неверно, логическая ошибка, так как работа велась параллельно над многими сортами).

Это задание развивает критическое мышление и умение работать с импликациями.

4. Информатика и кодирование.

Цикл заданий (5, 6, 9, 12, 13, 14) посвящен основам информатики.

– **задание 5** - анализ известной цитаты «Мы не можем ждать милостей от природы...» включает подсчет символов (30 букв и пробелов) и расчет информационного объема ($30 * 8 \text{ бит} = 240 \text{ бит} = 30 \text{ байт}$).

– **задание 6** - работа с системами счисления: перевод 1101_2 (дереьев) в десятичную систему (13_{10}), вычисление погибших деревьев ($13 - 10 = 3$), перевод результата в двоичную систему (11_2).

– **задание 9** - кодирование текста в ASCII (для «ПЕПИН»: $207+197+207+210+213 = 1034$).

– **задания 12-14** - практика применения классических шифров (Цезаря, числового, перестановки) для «расшифровки» названий сортов и

терминов («ПРИВИВКА», «ГИБРИДИЗАЦИЯ», «МЕНТОР» и др.), что связывает криптографию с тематикой садоводства.

– **задание 13** - использование двоичного кода для описания признаков сортов (1101 → морозостойкий, крупноплодный, несладкий, ароматный), моделируя способ хранения информации в цифровых системах.

5. Системный подход и аналогии.

Задание 7 предлагает провести аналогию между деятельностью ученого и архитектурой компьютера:

Глаза Мичурина = *Устройства ввода (сенсоры)*

Его мозг = *Процессор (ОЗУ, АЛУ)*

Записные книжки = *Память (жесткий диск)*

Руки при прививке = *Устройства вывода (манипуляторы)*

Эта аналогия помогает понять фундаментальный принцип обработки информации: ввод → обработка → хранение → вывод.

6. Прикладные расчеты и анализ данных.

Задания 8, 10, 11 фокусируются на прикладной математике и анализе данных:

– перевод единиц измерения ($2.5 \text{ га} = 250 \text{ ар} = 25\,000 \text{ м}^2$) и расчет емкости участка ($25\,000 \text{ м}^2 / 16 \text{ м}^2/\text{дерево} \approx 1562 \text{ дерева}$).

– решение задач на проценты ($80\% \text{ от } 150 \text{ деревьев} = 120 \text{ деревьев}$) и перевод единиц массы ($120 \text{ дер.} * 25 \text{ кг/дер} = 3000 \text{ кг} = 30 \text{ ц}$).

– анализ таблицы урожайности для расчета средних значений (Антоновка: $(20+22+25)/3 \approx 22.3$; Бельфлёр: $(25+28+30)/3 \approx 27.7$) и определение сорта с большим приростом (Бельфлёр: прирост на 5 кг против 5 кг у Антоновки, но с более высокого базового уровня).

Заключение. Представленный комплекс заданий демонстрирует высокий потенциал междисциплинарного подхода в образовании и научно-популярной деятельности. Интеграция историко-биографического материала о И.В. Мичурине с задачами по информатике и математике позволяет не только углубить понимание его вклада в науку, но и сформировать у учащихся ключевые компетенции XXI века –

вычислительное мышление, умение работать с данными, понимание принципов кодирования и системный анализ. Такой подход делает изучение истории науки динамичным, релевантным и способствует формированию целостной картины мира.

Список литературы

1. Никитин, П. В. Применение междисциплинарного подхода в обучении будущих учителей информатики // ОТО. 2010. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-mezhdistsiplinarnogo-podhoda-v-obuchenii-buduschih-uchiteley-informatiki> (дата обращения: 23.12.2025).

2. Салманов, В. И. Междисциплинарные связи в преподавании информатики и математики // Мир педагогики и психологии: международный научно-практический журнал. 2022. № 08 (73). Режим доступа: <https://scipress.ru/pedagogy/articles/mezhdistsiplinarnye-svyazi-v-prepodavanii-informatiki-i-matematiki.html> (Дата обращения: 26.08.2022).

3. Татаринцев, А.С. Некоторые вопросы учения И. В. Мичурина о закономерностях живой природы // «Вопросы философии», № 5. 1955, с.112-119.

УДК 331.45

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ МОНИТОРИНГА О СОСТОЯНИИ УСЛОВИЙ И ОХРАНЫ ТРУДА У РАБОТОДАТЕЛЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Кононенко А.С., Солонникова Н.В., доцент кафедры безопасности
жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
технологический университет», г. Краснодар, РФ
kubstu-kbg@mail.ru

***Аннотация.** Проанализированы ключевые тенденции и причины летальных производственных травм в организациях региона за 2020–2025 годы. Зафиксирован положительный динамический тренд — уменьшение количества случаев профессиональных травм. Обозначены барьеры, ограничивающие повышение эффективности регионального контроля за условиями труда, а также предложены направления решения существующих вызовов в сфере профилактики несчастных случаев на рабочем месте.*

***Ключевые слова:** несчастный случай, охрана труда, профилактика, «Катарсис» - 8.0.*

IMPROVING THE COLLECTION AND PROCESSING OF MONITORING INFORMATION ON OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY AT EMPLOYERS IN THE KRASNODAR KRAI

Kononenko A.S., Solonnikova N.V., Associate Professor, Department of Life
Safety, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation
kubstu-kbg@mail.ru

***Abstract.** The key trends and causes of fatal occupational injuries in regional organizations for 2020–2025 were analyzed. A positive dynamic trend— a decrease in the incidence of occupational injuries—was recorded. Barriers*

limiting the effectiveness of regional monitoring of working conditions were identified, and solutions to existing challenges in workplace accident prevention were proposed.

Keywords: *accident, labor safety, prevention, "Catharsis" - 8.0.*

Краснодарский край демонстрирует активное развитие, лидируя в таких ключевых отраслях, как строительство, агропромышленный комплекс, переработка и транспорт. Благодаря своей привлекательности для инвесторов, обусловленной выгодным расположением, развитой инфраструктурой, доступным жильем и высоким уровнем жизни, Кубань стабильно привлекает мигрантов, что способствует росту населения и трудовых ресурсов. Приоритетами региона являются устойчивый экономический рост и обеспечение безопасности граждан на работе и в быту. Подпрограмма "Улучшение условий и охраны труда", являющаяся частью государственной программы "Содействие занятости населения", призвана уменьшить уровень производственного травматизма.

Данная подпрограмма, утвержденная постановлением главы администрации (губернатора) Краснодарского края от 16.11.2015 № 1036 (в редакции от 26.03.2024), ставит перед собой следующие основные цели: повышение уровня безопасности и комфорта на рабочих местах, снижение числа случаев производственного травматизма и профессиональных заболеваний [1].

Данный мониторинг осуществляется в отношении всех организаций, объединений организаций и индивидуальных предпринимателей, расположенных на территории Краснодарского края, независимо от их организационно-правовых форм и ведомственной принадлежности:

- Межрегионального территориально государственной инспекции труда в Краснодарском крае и Республике Адыгея;
- Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Краснодарскому краю;
- Государственного учреждения - Краснодарского регионального отделения Фонда социального страхования Российской Федерации;

- Отделения Фонда пенсионного и социального страхования Российской Федерации по Краснодарскому краю;
- Федерального учреждения «Главное бюро медико-социальной экспертизы» по Краснодарскому краю;
- Северо-Кавказского управления Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору [2].

Контроль за условиями, охраной труда и здоровья охватывает все 44 муниципалитета края. В рамках этой системы специалисты Филиалов Центра занятости населения (ЦЗН) проводят проверку, анализ и обработку поступающей информации.

Информация, собранная от работодателей и обработанная специалистами Центра занятости населения, передается в единую региональную информационную систему «Катарсис» версии 8.0, показанную на рисунке 1. Данная система создана для обеспечения эффективного и скоординированного взаимодействия всех уровней службы занятости населения Министерства труда и социального развития Краснодарского края. Кроме того, «Катарсис» способствует автоматизации оказания государственных услуг в электронном виде через портал госуслуг, интегрируется с другими информационными системами через СМЭВ, а также поддерживает юридически значимый электронный документооборот с организациями с помощью программного обеспечения «Электронный работодатель».

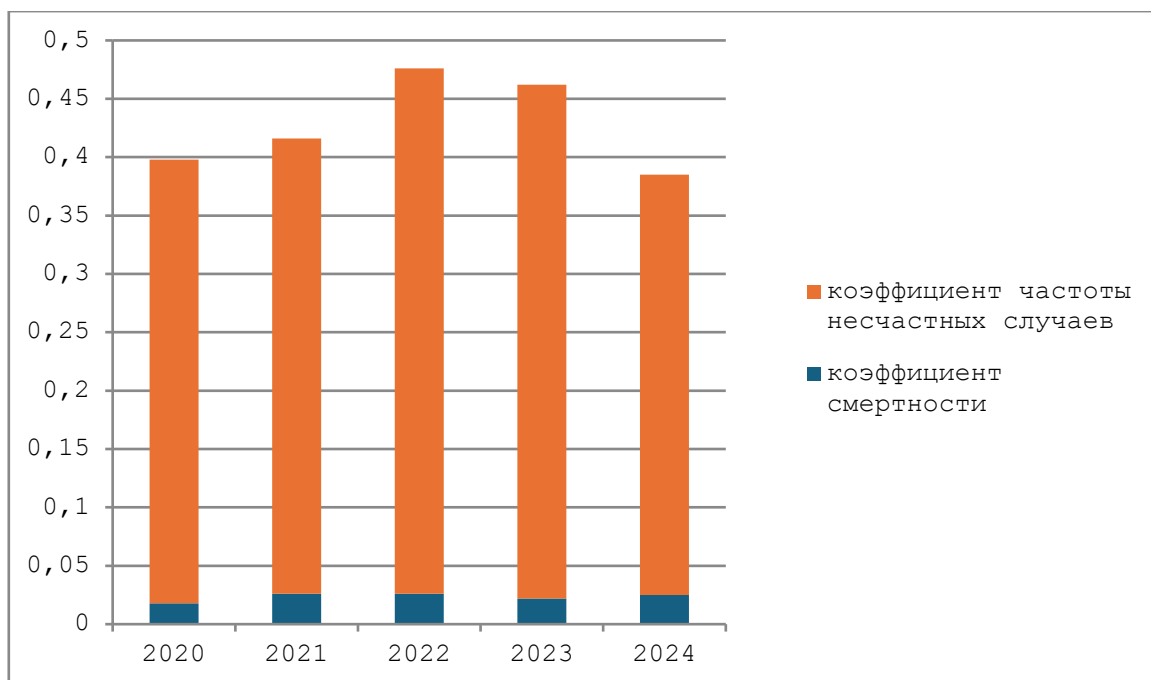


Рисунок 2 - Коэффициенты смертности и частоты за 2020-2024 гг.

Предусмотренный мониторинг также позволяет проводить анализ несчастных случаев, группируя их по возрасту пострадавших за необходимый временной отрезок.

В таблице 1 представлена информация о группировке по возрасту пострадавших за 2020 – 2024 гг.

Таблица 1 – Группировка по возрасту пострадавших за 2020 – 2024 г.г.

Возраст погибших в результате несчастных случаев на производстве, лет	Количество погибших за период (год), чел.					Всего погибших, чел
	2020	2021	2022	2023	2024	
От 18 до 30	16	6	8	5	6	41
От 30 до 40	15	11	10	10	14	60
От 40 до 50	24	7	8	15	12	66
От 50 до 60	21	10	14	11	7	63
Старше 60	6	3	5	4	3	21

Исследование информации за последние пять лет (с 2020 по 2024 год) показало, что работники в возрасте от 40 до 50 лет (66 человек) и от 50 до 60 лет (63 человека) чаще всего сталкиваются с травмами, которые заканчиваются летальным исходом.

Исследование причин производственных травм в Краснодарском крае выявило ряд ключевых проблем. Среди них – отсутствие у большинства работодателей (70 % по данным мониторинга 2024 года) действующих систем управления охраной труда и процедур оценки профессиональных рисков. Также отмечается низкий уровень знаний трудового законодательства и охраны труда у руководителей, специалистов и индивидуальных предпринимателей, а также недостаточная осведомленность работников. Эти факторы приводят к частым нарушениям норм Трудового кодекса и отраслевых правил. Кроме того, не хватает эффективных экономических стимулов для работодателей и качественной профилактической работы. На основе этих выводов разрабатываются конкретные меры по снижению производственного травматизма в регионе.

Вывод: Анализ, проделанный Министерством труда и социального развития Краснодарского края анализ, основанный на данных, предоставленных работодателями в соответствии с постановлением главы администрации (губернатора) Краснодарского края от 21.12.2012 № 1591 «О формах и сроках представления информации о состоянии условий и охраны труда в организациях Краснодарского края», позволяет сформировать понимание о динамике производственного травматизма в регионе.

Стратегия решения проблемы: Для обеспечения своевременного и полного предоставления работодателями отчетности по охране труда, реализуется комплекс мер по их информированию. Это включает проведение регулярных образовательных мероприятий (семинаров, совещаний, круглых столов) и систематическое размещение информационных материалов в местных СМИ на ежеквартальной основе.

Постановление губернатора края регламентирует мониторинг условий и охраны труда, внося изменения в Закон Краснодарского края "Об охране труда". Министерство ежеквартально направляет в

Государственную инспекцию труда перечни организаций, не предоставивших своевременно сведения об охране труда, для привлечения к административной ответственности [4].

Чтобы сделать работу в Краснодарском крае максимально безопасной, Министерство труда и социального развития активно внедряет новую стратегию – «нулевой травматизм». Это современный подход к охране труда, который должен помочь достичь этой важной цели.

Список литературы

1. Об утверждении государственной программы Краснодарского края «Содействие занятости населения» и о признании утратившими силу некоторых нормативных правовых актов главы администрации (губернатора) Краснодарского края: постановление главы администрации (губернатора) Краснодарского края от 16.11.2015 г. № 1036 (с изменениями и дополнениями) // ГАРАНТ.РУ : Информационно-правовой портал : сайт. – URL: <http://base.garant.ru/36909497/> (дата обращения 15.01.2026).

2. О проведении общероссийского мониторинга состояния условий и охраны труда: приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 03.12.2024 г. №661. // КонтурНорматив : сайт. - URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=484990> (дата обращения 15.01.2026).

3. О формах и сроках предоставления информации о состоянии условий и охраны труда в организациях Краснодарского края (с изменениями на 21 ноября 2024). // Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации : сайт. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/422449543> (дата обращения 20.01.2026)

4. Об охране труда: закон Краснодарского края от 03.06.1998 г. № 133-КЗ (с изменениями на 4 апреля 2025). // Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации : сайт. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/461601441> (дата обращения 15.01.2026).

ИНСТРУМЕНТЫ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Крохмалева А.В., старший преподаватель, соискатель ученой степени кандидата наук, ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Луганск, ЛНР, РФ
kotoutlook@mail.ru

***Аннотация.** Максимальная эффективность в достижении сбалансированного развития региона возможна лишь при системном, взаимоусиливающем сочетании всего спектра инструментов, адаптированных под конкретные задачи региональной политики. Для достижения сбалансированного развития региона в настоящее время возникает необходимость разработки целостной системы взаимодополняющих инструментов. В работе предложена авторская классификация инструментов регионального развития, дополняющая традиционные подходы выделением инновационных и цифровых категорий.*

***Ключевые слова:** регион, развитие, сбалансированность, инструменты, результат.*

INSTRUMENTS OF REGIONAL DEVELOPMENT

Krokhmaleva A.V.

Senior Lecturer, applicant for the academic degree of candidate of sciences,
Lugansk State University named after Vladimir Dal,
Lugansk, LPR, Russian Federation
kotoutlook@mail.ru

***Abstract.** The maximum efficiency in achieving balanced regional development is possible only through a systematic, mutually reinforcing combination of the entire range of tools adapted to the specific objectives of regional policy. To achieve balanced regional development, it is currently necessary to develop a comprehensive system of complementary tools. The paper*

proposes an author's classification of regional development tools, which complements traditional approaches by highlighting innovative and digital categories.

Keywords: *region, development, balance, tools, result.*

В условиях усиления внутренней дифференциации и внешних геополитических вызовов достижение сбалансированного развития регионов становится основой национальной безопасности и устойчивого роста. Ключевой проблемой является отсутствие системной методологии. Зачастую применяемый инструментарий фрагментарен, не синхронизирован со стратегическими целями и не учитывает потенциал новейших цифровых и инновационных механизмов.

Сбалансированное развитие региона требует комплексного подхода, основанного на применении различных инструментов: экономических, административных, инфраструктурных, информационных, инновационных и цифровых. Их синергия обеспечивает максимальную результативность.

Среди них ключевую роль играют экономические механизмы.

Налоговая политика — использование региональных налогов, налоговых льгот для приоритетных отраслей, субсидий и грантов для бизнеса, дифференцированных ставок.

Бюджетная политика — направлена на оптимальное распределение ресурсов через программно-целевое бюджетирование и создание фондов регионального развития с принципом софинансирования проектов.

Основой инвестиционной политики региона является целенаправленное привлечение капитала. Ключевым инструментом для этого служит формирование территорий с особыми экономическими условиями, таких как особые экономические зоны и территории опережающего социально-экономического развития, которые предлагают инвесторам льготный режим.

Кредитная политика направлена на поддержку предпринимательства, в первую очередь через механизм льготного кредитования субъектов малого бизнеса, что стимулирует их развитие и рост [1, с. 11-12].

Административные методы регионального развития опираются на формирование чёткой нормативно-правовой базы, разработку стратегий социально-экономического развития и реализацию комплексных целевых программ.

Ключевую роль в создании условий для роста играет развитие инфраструктуры – транспортной, логистической, коммунальной и телекоммуникационной.

Информационные инструменты реализуются через продвижение регионального бренда и применение современных инструментов маркетинга территорий [2, с. 20].

Отдельно следует выделить инновационные инструменты и цифровые технологии [3, с. 584].

Так, к цифровым инструментам относятся системы электронного документооборота, платформы для оказания госуслуг и другие аналогичные решения. На основе анализа научных источников существующая классификация инструментов регионального развития была уточнена и расширена (таблица 1).

Таблица 1 – Инструменты регионального развития (разработано автором)

Инструменты	Содержание	Примеры	Цель
Экономические инструменты	Налоговая политика	Снижение ставок по кредитам для отдельных категорий, налоговые каникулы	Стимулирование приоритетных видов деятельности, поддержка малого бизнеса, привлечение инвестиций
	Бюджетная политика	Субсидии, гранты, софинансирование	Перераспределение средств, прямое финансирование ключевых отраслей
	Инвестиционная политика	Венчурные фонды, фонды развития промышленности	Привлечение частных инвестиций для развития экономики
	Кредитная политика	Программы льготного кредитования	Повышение доступности заемных средств
Административные	Нормативно-правовая база	Законы «О поддержке малого и среднего	Создание стабильных правил для ведения

Инструменты	Содержание	Примеры	Цель
		предпринимательства »	хозяйственной деятельности
	Программы и стратегии социально-экономического развития	Государственные программы РФ, стратегии социально-экономического роста.	Определение приоритетов, координация участников программ, распределение ресурсов
Инфраструктурные инструменты	Создание и совершенствование инфраструктуры	Строительство дорог, развитие социальной инфраструктуры и пр.	Повышение инвестиционной привлекательности, улучшение качества жизни
Информационные инструменты	Цифровизация управления	Система мониторинга социально-экономического развития, порталы предоставления услуг	Продвижение возможностей региона, обеспечение открытости управления
Инновационные инструменты	Инновационное развитие	Гранты и субсидии НИОКР, поддержка инновационных предприятий	Диверсификация экономики, повышение технологического уровня, повышение конкурентоспособности
Цифровые инструменты	Цифровизация среды	Единый портал услуг региона, цифровизация мер поддержки бизнеса	Повышение качества жизни, повышение эффективности управления
Информационные инструменты	Цифровизация управления	Система мониторинга социально-экономического развития, порталы предоставления услуг	Продвижение возможностей региона, обеспечение открытости управления

Таким образом, предложенная классификация инструментов регионального развития, дополняет традиционные подходы выделением инновационных и цифровых категорий.

Основой системы инструментов регионального развития остаются экономические инструменты (налоговые, бюджетные, инвестиционные, кредитные). Они формируют непосредственные материальные стимулы для бизнеса и населения, напрямую влияя на инвестиционный климат и деловую активность.

Интеграция в единую систему современных категорий – инновационных и цифровых инструментов развития, отражает тренды

технологической трансформации. Система инструментов развития региона имеет целевой и проблемно-ориентированный подход к обеспечению сбалансированного развития региона.

Список литературы

1. Шевченко, И. В. Инструменты поддержки устойчивого развития региона / И. В. Шевченко, Е. С. Токарева // Экономика: теория и практика. – 2025. – № 2 (78). – С. 11-15.

2. Коваленко, Н. В. Основные направления совершенствования организационно-экономических инструментов стратегического управления конкурентоспособностью региона / Н. В. Коваленко, Ю. А. Оникийчук // Экономический вестник ДонГТУ. – 2023. – № 17. – С. 17-24.

3. Сумина, Е. В. Социальные и инновационные приоритеты модели устойчивого развития региона / Е. В. Сумина, А. А. Бадюков // Вопросы инновационной экономики. – 2024. – Т. 14. – № 2. – С. 583-602.

УДК 659.1:338.48

ЭВОЛЮЦИЯ ПОДХОДОВ К ФОРМИРОВАНИЮ БРЕНДА ТЕРРИТОРИИ

Куган С.Ф., д-р. экон. наук, доцент, начальник управления подготовки научных кадров высшей квалификации УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»,

г. Минск, Республика Беларусь

sfkugan@mail.ru

Осташко О.Ю., аспирант, ассистент кафедры экономической теории и маркетинга УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ostashko@belstu.by

***Аннотация.** В статье рассматривается эволюция научных подходов к формированию и развитию бренда территории. На основе анализа зарубежных и отечественных исследований систематизированы ключевые*

этапы становления территориального брендинга – от примитивных форм репутационного представления территории до современного бренд-ориентированного подхода, интегрированного в стратегию социально-экономического развития. Показано, что развитие концепции бренда территории носит поэтапный, кумулятивный характер, при котором каждый новый этап не отменяет предыдущий, а дополняет и совершенствует его.

Ключевые слова: бренд территории, территориальный брендинг, эволюция подходов, идентичность территории, конкуренция, стратегическое управление, репутация региона.

THE EVOLUTION OF APPROACHES TO THE FORMATION OF THE TERRITORY'S BRAND

Kugan S.F., Dr. Sci. (Economics), Docent, Head of the Department for the Training of Highly Qualified Scientific Personnel at the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus
sfkugan@mail.ru

Ostashko O.Y., post-graduate student, assistant at the Department of Economic Theory and Marketing of the Educational Institution of Higher Education «Belarusian State Technological University», Minsk, Republic of Belarus
ostashko@belstu.by

Annotation. *The article examines the evolution of scientific approaches to the formation and development of the territory's brand. Based on the analysis of foreign and domestic research, the key stages of the formation of territorial branding are systematized – from primitive forms of reputational representation of the territory to a modern brand-oriented approach integrated into the strategy of socio-economic development. It is shown that the development of the territory brand concept is phased, cumulative, in which each new stage does not cancel the previous one, but complements and improves it.*

Keywords: *brand of the territory, territorial branding, evolution of approaches, identity of the territory, competition, strategic management, reputation of the region.*

Несмотря на активное использование практик территориального брендинга, в научной литературе до сих пор существует необходимость систематизации этапов его формирования и анализа эволюции подходов к управлению брендом территории.

Цель статьи – проследить эволюцию научных и практических подходов к формированию бренда территории, выделить ключевые этапы его развития и показать, как современный бренд-ориентированный подход интегрирует маркетинг, стратегическое управление и культурную политику территории.

Основная часть. Анализ научных источников позволяет выделить несколько взаимосвязанных этапов формирования концепции бренда территории, смена которых носит хронологический и кумулятивный характер (рис. 1).

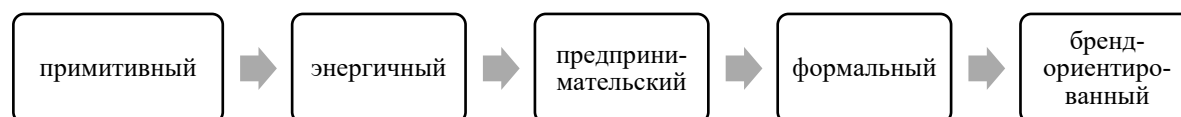


Рисунок 1 - Этапы исследования в области бренда территории [1]

Примитивный этап (до XIX века) характеризуется отсутствием системного понимания бренда территории в современном смысле. Формирование бренда города происходило под влиянием политических, управленческих и культурных факторов. Основную роль в этом процессе играли представители власти и городской элиты. Инструменты, применявшиеся в этот период, отличались фрагментарностью и интуитивностью. К ним относились меценатство и покровительство искусству, возведение монументальных архитектурных сооружений, заказ живописных полотен, изображающих городские пейзажи, а также

распространение гравюр и открыток, отражающих облик города. Подобные действия способствовали формированию визуального и символического образа территории, однако не опирались на системное планирование и маркетинговые принципы.

Бренд территории на данном этапе выполнял преимущественно идентификационную функцию, подчеркивая статус, престиж и символическую значимость пространства [1].

Постепенно, с развитием индустриализации и рыночных отношений, на смену интуитивным практикам приходит целенаправленное формирование территориальной идентичности, что обусловило переход ко второму этапу – энергичному подходу. Этот этап эволюции бренда территории, условно обозначаемый как **«энергичный подход»** (XIX – начало XX века) связан с индустриализацией, урбанизацией и развитием рыночной экономики. На данном этапе уже присутствует зарождение целенаправленной деятельности по созданию территориальной идентичности, то есть формированию устойчивого комплекса ассоциативных представлений, отличающих конкретное место от других. Появляются первые практики позиционирования городов и регионов с использованием коммуникационных и рекламных инструментов. Примером подобной практики служит деятельность предпринимательских кругов Атланты в 1920-е годы, когда город позиционировался как современный промышленный центр, способный привлечь капитал и трудовые ресурсы [2].

В этом период территория начинает рассматриваться как объект конкуренции за инвестиции, рабочую силу и ресурсы. Несмотря на отсутствие институционализированного управления брендом, закладываются основы понимания территориальной идентичности и целевых аудиторий.

Эти зарождающиеся практики позиционирования и конкуренции за ресурсы создали основу для последующего предпринимательского этапа, когда брендинг территории стал рассматриваться как стратегический инструмент социально-экономического развития. Данный этап (с середины

1970-х годов) обусловлен глобализацией, деиндустриализацией и ростом межтерриториальной конкуренции. Города и регионы начинают позиционировать себя как субъекты рыночных отношений, разрабатывая стратегии развития и продвижения.

Именно в этот период бренд территории начинает рассматриваться как стратегический инструмент социально-экономического развития и управления репутацией определенной территории. Он перестаёт быть исключительно коммуникационным инструментом, а становится частью стратегии территориального менеджмента территории [3].

В рамках данного подхода появляются комплексные программы позиционирования городов и регионов, основанные на принципах стратегического маркетинга. Регионы начинают активно использовать методы коммерческого брендинга: разработку уникального торгового предложения, построение эмоционального капитала бренда, сегментацию целевых аудиторий, формирование визуальной идентичности (логотип, слоган, дизайн-код).

Таким образом, развитие комплексных программ позиционирования и внедрение принципов стратегического маркетинга на практике закономерно привели к следующему этапу развития бренда территории – формализованному. Данный этап охватывает период 1990-х годов и характеризуется становлением территориального маркетинга и брендинга как самостоятельной научной и управленческой дисциплины. На этом этапе территориальный брендинг начинает рассматриваться не просто как набор коммуникационных инструментов, а как системный процесс управления восприятием территории с ориентацией на потребности целевых аудиторий.

В этот период появляются системные научные исследования, обосновывающие применение маркетинговых подходов к управлению развитием территорий. Ключевой характеристикой этапа становится ориентация на целевые аудитории и институционализация процессов территориального брендинга. Маркетинг и брендинг территории перестаёт быть вспомогательной функцией и превращается в элемент стратегического управления.

Одним из важных событий данного периода стало издание книги Ф. Котлера, Д. Хайдера и И. Рейна «Маркетинг территорий: привлечение инвестиций, промышленности и туризма в города, штаты и страны» в 1993 г., в которой системно обосновывается использование маркетинга для комплексного продвижения территорий. Авторы определяют маркетинг территории как «проектирование места, которое будет удовлетворять потребности целевых рынков», акцентируя внимание на анализе стратегий привлечения так называемых «покупателей мест». Этот подход стал теоретической основой для формирования практических инструментов управления маркетингом и брендом территории [4].

Главной отличительной чертой формализованного этапа является **ориентация на клиента**, то есть на конкретные целевые аудитории территории.

Таким образом, системное осмысление территориального маркетинга и брендинга стали предпосылкой для современного бренд-ориентированного этапа, в рамках которого бренд территории рассматривается как интеграционная платформа для управления экономическими, культурными и социальными аспектами развития региона.

Начиная с начала XXI века, брендинг территории становится **стандартной управленческой практикой**. Ключевыми детерминантами данного этапа стали процессы **глобализации, цифровизации и роста мобильности населения и капитала**. Конкуренция между территориями усилилась не только в экономическом, но и в символическом пространстве – за внимание инвесторов, туристов, студентов, специалистов креативных профессий и жителей. В результате территории вынуждены формировать чёткую и привлекательную идентичность, отражающую их уникальность и конкурентные преимущества.

На данном этапе широкое распространение получает практика разработки официальных брендов городов и регионов. Эти проекты представляют собой синтез стратегического менеджмента, маркетинга и

культурной политики, где бренд становится инструментом трансляции ключевых смыслов и ценностей территории.

Таким образом, **бренд-ориентированный подход** знаменует переход к новому типу управления территориальной репутацией, основанному на принципах стратегической согласованности, устойчивого развития и вовлеченности сообществ. Бренд перестаёт быть лишь инструментом маркетинга – он становится **интеграционной платформой**, соединяющей экономические, культурные, социальные и коммуникативные измерения территориальной политики.

Заключение. Таким образом, эволюция научных подходов к формированию бренда территории свидетельствует о постепенном усложнении данного понятия – от символического представления пространства к многоуровневой системе стратегического управления территориальной идентичностью и репутацией. Современный бренд-ориентированный подход отражает переход от фрагментарных коммуникационных практик к интегрированному управлению развитием территории.

Список литературы

1. **Осташко, О. Ю.** Эволюция развития бренда территории = Evolution of the territory's brand development / О. Ю. Осташко // Инновации: от теории к практике : сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции, Брест, 19–20 октября 2023 года : в 2 частях / Министерство образования Республики Беларусь, Брестский областной исполнительный комитет, Брестский научно-технологический парк, Брестский государственный технический университет ; редкол.: Г. Б. Медведева [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2023. – Часть 1. – С. 186–190.

2. **Eshuis J., Klijn E.-H., Braun E.** Place marketing and citizen participation: branding as strategy to address the emotional dimension of policy making? // International Journal of Administrative Science. 2017. Vol. 80. Iss. 1. Pp. 151-171.

3. Eskiev, M. A. Brand management as a Science of Brand Control. In: Z.A. Saidov (Ed.), Impact of the new geopolitical reality on public administration and development of the Russian Federation. Materials of the II All-Russian Scientific and Practical Conference. 2019. – pp. 220–223.

4. Котлер, Ф. Маркетинг мест: Привлечение инвестиций, предприятий, жителей и туристов в города, коммуны, регионы и страны Европы / Ф. Котлер, К. Асплунд, И. Рейн, Д. Хайдер ; [пер. с англ. М. Аккая при участии В. Мишучкова]. – Санкт-Петербург : Стокгольм. шк. экономики, 2005. – 375 с. – ISBN 5–315–00027–3.

УДК 629.735.083:004.932

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Лазарев А.Е., магистр,
«Северный (Арктический) федеральный университет имени.
М.В. Ломоносова»,
г. Архангельск, Архангельская область, РФ,
lazarev.a@edu.narfu.ru

***Аннотация.** Работа посвящена исследованию инновационных процессов в области построения систем управления беспилотными летательными аппаратами, ориентированных на эффективное выполнение задач по прямолинейному движению с минимальными ошибками позиционирования. Актуальность исследования обусловлена возрастающей ролью беспилотных систем в экономике, технике и науке, необходимостью разработки новых методов и технологий, направленных на повышение производительности и безопасности беспилотных платформ. Статья охватывает широкий спектр вопросов: от*

теоретического обоснования алгоритмов управления до практических аспектов реализации и тестирования таких систем.

Ключевые слова: беспилотники, инновационные технологии, управление движением, моделирование, обработка сигналов, оптимальное управление, стабилизация траекторий.

INNOVATIVE APPROACHES TO THE CONTROL OF UNMANNED AERIAL VEHICLES: THEORY AND PRACTICE

Lazarev A.E., Master's Degree Student,
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov,
Arkhangelsk, Arkhangelsk Region, Russian Federation,
lazarev.a@edu.narfu.ru

Abstract. *The work is devoted to studying innovative processes in the field of designing control systems for unmanned aerial vehicles, aimed at effectively accomplishing tasks related to linear motion with minimum positioning errors. The relevance of the research stems from the growing role of unmanned systems in economics, technology, and science, necessitating the development of novel methods and technologies aimed at enhancing productivity and safety of unmanned platforms. The article covers a wide range of issues, ranging from theoretical foundations of control algorithms to practical aspects of implementation and testing such systems.*

Keywords: *drones, innovative technologies, motion control, modelling, signal processing, optimal control, trajectory stabilization.*

1. Введение

Современное развитие технологических отраслей выдвигает требования к обеспечению надежной и высокопроизводительной работы беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Повышение точности выполнения поставленных задач, таких как доставка грузов, разведка территорий и мониторинг инфраструктуры, связано с разработкой новых методов управления этими аппаратами. Современные тенденции указывают

на необходимость комплексного подхода, объединяющего теорию оптимального управления, обработку сигналов и практические эксперименты.

2. Постановка задачи оптимального управления

Рассматривается классическая задача управления движением беспилотника по заданной траектории. Цель состоит в минимизации отклонения от заданного маршрута при условии наличия ограничивающих факторов: мощности двигателя, массы аппарата, характеристик атмосферы и особенностей окружающей среды [1]. Формулируем задачу оптимальным управлением следующим образом:

Пусть $q(t)=(x(t),y(t))$ — позиция аппарата в момент времени t . Тогда динамика движения определяется дифференциальным уравнением вида:

$$\dot{q} = f(q, u) + w(t), \quad (1)$$

где $f(\cdot, \cdot)$ — нелинейная функция динамики аппарата, $u(t)$ — управляющий сигнал, $w(t)$ — аддитивный белый гауссовский шум.

Требуется определить такое управление u^* , при котором критерий функционала стоимости:

$$J(u) = E \left\{ \int_0^T L(q, u, t) dt \right\} \rightarrow \min_u, \quad (2)$$

где $L(q, u, t)$ — функция штрафа за отклонение от маршрута, достигается минимальное значение.

Решается данная задача методами динамического программирования и стохастического градиентного спуска.

3. Алгоритмы стабилизации траектории

При движении беспилотника возникают дополнительные сложности, обусловленные влиянием ветра, турбулентности воздуха и прочими факторами. Чтобы минимизировать влияние этих факторов, предлагается применять адаптивные методы стабилизации, основанные на обратной связи с датчиками (гироскоп, акселерометры и др.) [2].

Например, рассмотрим ситуацию, когда прибор выдает сигналы с некоторой задержкой. Применяется фильтр Калмана [3], позволяющий оценить действительное положение аппарата с минимизацией дисперсии ошибок:

$$\hat{q}_{k+1} = (F\hat{q}_k + B_{\mu k}) + (I - KC)(y_k - C\hat{q}_k), \quad (3)$$

где μk — предсказанное значение управления, F, B, C, K, I — соответствующие матрицы коэффициентов фильтра.

Такой подход повышает точность и снижает зависимость от случайных воздействий.

4. Оптимизация маршрутов

Эффективность работы беспилотника зависит от рационального выбора маршрута. В условиях плотной городской застройки и сложной рельефной поверхности целесообразно применить графовые алгоритмы планирования маршрута [4]. Наиболее эффективным представляется метод поиска кратчайшего пути методом Дейкстры:

- 1) формируется граф окрестностей территории, вершины которой соответствуют возможным контрольным точкам движения;
- 2) каждая вершина связывается ребрами с соседними вершинами, длина ребра соответствует расстоянию между двумя точками;
- 3) используя метод Дейкстры, находится минимальный маршрут, удовлетворяющий критериям оптимальности.

5. Примеры и экспериментальные результаты

Подтверждением эффективности предложенных методов служит ряд лабораторных и натурных экспериментов. Приведем простой численный пример:

Пусть дана точка старта (0,0) и конечная точка (10,10). Запускаем симуляцию движения с применением адаптивного управления и графика поиска путей. Полученные результаты показывают значительное снижение среднеквадратичного отклонения по сравнению с традиционными подходами [5].

6. Заключение

Разработка инновационных методов управления беспилотными летательными аппаратами позволяет значительно повысить их функциональность и надежность. Показано, что сочетание математических методов оптимального управления и современных алгоритмов фильтрации и обработки сигналов способно обеспечить эффективное функционирование беспилотных аппаратов даже в неблагоприятных условиях. Эти разработки имеют значительный потенциал для дальнейшего развития и практического применения в широком спектре областей человеческой деятельности.

Список литературы

- 1. Бумай, А. Ю.** Методы построения траекторий движения беспилотных летательных аппаратов при облете заданных областей пространства. // Системный анализ и прикладная информатика. - 2024. - № 2. - С. 25–27.
- 2. Гайдук, А. Р., Капустян, С. Г., Шаповалов, И. О.** Алгоритм управления движением группы мобильных роботов в условиях неопределенности // Инженерный вестник Дона. - 2018. - № 3.
- 3. Каршов, Р. С.** Применение фильтра Калмана в системе стабилизации БПЛА вертолетного типа // Проблемы современной науки и образования. - 2016. - № 9. – С. 23-25.
- 4. Морозов, П. А.** Способы оценки точности стабилизации высоты маловысотного полета беспилотного летательного аппарата с учетом турбулентного ветра // Воздушно-космические силы. Теория и практика. - 2025. - № 34. - С. 37–49.
- 5. Вольников, М. И.** Моделирование движения беспилотных летательных аппаратов // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. - 2023. - № 3. - С. 42–48.

УДК 368.8

**ФИНАНСОВОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
ОБЪЕКТАХ: МОДЕЛЬ ИНТЕГРАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА
ЗАЩИЩЁННОСТИ (Кз)**

Ланцов Н.О., Солонникова Н.В., доцент кафедры безопасности
жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
технологический университет»,
г. Краснодар, РФ
kubstu-kbg@mail.ru

***Аннотация.** Анализ данных Ростехнадзора выявляет ключевую проблему: высокий травматизм на ОПО вызван системными нарушениями (человеческий фактор, износ), а не авариями. Надзорные меры не создают экономических стимулов для их устранения. В статье предлагается модель интегрального коэффициента защищённости (Кз) – инструмент риск-ориентированного страхования, который количественно оценивает контроль над рисками и напрямую связывает его со стоимостью страховой защиты. Внедрение Кз создает прямой финансовый интерес предприятий к инвестициям в профилактику, дополняя госнадзор рыночным механизмом.*

***Ключевые слова:** опасные производственные объекты, промышленная безопасность, финансовое стимулирование, коэффициент защищённости (Кз), страховой андеррайтинг, человеческий фактор, риск-ориентированный подход.*

FINANCIAL INCENTIVES FOR INDUSTRIAL SAFETY AT HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES: A MODEL OF THE INTEGRATED PROTECTION COEFFICIENT (K_z)

Lantsov N.O., Solonnikova N.V., Associate Professor, Department of
Life Safety, Kuban State Technological University,
Krasnodar, Russian Federation
kubstu-kbg@mail.ru

Abstract. *Analysis of Rostekhnadzor data reveals a key issue: the high injury rate at hazardous production facilities (HPFs) is caused by systemic violations (human factor, equipment wear) rather than accidents. Supervisory measures fail to create economic incentives to address these root causes. The article proposes a model of the integrated protection coefficient (K_z) – a risk-based insurance tool that quantitatively assesses risk control and directly links it to the cost of insurance coverage. Implementing K_z creates a direct financial incentive for enterprises to invest in prevention, complementing state supervision with a market-based mechanism.*

Keywords: *hazardous production facilities, industrial safety, financial incentives, protection coefficient (K_z), insurance underwriting, human factor, risk-based approach.*

Обеспечение промышленной безопасности на опасных производственных объектах (ОПО) остаётся критической задачей. Несмотря на снижение числа аварий в РФ за последнее десятилетие, уровень смертельного травматизма остаётся высоким. Данные Ростехнадзора (2021-2024 гг.) показывают, что от 50 % до 70 % смертей на ОПО происходят как из-за аварий, так и из-за системных нарушений: человеческого фактора, низкого производственного контроля и износа оборудования [1]. Это свидетельствует о том, что действующие надзорные меры не создают для предприятий прямых экономических стимулов к инвестированию в превентивное снижение рисков.

На предприятиях, где есть опасные производственные объекты присутствует два вида страхования:

- обязательное страхование – это форма проведения страховых операций, регулируемая государством. Условия и порядок осуществления страхования определяются федеральными законами;

- добровольное страхование – это форма проведения страховых операций, которая осуществляется на основании договора страхования и правил страхования [2].

Цель статьи - предложить модель интегрального коэффициента защищённости (Кз) как инструмент финансового стимулирования безопасности через механизм страхования. В работе решаются задачи:

- анализ данных Ростехнадзора для выявления ключевых управляемых рисков;

- представление модели Кз и её связи с выявленными рисками;

- расчёт экономического эффекта внедрения модели;

- формулировка рекомендаций по применению.

Статья предлагает конкретный рыночный механизм, дополняющий государственный надзор.

Для выявления глубинных причин сложившейся ситуации обратимся к анализу официальной статистики.

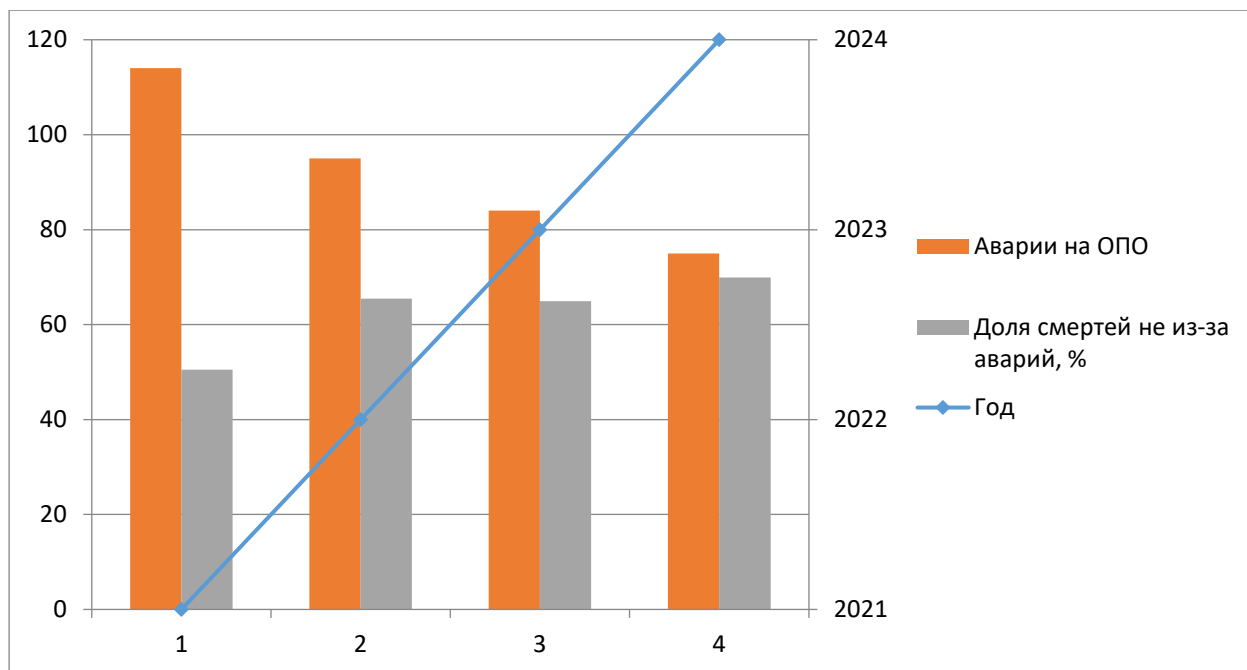


Рисунок 1 – Динамика аварийности и структура смертельного травматизма на ОПО в РФ (2021–2024 гг.)

Как видно из данных, представленных на рисунке 1, общее количество аварий на ОПО действительно демонстрировало положительную динамику в период с 2021 по 2024 год, снизившись с 114 до 75 случаев. Однако ключевым индикатором системной проблемы является не количество аварий, а структура причин смертельного травматизма. Доля погибших, чья смерть не была связана с авариями, а стала следствием грубых нарушений требований безопасности, остаётся критически высокой, превысив в 2024 году 69 %. Это указывает на глубокий разрыв между формальными показателями безопасности и реальной культурой производства на многих предприятиях.

Данные иллюстрируют, что общее число аварий на ОПО снизилось с 114 до 75 за 2021-2024 гг., тогда как доля смертей, не связанных с авариями, выросла с 50,5 % до 69,9 %.

Как следует из отчётов Ростехнадзора, несмотря на различие в контексте каждого года, ключевые причины аварий и нарушений, ведущих к травматизму, носят системный и повторяющийся характер. Это позволяет классифицировать их не как случайные события, а как управляемые риски, поддающиеся контролю со стороны руководства предприятия.

Поскольку выявленные риски являются управляемыми, для их минимизации необходим механизм, создающий прямую финансовую заинтересованность предприятия в постоянном улучшении. В качестве такого инструмента предлагается модель интегрального коэффициента защищённости (Кз), интегрируемая в систему страхования опасных производственных объектов (ОПО).

Суть модели: Модель основана на аудите предприятия по стандартизированному чек-листу, который количественно оценивает уровень контроля над ключевыми управляемыми рисками, ежегодно указываемыми Ростехнадзором.

Критерии чек-листа включают в себя состояние и срок службы оборудования, полноту и периодичность обучения/аттестации персонала, качество системы производственного контроля, соблюдение технологических регламентов.

Результатом аудита является интегральный коэффициент защищённости (Кз), выраженный числом от 0 до 1 (где 1 - идеальный контроль).

Механизм финансового стимулирования: Кпр напрямую влияет на стоимость ежегодной страховой премии по обязательному и добровольному страхованию ОПО по формуле: $\text{Страховая премия} = \text{Базовая ставка} \times (1 - \text{Кз})$. Базовая ставка рассчитывается из коэффициентов, предложенных в Указание Банка России от 28.05.2025 N 7067-У [3]. Таким образом, улучшение любого из критериев (например, замена части устаревшего оборудования или внедрение регулярного тренажёрного обучения) ведёт к немедленному снижению страховых выплат. Инвестиции в безопасность начинают приносить прямой финансовый результат в виде экономии на операционных расходах.

Например, если в результате инвестиций в модернизацию и обучение Кпр предприятия повысится с 0,3 до 0,6, его страховые взносы могут сократиться на 30 %. Это превращает безопасность из статьи затрат в инструмент экономии.

Практическое внедрение и выгоды для участников рынка:

- для страховых компаний: модель Кз позволяет дифференцировать тарифы на основе объективных данных, снижая асимметрию информации и формируя новый конкурентный продукт - «страхование со скидкой за безопасность»;

- для предприятий: появляется понятный механизм, переводящий инвестиции в модернизацию и обучение в измеримую финансовую экономию. Чек-лист Кз можно использовать как план внутреннего аудита и развития;

- для регулятора (Банк России и Ростехнадзор): данные независимых аудитов Кз становятся источником верифицированной информации для риск-ориентированного надзора. Центральный Банк России может рассмотреть методику Кз как основу для утверждённых методов расчёта риск-ориентированных тарифов в рамках 225-ФЗ [4].

Данный подход не заменяет государственный надзор, а создаёт для него рыночный усилитель, переводя формальное соблюдение требований в экономически выгодную практику постоянного снижения рисков.

Предложенная модель закономерно развивает современные тренды. Внедрение риск-ориентированного подхода Ростехнадзором и Банком России создаёт для этого институциональные предпосылки. Мировой опыт телематического страхования и ESG-требования инвесторов подтверждают эффективность моделей, увязывающих поведение (или состояние) объекта с его экономическими показателями.

Таким образом, модель Кз представляет собой синтез передовых подходов, адаптированный к российской практике. Её пилотное внедрение в партнёрстве с ведущими страховыми компаниями может стать следующим шагом в эволюции системы промышленной безопасности — переходом от контроля к кооперации и финансово мотивированной профилактике, где безопасность напрямую генерирует экономическую ценность. Внедрение риск-ориентированного подхода Ростехнадзором и Банком России создаёт институциональные предпосылки для применения таких инструментов, как Кпр, для разделения надзора и тарифов.

Список литературы

1. Ежегодные отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору за 2021-2024 год – Текст: электронный // Ростехнадзор: [сайт]. - URL: https://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/ (дата обращения 15.01.2026).

2. Страхование: учебник / под ред. Е. Г. Князевой. – Серия «Современные финансы и банковское дело», 2019. – 246 с.

3. О страховых тарифах по обязательному страхованию гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте: Указание Банка России от 28.05.2025 N 7067-У – Текст: электронный // ГАРАНТ.РУ: Информационно-правовой портал: сайт. – URL: <http://base.garant.ru/36909497/> (дата обращения 14.01.2026).

4. Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте : ФЗ от 27 июля 2010 г. № 225-ФЗ (ред. от 29.12.2022) // Собрание законодательства РФ. – 2010. – № 31. – Ст. 4194.

УДК 62-133.2+669

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА – КЛЮЧ К СОЗДАНИЮ СОВЕРШЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ

Левченко О.А., канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Донбасский
государственный технический университет», г. Алчевск, ЛНР, РФ
levchenckoeduard@yandex.com

Павленко А.Т., канд. техн. наук, доцент, заместитель директора института
гражданской защиты ФГБОУ ВО «Луганский государственный
университет им. Владимира Даля», г. Луганск, ЛНР, РФ

Левченко Э.П., канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Донбасский
государственный технический университет», г. Алчевск, ЛНР, РФ
levchenckoeduard@yandex.com

***Аннотация.** Выполнен структурный анализ конечностей человека, предложены их кинематические схемы, определены кинематические пары и посчитаны степени подвижности пространственных механизмов.*

***Ключевые слова:** кинематические пары, верхняя конечность, нижняя конечность, структурный анализ, степень подвижности.*

KINEMATIC ANALYSIS OF HUMAN LIMBS - THE KEY TO CREATING PERFECT MECHANISMS

Levchenko O. A., Cand. Sc. (Technical), Associate Professor,
Donbass State Technical University,
Alchevsk, LPR, Russian Federation
levchenckoeduard@yandex.com

Pavlenko A.N., Cand. Sc. (Technical), Docent, Deputy Director of the Institute
of Civil Protection, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher
Education «Vladimir Dal Luhansk State University»,
Lugansk, LPR, Russian Federation

Levchenko E. P., Cand. Sc. (Technical), Associate Professor,
Donbass State Technical University,
Alchevsk, LPR, Russian Federation
levchenckoeduard@yandex.com

***Abstract.** A structural analysis of human limbs has been performed, their kinematic schemes have been proposed, kinematic pairs have been determined, and the degrees of mobility of spatial mechanisms have been calculated.*

***Keywords:** kinematic pairs, upper limb, lower limb, structural analysis, degree of mobility.*

В мире стремительного развития технологий, где все совершенней становится робототехника, понимание принципов движения человеческого тела приобретает первостепенное значение. Особое место в этом

исследовании занимает кинематический анализ конечностей человека с точки зрения теории механизмов и машин [1]. Эта область науки открывает двери к созданию более эффективных, эргономичных и интуитивно понятных механизмов, способных взаимодействовать с человеком на новом уровне.

Современные технологические лидеры определяют свою перспективную политику в сфере робототехники, развивая как компьютеризированные системы управления, так и решения с применением искусственного интеллекта, в том числе для бытового применения [2]. В профессиональном спорте достижение выдающихся результатов требует освоения и использования теоретических основ оптимизации тренировочных технологий. Эти основы опираются на теорию построения движений, неразрывно связанную с изучением кинематических пар в теле, особенно в конечностях.

На рисунке 1 показаны биомеханические модели верхней и нижней конечностей человека.

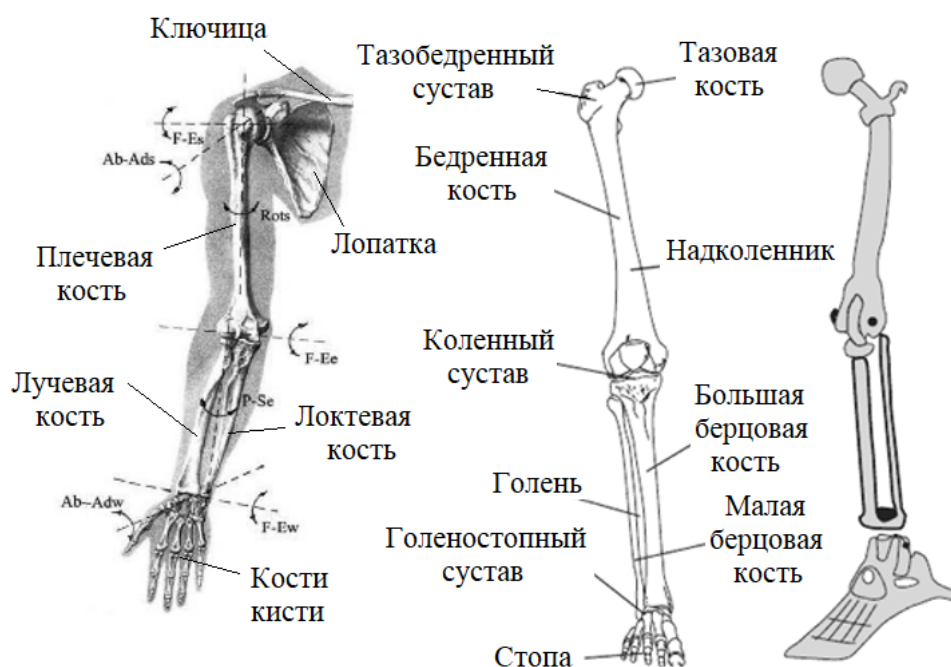


Рисунок 1 – Биомеханические модели и устройство конечностей человека

В теории механизмов и машин для исследования структуры кинематических цепей широко применяется метод структурного анализа. Он основан на декомпозиции механизма на отдельные элементы и последующем изучении их характеристик. Особое внимание уделяется кинематическим парам – подвижным соединениям звеньев. Этот подход позволяет классифицировать кинематические пары по типу относительного движения их звеньев, определить их класс согласно классификации Ассура-Артоболевского и рассчитать степень подвижности пространственных кинематических цепей (где звенья могут перемещаться в различных взаимно-перпендикулярных плоскостях) по формуле Сомова-Малышева [1].

Для описания движений плечевого сустава верхней конечности используется модель универсального шарнира (шарнира Гука) с тремя степенями подвижности, локтевого сустава используется – шарнира с двумя степенями свободы, где одна степень свободы соответствует вращению предплечья относительно плеча, а вторая – вращению лучевой кости относительно локтевой, что обеспечивает пронацию и супинацию кисти [4]. Лучезапястный сустав также моделируется как шарнир с двумя степенями свободы, отвечающими за сгибание-разгибание и отведение-приведение кисти (рис. 2). А каждый пальцевой сустав представлен вращательной кинематической парой, обладающей одной возможных независимых перемещений.

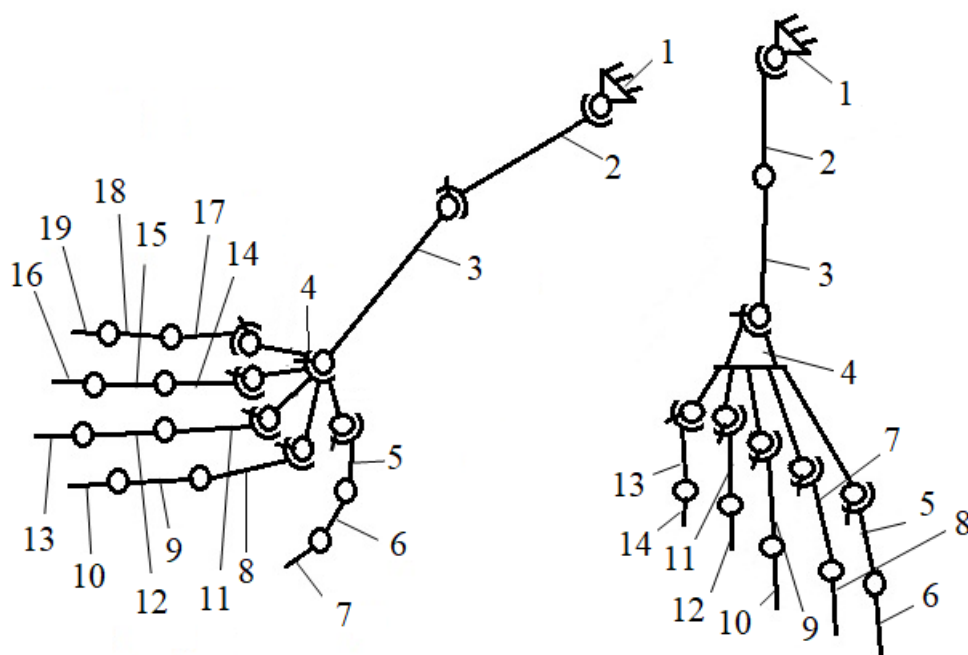


Рисунок 2 – Кинематические модели конечностей

Анализ кинематических пар на рисунке 2 выявил следующее: соединение корпуса с плечом (1–2) представляет собой вращательную кинематическую пару III класса (p_3); сочленения плеча с предплечьем (2–3), предплечья с кистью (3–4), а также последующие соединения (4–5, 4–8, 4–11, 4–14, 4–17) относятся к вращательным кинематическим парам IV класса (p_4). А остальные соединения (5–6, 6–7, 8–9, 9–10, 11–12, 12–13, 14–15, 14–16, 17–18, 18–19) являются вращательными кинематическими парами V класса (p_5).

Для построения кинематической модели нижней конечности аналогично определим входящие в неё кинематические пары [5], их класс и тип движения (рис. 2). При этом корпус человека будет считаться неподвижным звеном. Классификация кинематических пар (по количеству степеней свободы) и их структурное представление: 1–2 – кинематическая пара III класса (две степени свободы), вращательная (p_3), соединяет корпус тела человека с бедром; 2–3 – кинематическая пара V класса (одна степень свободы), вращательная (p_4), сочленение бедра и голени; 3–4 – кинематическая пара IV класса (три степени свободы), вращательная (p_4), голень-стопа; 4–5 – кинематическая пара V класса (одна степень свободы),

вращательная (p_5); 4–7 – кинематическая пара IV класса (три степени свободы), вращательная (p_4); 7–8 – кинематическая пара V класса (одна степень свободы), вращательная (p_5); 4–9 – кинематическая пара IV класса (три степени свободы), вращательная (p_4) 9–1.

В целом, представленные кинематические схемы состоит исключительно из вращательных кинематических пар (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристики кинематических пар и степени подвижности

Количество пар		Кинематическая пара		Название пары	Класс пары	Символ пары	Способ контакта	Способ замыкания
Рука	Нога	Эскиз	Условное обозначение					
Степень подвижности								
27	21							
1	2			Сферическая	III	p3	По площади	Геометрическое
7	5			Сферическая с пальцем	IV	p4		
10	6			Вращательная	V	p5		

Учитывая отсутствие пар, а обеих конечностях I и II класса, степень подвижности данной пространственной модели может быть определена по упрощённой формуле Сомова-Малышева:

$$W = 6 \cdot n - 5 \cdot p_5 - 4 \cdot p_4 - 3 \cdot p_3, \quad (1)$$

где n – число подвижных звеньев;

p_5 – количество кинематических пар 5-го класса;

p_4 – количество кинематических пар 4-го класса;

p_3 – количество кинематических пар 3-го класса.

С точки зрения технической реализуемости, предложенные замещения кинематических пар не представляют существенных затруднений. Учитывая, что управление пространственным механизмом в любом случае требует микропроцессорного контроля, основанного на заранее разработанной программе или алгоритмах самообучения, ограничение степеней свободы механизма является нерациональным, поскольку это приводит к снижению его функционального потенциала.

Разработанные кинематические модели конечных сегментов человеческого тела и полученные в ходе их анализа данные могут быть использованы для проектирования искусственных нижних конечностей, служащих движителями для создаваемых человеком механических систем. Кроме того, эти модели применимы при разработке пространственных кибернетических устройств, предназначенных как для облегчения повседневной деятельности человека, так и для протезирования лиц, утративших верхние конечности.

Список литературы

1. Левченко, Э. П. Основные положения и рекомендации по изучению прикладной механики и основ конструирования (теории механизмов и машин и деталей машин) : учебное пособие / Э. П. Левченко, О. А. Левченко. – Алчевск : ГОУВПО ЛНР «ДонГТУ», 2017. – 188 с.

2. Левченко, Э. П. Возможности и перспективы применения механизированных средств для облегчения ручного труда в полевых условиях / Э. П. Левченко, О. А. Левченко, А. Т. Павленко [и др.] // Планета – наш дом : Сборник тезисов Всероссийской молодёжной научной конференции с международным участием. – Алчевск: Донбасский государственный технический университет, 2024. – С. 60–62.

3. Левченко, Э. П. Прикладная механика. Лабораторно-практические работы : учебное пособие. Для студентов, изучающих курсы прикладная механика, детали машин и теория механизмов и машин. / Э. П. Левченко, О. А. Левченко, А. Т. Павленко. – Вологда : Общество с ограниченной ответственностью. Издательство «Инфра-Инженерия», 2024. – 152 с.

4. Левченко, О. А. Кинематическая модель и структурный анализ руки человека / О. А. Левченко, А. С. Матвейчук, А. А. Сомченко // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. – 2015. – № 2(45). – С. 124–129.

5. Левченко, Э. П. Синтез модели нижней конечности на основе биомехатроники ноги человека / Левченко Э. П., Матвейчук А. С., Сомченко А. А. // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета, 2016. – № 2 (45). – С. 116.

УДК 621.7

ИНЖЕНЕРНЫЕ ИННОВАЦИИ ДРОБИЛОК ЖЕЛЕЗОРУДНОГО АГЛОМЕРАТА

Левченко О.А., канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Донбасский государственный технический университет», г. Алчевск, ЛНР, РФ

Левченко Э.П., канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Донбасский государственный технический университет», г. Алчевск, ЛНР, РФ

Павленко А.Т., канд. техн. наук, доцент, заместитель директора института гражданской защиты ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Луганск, ЛНР, РФ

Левченко М.Э., студент ФГБОУ ВО «Донбасский государственный технический университет», г. Алчевск, ЛНР, РФ

levchenckoeduard@yandex.com

Аннотация. Рассмотрены перспективные направления модернизации конструкции одновалковой зубчатой дробилки горячего агломерата на основе применения гидропривода и многоступенчатого дробления.

Ключевые слова: агломерат, чёрная металлургия, гидропривод, одновалковая зубчатая дробилка, модернизация.

ENGINEERING INNOVATIONS OF IRON ORE AGGLOMERATE CRUSHERS

Levchenko O. A., Cand. Sc. (Technical), Associate Professor,
Donbass State Technical University, Alchevsk, LPR, Russian Federation
Levchenko E. P., Cand. Sc. (Technical), Associate Professor, Donbass State
Technical University, Alchevsk, LPR, Russian Federation

Pavlenko A.N., Cand. Sc. (Technical), Docent, Deputy Director of the Institute
of Civil Protection, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher
Education «Vladimir Dal Luhansk State University»,
Lugansk, LPR, Russian Federation

Levchenko M.E., student of the Donbass State Technical University,
Alchevsk, LPR, Russian Federation
levchenckoeduard@yandex.com

Abstract. *Promising areas of modernization of the design of a single-roll hot agglomerate gear crusher based on the use of a hydraulic drive and multi-stage crushing are considered.*

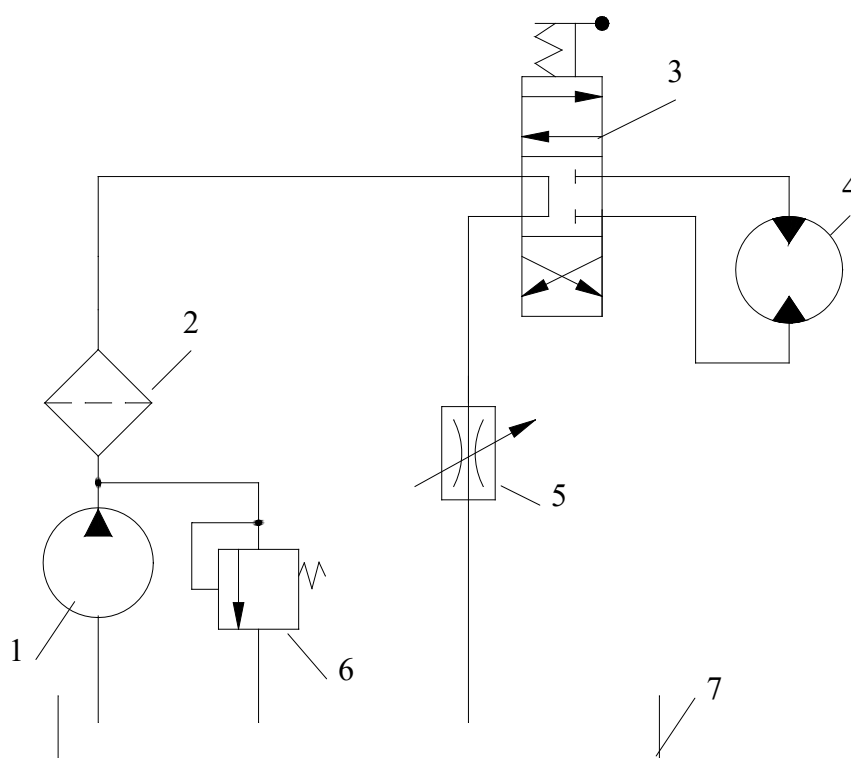
Keywords: *agglomerate, ferrous metallurgy, hydraulic drive, single-roll gear crusher, modernization.*

В условиях истощения и интенсивного использования природных богатств, чёрная металлургия ощущает все более острый недостаток сырья. Этот вызов заставляет специалистов отрасли, от инженеров до исследователей, неустанно искать пути для улучшения существующих технологий [1], чтобы выжать максимум из каждого доступного ресурса и повысить общую эффективность производства.

Применяемый в настоящее время способ дробления железорудного агломерата требует доработки, поскольку он не обеспечивает получение доменного сырья оптимальной крупности. Это, в свою очередь, ограничивает эффективность доменного процесса. При стандартной работе дробилки в доменную плавку поступает значительное количество мелких фракций агломерата (до 5 мм), составляющее 15–17 % [2]. Наличие такого

объёма мелочи негативно сказывается на процессе, приводя к перерасходу кокса. Установлено, что даже незначительное снижение содержания частиц размером менее 5 мм на 1 % способствует увеличению производительности доменной печи на 0,4–0,7 % и снижению расхода кокса на 0,4–0,7 %. В качестве иллюстрации, сокращение доли мелочи (0–5 мм) в агломерате с 14,8 % до 10,6 % приводит к повышению интенсивности плавки на 1,7–2,3 % [2].

Современные инженерные подходы к совершенствованию одновалковой зубчатой дробилки горячего агломерата включают замену её электрического привода на гидравлический (рис. 1) [3]. Это обусловлено тем, что механический привод имеет ряд критических недостатков: повышенный риск выхода из строя его элементов (муфт, зубчатых передач, электродвигателя) при случайном попадании недробимых тел, а также неспособность начать работу при полной загрузке дробилки.



1 – объёмный насос; 2 – фильтр тонкой очистки; 3 – гидрораспределитель;
4 – гидромотор; 5 – регулируемый дроссель; 6 – предохранительный клапан;
7 – гидробак

Рисунок 1 – Схема гидропривода одновалковой зубчатой дробилки

Анализ динамических характеристик гидропривода показал, что момент, развиваемый гидромотором (M_0), демонстрирует тенденцию к увеличению по мере роста нагрузки (рис. 2) [4]. Этот процесс сопровождается колебаниями и стабилизируется на номинальном значении через 0,4 секунды.

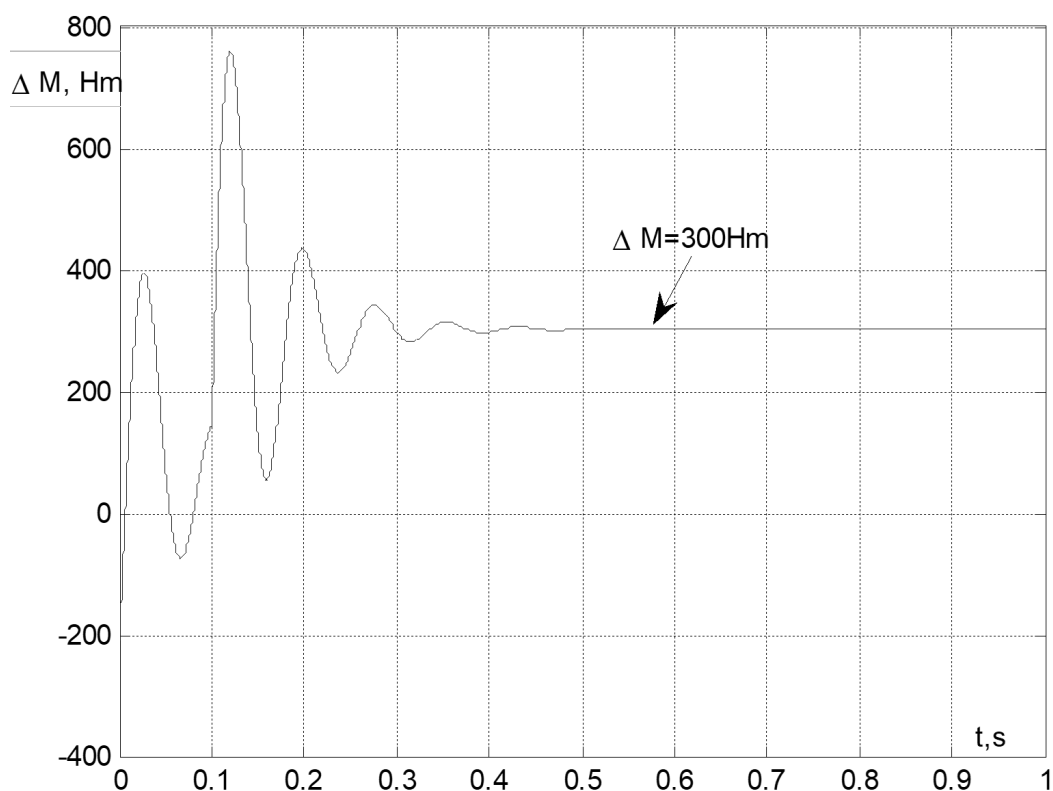
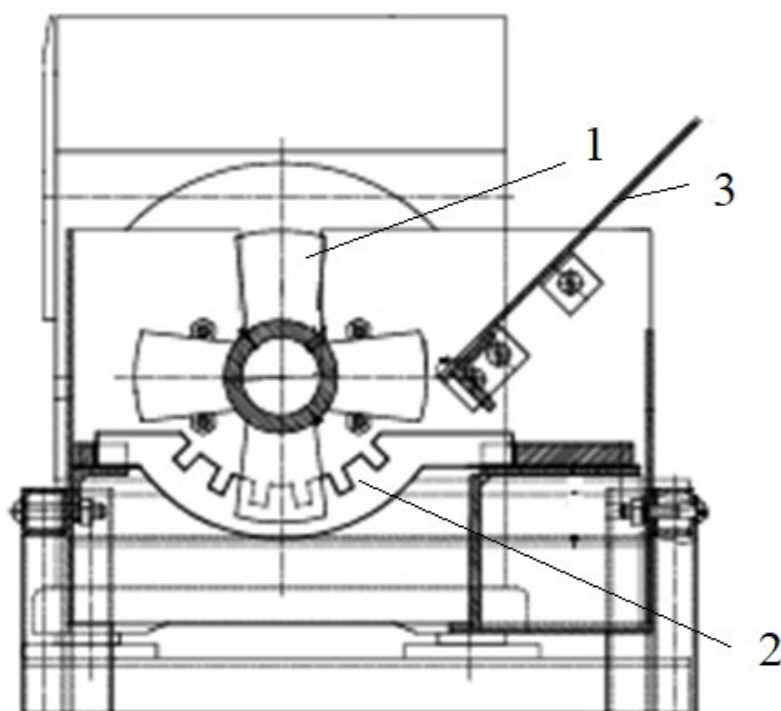


Рисунок 2 – Графическое представление временной зависимости разности между нагрузочным моментом и моментом, передаваемым валом гидромотора

В начальной фазе разгона происходит процесс затухающих колебаний, который занимает около 0,4 секунды. Важно отметить, что на частоту этих колебаний существенное влияние оказывают два фактора: приведенный момент инерции привода и момент сопротивления, создаваемый нагрузкой. С увеличением момента сопротивления частота колебаний снижается, а с его уменьшением – повышается. Учитывая, что переходные процессы в системе протекают с колебаниями, становится очевидной необходимость в автоматизированной системе для стабилизации частоты вращения ротора.

Для повышения эффективности дробления в рабочей камере машины предлагается внедрить метод многоступенчатого приложения разрушающих усилий [5], направленных по окружности вращения ротора (рис. 3). Это достигается за счёт взаимодействия между консольными колосниками и последующей классификацией готового продукта посредством просеивания через колосниковую решётку.



- 1 – зубчатый ротор; 2 – модернизированный колосник с консольными выступами;
3 – наклонная загрузочная направляющая

Рисунок 3 – Схематическое изображение физической модели дробилки

Предварительные экспериментальные исследования, проведенные на физической модели одновалковой зубчатой дробилки, подтвердили целесообразность применения разработанного подхода. Наблюдалось существенное снижение крупности конечного продукта и повышение его гранулометрической однородности. В рамках дальнейших исследований планируется проведение экспериментов по дроблению агломерационного спека. Были идентифицированы возможности и установлен механизм модернизации конструкции типовой одновалковой зубчатой дробилки. Перспективное направление заключается в реализации процесса

многоступенчатого фрагментирования материала в рабочей камере, что способствует улучшению стабильности фракционного состава продукта, в том числе при использовании гидравлического привода.

Список литературы

1. Левченко, О. А. Состояние и основные направления развития технического уровня конструкций одновалковых зубчатых дробилок / О. А. Левченко, Э. П. Левченко, А. М. Зинченко // *Металлургические процессы и оборудование*, 2011. – № 1(23). – С. 24–29.

2. Левченко, О. А. Развитие технического уровня одновалковых зубчатых дробилок горячего агломерата : монография / О. А. Левченко, Э. П. Левченко, А. М. Зинченко, В. В. Мороз. – Алчевск, 2016. – 190 с.

3. Левченко, Э. П. Проектирование гидропривода дробильно-измельчительных машин : учебник для студентов направления подготовки 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» / Э. П. Левченко, А. Н. Тумин, В. Г. Чебан [и др.]. – Алчевск : Донбасский государственный технический институт, 2022. – 316 с.

4. Тумин, А. Н. Использование гидропривода в центробежной разгонно-ударной мельнице / А. Н. Тумин, О. И. Павлиненко, Э. П. Левченко // *Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета*, 2017. – № 7 (50). – С. 158–163.

5. Мороз, В. В. Оценка и уточнение условий подачи аглоспека в рабочую зону одновалковой зубчатой дробилки / В. В. Мороз, В. И. Рубежанский, Э. П. Левченко // *Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета*, 2018. – № 9(52). – С. 149–154.

THE ROLE OF SOFT SKILLS IN PROMOTING GREEN FINANCE AND SUSTAINABLE PROJECT TRANSFORMATION IN KAZAKHSTAN

Magzumova L., Senior Lecturer, Master of Science in Economics,
K. Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business
Astana, Republic of Kazakhstan
lazmag79@mail.ru

***Annotation.** In the context of global environmental challenges, green finance is becoming a key instrument for sustainable development in Kazakhstan. However, alongside financial and technological resources, the successful implementation of environmental projects largely depends on the development of soft skills among specialists, entrepreneurs, and government representatives. This article analyzes the role of soft skills in promoting green finance, identifies existing barriers, and proposes practical recommendations to enhance their development in Kazakhstan.*

***Key words:** green finance, sustainable development, soft skills, Kazakhstan, entrepreneurship, environmental projects.*

РОЛЬ SOFT SKILLS В ПРОДВИЖЕНИИ «ЗЕЛЕНОГО» ФИНАНСИРОВАНИЯ И УСТОЙЧИВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОЕКТОВ В КАЗАХСТАНЕ

Магзумова Л.К., сеньор-лектор, магистр экономических наук,
Казахский университет технологии и бизнеса имени К.Кулажанова
г. Астана, Республика Казахстан
lazmag79@mail.ru

***Аннотация.** В условиях глобальных экологических вызовов «зеленое» финансирование становится одним из ключевых инструментов устойчивого развития Казахстана. Однако наряду с финансовыми и*

технологическими ресурсами успешная реализация экологических проектов во многом зависит от уровня развития soft skills (гибких навыков) у специалистов, предпринимателей и представителей государственных структур. В статье анализируется влияние soft skills на процессы зеленого финансирования, выявляются основные барьеры и предлагаются пути их преодоления.

Ключевые слова: *зеленое финансирование, устойчивое развитие, soft skills, Казахстан, предпринимательство, экологические проекты.*

Introduction

In recent decades, Kazakhstan has intensified efforts to transition toward a green economy, as evidenced by strategic initiatives such as the *Concept for Transition to a Green Economy* and international commitments to reduce carbon emissions [1]. Nevertheless, financial instruments alone are insufficient for the effective development of green finance. The competencies and soft skills of professionals operating in this field play a critical role.

Soft skills, including communication, leadership, critical thinking, creativity, and teamwork, facilitate effective interaction between government institutions, businesses, and international partners. This article examines the importance of soft skills in advancing green finance in Kazakhstan, identifies existing challenges, and suggests approaches to overcoming them.

Green Finance Development in Kazakhstan. Green finance refers to investments aimed at reducing environmental impact, improving energy efficiency, and promoting renewable energy sources [2]. It includes:

- loans and grants for environmentally friendly technologies;
- financing projects in solar, wind, and hydropower sectors;
- investments in waste recycling and carbon emission reduction technologies.

Despite the availability of national programs and international support, Kazakhstan faces several challenges in developing green finance [1]:

- limited awareness among entrepreneurs and investors about green financing opportunities;

- restricted access to international green investments;
- insufficient professional competencies in sustainable development.

Enhancing soft skills among stakeholders can significantly contribute to overcoming these barriers.

The Role of Soft Skills in Promoting Green Projects. Soft skills are essential for the successful implementation of sustainable development initiatives. According to Deloitte Kazakhstan [3], the most important soft skills in green finance include:

- communication – effective interaction with investors, government bodies, and society;
- leadership – the ability to manage projects and motivate teams;
- creativity – generating innovative solutions for sustainable development;
- emotional intelligence – understanding social and business needs;
- teamwork – cooperation across different economic sectors.

Research indicates that companies actively developing soft skills receive up to 25 percent more funding from international environmental funds [4]. Moreover, green technology startups led by individuals with strong communication skills attract approximately 30 percent more investment, while enterprises with effective leadership demonstrate a 40 percent higher success rate in implementing environmental projects [4].

Challenges in Soft Skills Development in Kazakhstan. Despite their importance, soft skills development in Kazakhstan faces several obstacles:

1. Low level of soft skills education
 - Higher education institutions traditionally focus on technical training.
 - Limited number of programs aimed at developing management and communication skills in sustainable development.
2. Limited cross-sectoral cooperation
 - Insufficient interaction between government, business, and academia.
 - Lack of platforms for experience exchange across sectors.

Recommendations for Soft Skills Development. To strengthen soft skills in the green economy, the following measures are recommended:

State support

- implementation of soft skills training programs for civil servants and entrepreneurs;
- creation of accelerators and incubators for green economy startups.

Business initiatives

- investment in corporate soft skills development programs;
- inclusion of soft skills indicators in employee performance evaluation.

Academic initiatives

- introduction of interdisciplinary courses on sustainable development and soft skills;
- development of joint educational programs with international organizations.

Conclusion

The development of soft skills is a crucial factor in promoting green finance in Kazakhstan. Flexible competencies enable entrepreneurs, investors, and government institutions to communicate effectively, adapt to change, and attract investment. Strengthening educational initiatives, supporting public-private partnerships, and expanding international cooperation will enhance Kazakhstan's capacity to attract green investments and ensure a successful transition to a sustainable economy.

References

1. Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan. National Report on the State of the Environment and Development of Kazakhstan, 2023.
2. Global Green Finance Index. The Global Green Finance Report, 2023.
3. Deloitte Kazakhstan. Skills for Sustainable Development, 2023.
4. OECD. Green Finance and Investment, 2022.

УДК 69.003

**АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ
БАНКРОТСТВА К ОРГАНИЗАЦИЯМ СФЕРЫ СТРОИТЕЛЬСТВА
ЖИЛЫХ И НЕЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

Мубаракшина С. А., студент ФГБОУ ВО «Уральский государственный
экономический университет»,

г. Екатеринбург, РФ

sofiya.mubarakshina@list.ru

Дворядкина Е. Б., д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры
региональной, муниципальной экономики и управления ФГБОУ ВО
«Уральский государственный экономический университет»,

г. Екатеринбург, РФ

elena.dvoryadkina@yandex.ru

***Аннотация.** В статье рассматривается проблема применения стандартных методик оценки вероятности банкротства к организациям сферы строительства жилых и нежилых зданий. На примере АО «Корпорация «Атомстройкомплекс» апробированы четыре количественные методики оценки (отечественные и зарубежные) по причине не учитывания в них отраслевых особенностей. В заключении автором делается вывод о необходимости разработки специализированных методик оценки вероятности наступления банкротства для организаций выбранного сектора.*

***Ключевые слова:** банкротство, строительство жилых и нежилых зданий, методики оценки, отраслевые особенности, вероятность.*

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF METHODS FOR ASSESSING THE PROBABILITY OF BANKRUPTCY TO ORGANIZATIONS IN THE CONSTRUCTION OF RESIDENTIAL AND NON-RESIDENTIAL BUILDINGS

Mubarakshina S. A., student of Ural State University of Economics,
Yekaterinburg, Russian Federation
sofiya.mubarakshina@list.ru

Scientific supervisor: **Dvoriadkina E. B.**, Dr. Sci. (Economics), Professor,
Professor at the Department of Regional, Municipal Economics and
Management, Ural State University of Economics,
Yekaterinburg, Russian Federation
elena.dvoryadkina@yandex.ru

Abstract. *The article discusses the problem of applying standard methods for assessing the probability of bankruptcy to organizations in the construction of residential and non-residential buildings. Using the example of JSC Atomstroykomplex Corporation, four quantitative assessment methods (domestic and foreign) have been tested due to their lack of consideration of industry specifics. In conclusion, the author concludes that it is necessary to develop specialized methods for assessing the likelihood of bankruptcy for organizations in the selected sector.*

Keywords: *bankruptcy, construction of residential and non-residential buildings, assessment methods, industry features, probability.*

На сегодняшний день существует большое количество разнообразных зарубежных и отечественных методик оценки вероятности наступления банкротства [1, с. 45].

Модели оценки вероятности наступления банкротства, помимо подразделения их на зарубежные и отечественные, также классифицируются на количественные (основываются на оценке финансовых данных организации), качественные (основываются на анализе

внутренней среды организации) и комбинированные (основываются на оценке финансовых данных и анализе внутренней среды организации) [2, с. 32-33].

Исходя из анализа отечественной и зарубежной литературы, основной проблемой при выборе методики оценки вероятности наступления банкротства для организации сферы строительства жилых и нежилых зданий является недостоверность её результата по причине не учитывания отраслевых особенностей деятельности [2, с. 34].

В рамках данной работы авторами рассмотрена применимость четырех количественных методик оценки вероятности наступления банкротства для АО «Корпорация «Атомстройкомплекс», две из которых разработаны зарубежными авторами (Р. Таффлером и Р. Лисом) и две отечественными (Иркутской государственной экономической академией и О. П. Зайцевой) (рисунок 1).

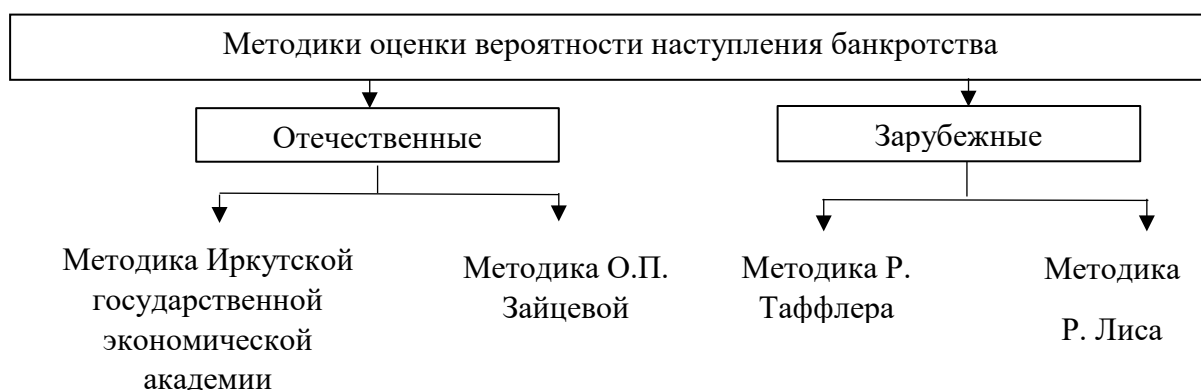


Рисунок 1 – Методики оценки вероятности наступления банкротства АО «Корпорация «Атомстройкомплекс»¹

По причине отсутствия открытой статистической информации, качественная и комбинированная методики не могут быть рассмотрены.

Далее рассмотрим основные характеристики показателей выбранных методик (таблица 1).

¹ Составлено автором по: [3, 1, 2].

Таблица 1 – Характеристика показателей методик оценки вероятности наступления банкротства²

Показатель	Формула расчета
Методика Иркутской государственной экономической академии	
Коэффициент эффективности использования активов предприятия (K1)	(Оборотный капитал – Краткосрочные обязательства) / Актив
Коэффициент рентабельности (K2)	Чистая прибыль / Краткосрочные обязательства
Коэффициент оборачиваемости активов (K3)	Выручка / Активы
Норма прибыли (K4)	Чистая прибыль / Себестоимость
Вероятность банкротства	$R = 8,38 * K1 + K2 + 0,054 * K3 + 0,63 * K4$ Где $R < 0$ – максимальная $R < 0,18$ – высокая $0,18 \leq R < 0,32$ – средняя $0,32 \leq R < 0,42$ – низкая $R > 0,42$ – минимальная
Методика О.П. Зайцевой	
K1	Прибыль (убыток) до налогообложения / Собственный капитал
K2	Кредиторская задолженность / Дебиторская задолженность
K3	Краткосрочные обязательства / Наиболее ликвидные Активы
K4	Прибыль до налогообложения / Выручка
K5	Заемный капитал / Собственный капитал
K6	Активы / Выручка
Вероятность банкротства	$K_{факт} = 0,25 * K1 + 0,1 * K2 + 0,2 * K3 + 0,25 * K4 + 0,1 * K5 + 0,1 * K6$ Где $K_{факт} > K_{норматив} (1,57 + 0,1 * K6_{предыдущего года})$ – низкая $K_{факт} < K_{норматив} (1,57 + 0,1 * K6_{предыдущего года})$ – высокая
Методика Р. Таффлера	
Степень выполнимости обязательств фирмы за счет внутренних источников финансирования (X1)	Прибыль до налогообложения / Краткосрочные обязательства
Состояние оборотного капитала (X2)	Оборотные активы / Активы
Финансовые риски (X3)	Краткосрочные обязательства / Активы

² Составлено автором по: [3, 1, 2].

Показатель	Формула расчета
Способность компании рассчитаться по обязательствам (X4)	Выручка / Актив
Вероятность банкротства	$Z = 0,53 * X1 + 0,13 * X2 + 0,18 * X3 + 0,16 * X4$ Где $Z > 0,3$ – низкая $Z < 0,2$ – высокая
Методика Р. Лиса	
X1	Оборотный капитал / Активы
X2	Прибыль до налогообложения / Активы
X3	Нераспределенная прибыль / Активы
X4	Собственный капитал / (Краткосрочные + Долгосрочные обязательства)
Вероятность банкротства	$Z = 0,063 * X1 + 0,092 * X2 + 0,057 * X3 + 0,0014 * X4$ Где $Z > 0,037$ – низкая $Z < 0,037$ – высокая

Далее для оценки применимости выбранных методик к организации сферы строительства жилых и нежилых зданий были проведены расчеты для действующего АО «Корпорация «Атомстройкомплекс» (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели вероятности наступления банкротства АО «Корпорация «Атомстройкомплекс» за 2019-2023 гг.³

Показатель	2019	2020	2021	2022	2023
Методика Иркутской государственной экономической академии					
K1	-0,05	0,06	0,12	0,05	0,10
K2	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
K3	0,32	0,44	0,46	0,50	0,46
K4	-0,03	-0,03	-0,02	-0,01	-0,01
Вероятность банкротства	-0,41	0,52	1,04	0,45	0,87
Методика О.П. Зайцевой					
K1	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03
K2	0,47	0,82	0,90	1,41	1,51
K3	9,20	4,77	5,04	3,33	3,37
K4	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01
K5	1,35	0,97	0,64	0,66	1,18
K6	3,16	2,28	2,17	2,01	2,19
Вероятность банкротства	2,36	1,38	1,39	1,09	1,17

³ Составлено автором по: [3, 1, 2, 4].

Показатель	2019	2020	2021	2022	2023
Методика Р. Таффлера					
X1	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
X2	0,60	0,60	0,65	0,66	0,70
X3	0,65	0,54	0,52	0,62	0,61
X4	0,32	0,44	0,46	0,50	0,46
<i>Вероятность банкротства</i>	<i>0,26</i>	<i>0,26</i>	<i>0,26</i>	<i>0,28</i>	<i>0,28</i>
Методика Р. Лиса					
X1	0,60	0,60	0,65	0,66	0,70
X2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
X3	0,12	0,18	0,22	0,18	0,14
X4	0,19	0,32	0,42	0,31	0,23
<i>Вероятность банкротства</i>	<i>0,05</i>	<i>0,05</i>	<i>0,05</i>	<i>0,05</i>	<i>0,05</i>

В таблице 3 представлены результаты оценки вероятности наступления банкротства АО «Корпорация «Атомстройкомплекс».

Таблица 3 – Результаты оценки вероятности наступления банкротства АО «Корпорация «Атомстройкомплекс» за 2019-2023 гг.⁴

Методика	2019	2020	2021	2022	2023
Иркутской г.э.а.	максимальная	минимальная	минимальная	минимальная	минимальная
О.П. Зайцевой	низкая	высокая	высокая	высокая	высокая
Р. Таффлера	средняя	средняя	средняя	средняя	средняя
Р. Лиса	высокая	высокая	высокая	высокая	высокая

Анализ результатов оценки вероятности наступления банкротства АО «Корпорация «Атомстройкомплекс» в период с 2019 по 2023 гг., представленный в таблице 3, свидетельствует о расхождении показателей и несоответствию большинства из них текущему (на тот момент) состоянию организации. Исключением являются результаты, полученные по методике Иркутской государственной экономической академии, исходя из которых с 2020 по 2023 гг. организация имела минимальную вероятность наступления банкротства.

В период с 2019 по 2023 гг. АО «Корпорация «Атомстройкомплекс» являлось одним из основных заказчиков управления капитального строительства Свердловской области (в частности г. Екатеринбурга) и

⁴ Составлено автором по: [3, 1, 2, 4].

муниципального казенного учреждения «Городское благоустройство» – на его долю приходится около 35,6 % от всех контрактов [5]. В качестве управляющей организации выступало общество с ограниченной ответственностью «Атомстройкомплекс-строительство», которое является системообразующим на территории Свердловской области [5]. Сравнивая данные факты организации с вероятностью её банкротства, можно сделать вывод о минимальном исходе, а, следовательно, о неприменимости выбранных методик.

Основными причинами, повлиявшими на неприменимость выбранных методик, стали следующие:

- «активы в строительстве представлены объектом, по которому еще не завершено строительство, и поэтому такой объект не участвует в полной мере в генерировании (прибыли)» [1, с. 54-60; 2, с. 48];
- «на период строительства доходы могут быть равны расходам, прибыль может быть выявлена только в конце реализации проекта» [1, с. 61-66; 2, с. 48];
- «выручка признается в конце проекта. На протяжении всего строительства поступившие денежные средства будут учтены как авансы» [1, с. 72-74; 2, с. 48];
- «оборотные активы в строительстве неравномерны на всем периоде строительного цикла, что очень затрудняет получение объективной оценки» [1, с. 75-80; 2, с. 48].

Таким образом, обобщая вышеперечисленное, методики оценки вероятности наступления банкротства, разработанные Иркутской государственной академией, О. П. Зайцевой, Р. Таффлером и Р. Лисом не могут быть применимы для организации сферы строительства жилых и нежилых зданий (а именно АО «Корпорация «Атомстройкомплекс») в связи с не учитыванием в них отраслевых особенностей.

Список литературы

1. Колесников, Д. А. Анализ применения существующих методик прогнозирования несостоятельности (банкротства) предприятий к

строительной отрасли / Д. А. Колесников – Текст : электронный // Жилищные стратегии. – 2020. – № 1. – С. 45-82. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-primeneniya-suschestvuyuschih-metodik-prognozirovaniya-nesostoyatelnosti-bankrotstva-predpriyatiy-k-stroitelnoy-otrasli> (дата обращения 19.10.2025).

2. Тлеубаева, Д. С. Методический подход к оценке вероятности банкротства предприятий строительной отрасли (на примере предприятий Челябинской области) : вып. квалиф-я раб. (маг. дис.) – Текст : электронный // Электронный научный архив УрФУ : [сайт]. – Екатеринбург. – 2022. – 121 с. – URL : https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/109461/1/m_th_d.s.tleubaeva_2022.pdf?ysclid=m7n5vcc1sh298000222 (дата обращения 19.10.2025).

3. Зельцер, В. П. Финансовые методы предупреждения банкротства предприятия (на примере предприятий строительной отрасли) : вып. квалиф-я раб. (маг. дис.) – Текст : электронный // Репозиторий Тольяттинского государственного университета : [сайт]. – Тольятти. – 2021. – 114 с. – URL : https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/18996/1/%D0%97%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%B5%D1%80%20%D0%92.%D0%9F._%D0%AD%D0%9A%D0%BC%D0%BF-1809%D0%B0.pdf (дата обращения 19.10.2025).

4. Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности – Текст : электронный // ФНС России : официальный сайт. – URL : <https://bo.nalog.gov.ru/> (дата обращения 19.10.2025).

5. Сетевое издание «Информационный ресурс «СПАРК» : [сайт]. – URL : <https://spark-interfax.ru/> (дата обращения 23.12.2025).

УДК 336.67

**УПРАВЛЕНИЕ ФИНАНСОВЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ:
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

Носкова С.А., канд. экон. наук, доцент, заведующий кафедрой экономики и управления в АПК Калининградского филиала ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
г. Полесск, Калининградская область, РФ
s.a.noskova@mail.ru

Носков А.Г., старший преподаватель кафедры механизации сельского хозяйства Калининградского филиала ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
г. Полесск, Калининградская область, РФ
a.g.noskov@mail.ru

***Аннотация.** В статье раскрывается сущность финансового потенциала сельскохозяйственного предприятия как ключевого фактора его устойчивости и конкурентоспособности. Рассмотрены основные компоненты, методы анализа и практические инструменты управления, направленные на оптимизацию финансовых ресурсов в специфических условиях аграрного сектора.*

***Ключевые слова:** финансовый потенциал, управление финансовым потенциалом, сельское хозяйство, аграрный сектор.*

**MANAGEMENT OF THE FINANCIAL POTENTIAL OF AN
AGRICULTURAL ENTERPRISE: THEORETICAL ASPECT**

Noskova S.A., Cand. Sc. (Economics), Docent, Head of the Department of Economics and Management in Agriculture of the Kaliningrad Branch of the St. Petersburg State Agrarian University,
Polessk, Kaliningrad Region, Russian Federation

s.a.noskova@mail.ru

Noskov A.G., Senior Lecturer at the Department of Agricultural Mechanization
at the Kaliningrad Branch of the St. Petersburg State Agrarian University,
Polessk, Kaliningrad Region, Russian Federation

a.g.noskov@mail.ru

Abstract. *The article reveals the essence of the financial potential of an agricultural enterprise as a critical factor in its sustainability and competitiveness. The main components, analysis methods, and practical management tools aimed at optimizing financial resources in the specific conditions of the agricultural sector are considered.*

Keywords: *financial potential, financial potential management, agriculture, agricultural sector*

1. Несмотря на значительный объём научных исследований, посвящённых финансовому состоянию и управлению финансами предприятий АПК, в теории и практике сохраняется фрагментарный подход к пониманию финансового потенциала. Зачастую он сводится к анализу отдельных показателей ликвидности или рентабельности, рассматривается как статичный ресурсный запас либо отождествляется с инвестиционной привлекательностью. Подобный подход не позволяет раскрыть его сущность как динамической, комплексной и системной категории, функционирующей по принципу замкнутого цикла. Это приводит к несбалансированности управленческих решений, сосредоточению на тактических задачах в ущерб стратегическим, и, как следствие, к неэффективному использованию возможностей и неспособности противостоять кризисным явлениям. Таким образом, существует научно-практическая проблема, заключающаяся в отсутствии целостной, системной концепции управления финансовым потенциалом сельскохозяйственного предприятия, учитывающей его отраслевую специфику и циклическую природу.

Целью данной статьи является разработка и обоснование системно-циклической модели управления финансовым потенциалом сельскохозяйственного предприятия, раскрывающей взаимосвязь и взаимовлияние его ключевых компонентов в динамике, а также формулировка на её основе практических рекомендаций по повышению финансовой устойчивости и эффективности.

2. Методологическую основу исследования составила комплексная система общенаучных и специальных методов, направленных на достижение поставленной цели. Исследование носит теоретико-прикладной характер с преобладанием методов качественного анализа, моделирования и концептуализации, что позволяет сформировать новое целостное видение проблемы управления финансовым потенциалом в агробизнесе.

3. Сельскохозяйственное производство представляет собой высокорисковый вид деятельности, характеризующийся длительным производственным циклом, сильной зависимостью от климатических условий, сезонностью и ценовой волатильностью. В таких условиях эффективное управление финансовым потенциалом перестает быть просто задачей финансовой службы, а становится стратегической основой для выживания и роста предприятия.

Финансовый потенциал определяет способность предприятия финансировать свою деятельность, инвестировать в развитие, противостоять кризисам и генерировать стабильную прибыль. По мнению И. Ю. Мерзлова «финансовый потенциал можно охарактеризовать как отношения, возникающие на предприятии по поводу достижения максимально возможного финансового результата» [1].

Финансовый потенциал – это совокупность финансовых ресурсов (собственных и заемных), их структуры, а также способности менеджмента эффективно использовать эти ресурсы для достижения стратегических целей.

Взаимосвязи «кругооборот» компонентов финансового потенциала предприятия представим графически (рисунок 1).



Рисунок 1 – Взаимосвязь компонентов финансового потенциала предприятия (составлено авторами)

Финансовый потенциал предприятия представляет собой систему, состоящая из трех взаимосвязанных блоков: источников (капитала), направлений использования (активов) и результативных характеристик (показателей финансового состояния).

Собственный капитал – это основа финансовой независимости любого, в том числе и сельскохозяйственного предприятия. Он включает в себя уставный, добавочный, резервный капитал и нераспределенную прибыль.

Заемный капитал – источник финансового рычага, требующий взвешенного управления. Он включает в себя долгосрочные и

краткосрочные кредиты, займы, кредиторскую задолженность.

Источники капитала преобразуются в активы, которые в процессе использования генерируют чистый денежный поток и прибыль.

Этот финансовый результат, с одной стороны, напрямую наращивает собственный капитал, а с другой – укрепляет качественные характеристики (устойчивость, платежеспособность, рентабельность).

Улучшенные характеристики, в свою очередь, повышают привлекательность для инвесторов и кредиторов, что снова расширяет доступ к источникам капитала.

Управление финансовым потенциалом – это система рационального управления процессом финансирования хозяйственной деятельности организации, которая включает движение финансовых ресурсов и формирование финансовых отношений, возникающих в результате этого движения [2].

Главная задача управления финансовым потенциалом сельскохозяйственных предприятий – поддерживать этот цикл в сбалансированном, эффективном и растущем состоянии, оптимизируя ключевые точки:

- структуру капитала – соотношение между собственными и заемными средствами;
- структуру активов – баланс между ликвидными и доходными вложениями;
- ключевые показатели (качественные характеристики, а именно: показатели финансовой устойчивости, деловой активности, ликвидности, платежеспособности, рентабельности) – как индикаторы здоровья системы.

Таким образом, все компоненты финансового потенциала не просто связаны, а образуют динамическую систему, где изменение одного элемента напрямую влияет на состояние всех остальных.

Управление финансовым потенциалом сельскохозяйственных предприятий имеет специфические отраслевые риски, к которым можно отнести:

- природно-климатические риски (засухи, заморозки, эпифитотии и т.п.), что требует от сельхозпредприятий формирование страховых резервов

и использование агрострахования;

- биологические риски (урожайность, продуктивность). Данный вид рисков удлиняет цикл оборачиваемости капитала;

- ценовые риски (колебания цен на готовую продукцию (зерно, молоко, мясо) и ресурсы (ГСМ, удобрения, семена));

- сезонность – неравномерность денежных потоков: значительные расходы в период сева/ухода и доходы – в период уборки/реализации.

Систему управления финансовым потенциалом сельскохозяйственных предприятий можно представить схематично (рисунок 2).



Рисунок 2 – Система управления финансовым потенциалом сельскохозяйственных предприятий (составлено авторами)

Данная схема фокусируется на процессе управления. Компоненты финансового потенциала здесь выступают как объекты управления. Система управления (анализ, планирование, контроль) с помощью конкретных инструментов воздействует на эти компоненты, стремясь достичь стратегических целей, но с учетом наложенных ограничений и рисков. Результат (новое состояние финансового потенциала) по обратной связи поступает на вход системы для корректировки дальнейших действий.

4. Управление финансовым потенциалом сельскохозяйственного предприятия – это непрерывный процесс адаптации к внешним вызовам и внутренним возможностям. Его успех зависит от комплексного подхода, сочетающего консервативную финансовую дисциплину (управление ликвидностью и затратами) со стратегической смелостью (разумные инвестиции в технологии). Внедрение современных методов анализа, планирования и контроля, учет отраслевой специфики и рациональное использование инструментов господдержки позволят аграрным предприятиям не только сохранить, но и нарастить свой финансовый потенциал, обеспечивая долгосрочную устойчивость и конкурентоспособность на рынке.

Список литературы

1. Мерзлов, И. Ю. Управление финансовым потенциалом предприятия / И. Ю. Мерзлов // Экономика и эффективность организации производства. – 2008. – № 9. – С. 241-247. – EDN VEHSSV.

2. Анваров, А. Г. Управление финансовым потенциалом в условиях кризиса / А. Г. Анваров // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. – 2016. – № 3-1(71). – С. 3-7. – EDN VQBREF.

3. Носкова, С. А. Стратегическое управление : Учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент / С. А. Носкова, Ю. А. Завойских ; Министерство сельского хозяйства РФ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2023. – 76 с. – EDN OZMOWL.

ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ «УМНОГО» БЕТОНА В 3D-СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Олифиренко В. В., студент 1 курса магистратуры
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов, РФ
olifirenko.vv@tstu.ru

Суркова Т. Д., студент 1 курса магистратуры
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов, РФ
surock_ttt@mail.ru

Кузнецова Н. В., канд. техн. наук, доцент,
профессор кафедры «Архитектура и градостроительство»,
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
г. Тамбов, РФ

***Аннотация.** В данной статье рассматривается проблема потенциала применения «умного» бетона в технологии 3D-строительства. Предметом исследования является применения самовосстанавливающихся и сенсорных бетонных смесей в 3D-печати зданий. Рассматриваются такие аспекты, как совместимость смесей с 3D-принтерами, скорость затвердевания, долговечность конструкций, экономическая эффективность. Обосновывается идея о том, что синтез «умного» бетона и 3D-технологий ускорит строительство и повысит надёжность зданий. Сделаны выводы о перспективах дальнейшего развития и распространения данной технологии в современной строительной индустрии.*

***Ключевые слова:** 3D-строительство, аддитивные технологии, умный бетон, самовосстанавливающийся бетон, экологичные материалы, инновационные строительные технологии.*

THE PROSPECT OF USING «SMART» CONCRETE IN 3D CONSTRUCTION

Olifirenko V.V., 1st year master's students Tambov State Technical University

olifirenko.vv@tstu.ru

Surkova T.D., 1st year master's students Tambov State Technical University

surock_ttt@mail.ru

Kuznetsova N.V., Cand. Sc. (Technical), Docent, Professor at the Department
of Architecture and Construction

Tambov State Technical University

***Abstract.** This article examines the potential of using «smart» concrete in 3D construction technology. The subject of the study is the application of self-healing and sensor-equipped concrete mixtures in 3D printing of buildings. Aspects such as the compatibility of mixtures with 3D printers, curing speed, structural durability, and economic efficiency are considered. The idea is substantiated that the synthesis of «smart» concrete and 3D technologies will accelerate construction and enhance the reliability of buildings. The features of additive technologies, the characteristics of «smart» concrete, its advantages, and limitations are analysed. Conclusions are drawn regarding the prospects for further development and dissemination of this technology in the modern construction industry.*

***Key words:** 3D construction, additive technologies, smart concrete, self-healing concrete, eco-friendly materials, innovative construction technologies.*

Строительство традиционно считается консервативной отраслью, однако современные тенденции цифровизации и автоматизации вносят значительные изменения в традиционные подходы [1]. Одним из наиболее революционных направлений последних десятилетий стало развитие 3D-строительства, основанного на аддитивных технологиях. Наряду с развитием аппаратной части (принтеры, роботы), особое значение приобретает разработка специализированных строительных материалов,

среди которых выделяются «умные» бетоны, способные существенно повысить эффективность и надежность возводимых конструкций [9].

Характеристики и свойства 3D-строительства

3D-строительство базируется на принципе послойного формирования конструкций с помощью автоматизированных устройств (3D-принтеров) [4]. Основными преимуществами данной технологии являются:

- высокая скорость возведения объектов (до десятков квадратных метров в сутки) [5];
- сокращение количества рабочих на стройплощадке [5];
- минимизация отходов (точное дозированное нанесение материала);
- возможность реализации сложных архитектурных форм без дополнительной оснастки;
- экологичность за счёт снижения транспортных расходов и оптимизации расхода материалов [6].

Особенностью аддитивного строительства является требование к особым характеристикам используемых материалов. Смеси для 3D-печати должны обладать специфическими реологическими свойствами, такими как:

- оптимальная вязкость для прохождения через экструдер;
- быстрое схватывание после нанесения слоя;
- хорошая адгезия между соседними слоями;
- сохранение пластичности в течение рабочего цикла.

Умный бетон: характеристика и свойства

«Умные» материалы относятся к категории строительных материалов, способных адаптивно реагировать на внешние факторы и изменять свои свойства в зависимости от условий эксплуатации. Наиболее распространённым типом «умных» материалов является самовосстанавливающийся бетон, содержащий активные вещества (бактериальные культуры, микрокапсулы с химическими реагентами), активирующиеся при появлении дефектов и обеспечивающие восстановление целостности структуры [2]. Другие разновидности

«умного» бетона способны интегрировать сенсорные устройства, регулировать теплопроводность, поглощать загрязняющие вещества и даже вырабатывать электроэнергию [8].

Основные преимущества «умного» бетона:

- самовосстановление повреждений, продлевающее срок службы конструкций;
- улучшенные механические и физико-химические свойства;
- повышенная устойчивость к воздействию агрессивных сред;
- возможность мониторинга технического состояния в режиме онлайн.

Однако широкое распространение «умного» бетона ограничено высокими производственными издержками, необходимостью специализированного оборудования и отсутствием полноценной нормативно-правовой базы.

Современные технологии не просто ускоряют строительный процесс, но и позволяют возводить более надежные, долговечные и экономически выгодные конструкции. Однако ключевую роль здесь играет не только сам принтер, но и инновационные материалы для 3D-печати, специально разработанные для этой технологии [3]. Их использование дает целый ряд преимуществ, которые делают строительство все более привлекательным и перспективным.

Использование «умного» бетона в 3D-печати даёт ряд существенных преимуществ. Во-первых, значительно снижаются трудозатраты и сокращаются сроки строительства. Во-вторых, достигается минимальная величина отходов благодаря точному расходу материала. В-третьих, появляется возможность создавать сложные геометрические формы без использования опалубки. Наконец, функциональные добавки повышают эксплуатационные характеристики готовых конструкций.

Вместе с тем существуют и определённые ограничения. Прежде всего, это высокая стоимость самих «умных» компонентов. Кроме того, требуется тщательная настройка оборудования — каждый конкретный состав бетона предъявляет свои требования к параметрам работы принтера. Ещё одной

проблемой является недостаточная разработанность нормативной базы, что затрудняет массовое внедрение технологии.

Развитие «умного» бетона для 3D-печати идёт по нескольким ключевым направлениям. Одно из них — интеграция датчиков, в том числе IoT-сенсоров, позволяющих в режиме реального времени отслеживать влажность, появление трещин и действующие нагрузки. Другое перспективное направление — использование рециклированных материалов: переработанного бетона, стекла или пластика. Это не только снижает себестоимость, но и повышает экологичность строительства [7].

Наконец, ведутся разработки адаптивных составов, способных менять свои свойства в зависимости от внешних условий (табл. 1). Например, уже появляются бетоны, регулирующие свою проницаемость в ответ на изменение уровня влажности.

Таблица 1 – Примеры «умных» бетонов и их применение

Материал	Технология	Плюсы	Минусы	Пример использования
«Умный» бетон с графеном	Создание более прочных, долговечных и функциональных строительных материалов	- увеличение прочности; - повышение электропроводности; - улучшение самовосстановления	- высокая стоимость производства; - отсутствие нормативной базы	Создание сложных архитектурных форм. Возведение мостов, дорог и других инфраструктурных объектов. Печать сложных и функциональных изделий
Самовостанавливающийся бетон	Использование бактерий в составе бетона, которые естественным образом способствуют проявлению способности к самовосстановлению при появлении повреждений	не требует использования стальных конструкций; долговечность и устойчивость сооружений	- стоимость питательного вещества для микроорганизмов-продуцентов; - отсутствие дешевой технологии производства питательного компонента	Проект моста Zeelandbrug. Офисное здание компании HugoBoss в Токио

Материал	Технология	Плюсы	Минусы	Пример использования
Прозрачный бетон	Использование светопропускающих волокон	- уникальные эстетические свойства; - экономия энергии; - инновационность и привлекательность	- ограниченная прочность; - высокая стоимость; - сложность монтажа	Архитектурные фасады зданий
Электропроводящий бетон	Наночастицы углерода или металлы	- возможность обогрева; - простота интеграции электрооборудования; - универсальность	- высокая стоимость; - проблемы эксплуатации; - необходимость квалифицированного обслуживания	Обогрев дорожек, площадок, взлетных полос

Проектное предложение

Использование самовосстанавливающегося бетона актуально для строительства в сейсмически опасных районах, где из-за подвижек земной коры в конструкциях появляются мелкие трещины, а также на территориях с повышенной влажностью и большим количеством осадков.

Представленный индивидуальный дом (рис. 1, 2) является концептуальным проектным предложением гармоничного сочетания архитектуры и суровой природной среды. Здание вписано в каменистый ландшафт, визуально перекликаясь с рельефом местности благодаря формам и текстуре фасада.



Рисунок 1 - Перспективное изображение жилого дома из самовосстанавливающегося бетона



Рисунок 2 - Перспективное изображение жилого дома из самовосстанавливающегося бетона

Применение самовосстанавливающегося бетона решает сразу несколько задач: повышает сейсмостойкость, защищает конструкцию от агрессивного воздействия окружающей среды и минимизирует необходимость в ремонте.

Двухэтажная структура (рис. 3, 4) с чётко разделёнными зонами (жилые помещения, гараж, террасы) обеспечивает максимальную практичность при минимальном визуальном «шуме».

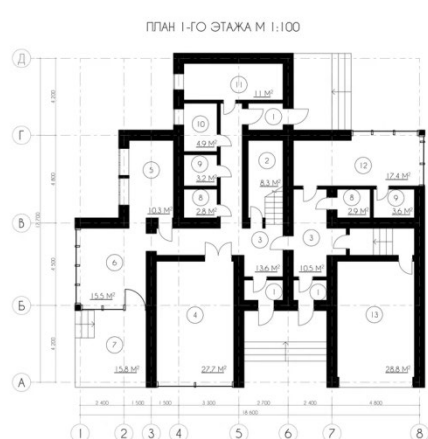


Рисунок 3 – План 1 этажа

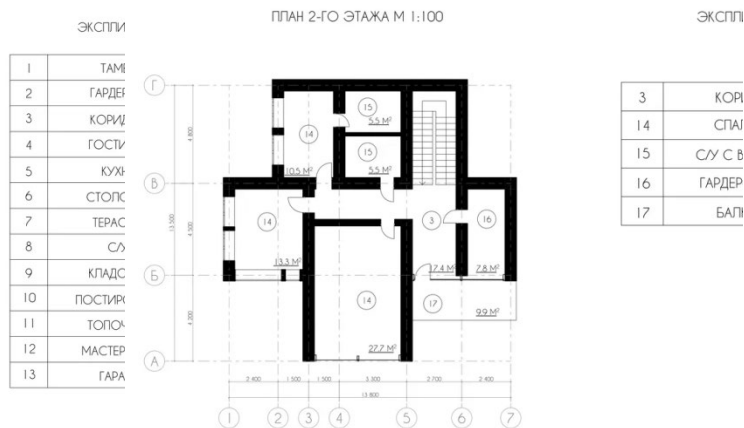


Рисунок 4 – План 2 этажа

Панорамное остекление на верхнем уровне, позволяет максимально интегрировать интерьер с окружающим пейзажем и обеспечить

естественное освещение. Террасы и балконы с металлическими ограждениями, органично вписаны в общую структуру здания. Гараж, интегрированный в первый этаж, экономит пространство и подчёркивает функциональность проекта.

Данный архитектурный проект демонстрирует, как современные технологии могут быть органично интегрированы в суровую природную среду. Использование самовосстанавливающегося бетона позволяет создать не только эстетически привлекательное, но и максимально надёжное жилище, способное противостоять экстремальным условиям горной местности. Дом становится примером симбиоза инноваций, функциональности и гармонии с природой.

Заключение

Применение «умного» бетона в 3D-строительстве представляется одним из наиболее перспективных направлений современного строительства. Хотя данная технология пока находится на стадии активного развития и тестирования, накопленный опыт свидетельствует о её значительном потенциале. Дальнейшее совершенствование рецептур материалов, оптимизация технологических процессов и формирование нормативных документов создадут необходимые предпосылки для широкомасштабного внедрения «умного» бетона в практику аддитивного строительства, обеспечивая значительное повышение качества, надёжности и долговечности возводимых объектов.

Список литературы

1. Кузнецова, Н. В. Исследование возможностей использования современного строительного материала в архитектуре // Цифровые технологии в преподавании профильных дисциплин: сборник кейсов и практических заданий по развитию цифровых компетенций обучающихся среднего профессионального и высшего образования: Учебное пособие. – Казань: Общество с ограниченной ответственностью «Логос-Пресс», 2023. – С. 252-258.

2. Езерский, В. А.,

Кузнецова, Н. В.,

Селезнев, А. Д.,

Моисеенко, Г. А. Прочность мелкозернистого бетона с добавкой измельченных утилизируемых оптических дисков // Строительные материалы. – 2019. – № 6. – С. 18-23.

3. Кузнецова, Н. В., Езерский, В. А., Даххам, Х. В. Д. Эффективность оптимизации ограждений с точки зрения энергосбережения // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт : Материалы X-й Международной научно-практической конференции, посвященной 45-летию Института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета, Тамбов, 13–14 июня 2024 года. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2024. – С. 118-122.

4. Симакова, Е. А., Селякова, К. И., Кравченко, Д. Применение 3D-печати в строительстве // Инженерные исследования. 2021. № 1 (1). С. 3-11.

5. Мухаметрахимов, Р. Х. Аддитивная технология возведения зданий и сооружений с применением строительного 3D-принтера // Технология и организация строительства. - 2017. - №4 (42). - С. 350-359.

6. Титов, Г. А. Материалы для аддитивных технологий в строительстве // Инженерные исследования. 2022. №3 (8). С. 38-49. EDN: HJDПЕ.

7. Ушеров-Маршак, А. В. Интеллектуальны ли строительные композиты? // Строительные материалы. - 2016. - С. 48-49.

8. Низина, Т. А., Ковшов, А. О. Современное состояние научных исследований в области самовосстанавливающихся бетонов // Умные композиты в строительстве. - 2024. - Том 5, выпуск 4. - С. 35-54. DOI: 10.52957/2782-1919-2024-5-4-35-54.

9. Кокцинская, Е. М. «Умные» материалы и их применение (обзор) // Технологии материалов - 2016. №1 (1). С. 3-18.

**ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ И СНИЖЕНИЕ
ОПАСНОСТЕЙ ДЛЯ СОТРУДНИКОВ МОЛОЧНОЙ ОТРАСЛИ**

Орденко Ю.А., Солонникова Н.В., доцент кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, РФ
kubstu-kbg@mail.ru

***Аннотация.** Статья посвящена вопросам оптимизации системы управления профессиональными рисками и снижения опасностей для сотрудников молочного производства. Рассматриваются современные подходы и методы повышения уровня безопасности труда в условиях специфики технологических процессов молочных предприятий.*

Предложенные меры позволяют значительно снизить уровень производственного травматизма среди работников молочной отрасли, повысить производительность труда и сократить расходы предприятия на компенсацию ущерба, связанного с несчастными случаями и заболеваниями на производстве.

***Ключевые слова:** профессиональные риски, система управления рисками, охрана труда, молочная промышленность, вредные и опасные факторы, анализ риска, обучение персонала, мониторинг условий труда.*

**OPTIMIZATION OF THE PROFESSIONAL RISK MANAGEMENT
SYSTEM AND REDUCTION OF HAZARDS FOR EMPLOYEES OF
THE DAIRY INDUSTRY**

Ordenko Iu.A., Solonnikova N.V., Associate Professor at the Department of Life Safety, Kuban State Technological University,
Krasnodar, Russian Federation
kubstu-kbg@mail.ru

Abstract. *The article is devoted to the issues of optimizing the professional risk management system and reducing hazards for dairy production employees. Modern approaches and methods of increasing the level of occupational safety in conditions of specific technological processes of dairy enterprises are considered.*

The proposed measures make it possible to significantly reduce the level of occupational injuries among dairy workers, increase labor productivity and reduce the company's costs of compensating for damage caused by accidents and diseases at work.

Keywords: *occupational risks, risk management system, occupational safety, dairy industry, harmful and dangerous factors, risk analysis, staff training, monitoring of working conditions.*

Управление профессиональными рисками становится приоритетной задачей для работодателей и государственных органов, особенно в отраслях, где производственные процессы связаны с воздействием опасных и вредных факторов. Одной из таких отраслей является молочное производство, которое характеризуется высоким уровнем физических нагрузок, шумовым загрязнением, химическими факторами и биологическими угрозами.

Несмотря на важность вопроса, многие российские предприятия сталкиваются с проблемами неэффективного управления рисками, отсутствием четких методик оценки и контроля, устаревшими системами мониторинга и слабой информированностью сотрудников о возможных последствиях несоблюдения техники безопасности.

Предприятия молочной отрасли по виду экономической деятельности относятся к предприятиям обрабатывающей промышленности, уровень травматизма в которой является одним из самых высоких 31,2 %, данный вывод следует из анализа статистических данных по отраслям.

Данные статистики Росстата за 2025 год по количеству несчастных случаев по отраслям за 2025 год можем увидеть на рисунке 1.



Рисунок 1 – Распределение количества несчастных случаев по отраслям за 2025 год

[Пятая часть несчастных случаев](#), учтенных Росстатом в 2025 году, — «падения на ровной поверхности одного уровня»: когда работник поскользнулся или споткнулся, упал и получил травму — ссадину, вывих, перелом или сотрясение мозга.

В 16 % случаев люди получают ушибы, защемления и травмы от «воздействия движущихся предметов, деталей, машин»: например, если одежду или конечность затянуло в оборудование. Или если в цехе случился взрыв и сотрудника задело разлетевшимися осколками.

Еще 15,7 % травм — падение с высоты.

Транспортные происшествия составляют 13 % от общего числа несчастных случаев. Еще 17 % производственных травм нельзя четко классифицировать.

Данные статистики по видам травм и основным причинам происшествий за 2025 год представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Виды и причины несчастных случаев на производстве за 2025 г

Как видно из данных статистики к основным причинам травматизма и несчастных случаев на производстве относится: нарушение распорядка и дисциплины труда 10,1 %, а также неудовлетворительная организация производства работ 9,8 %, еще 45,4 % относят к прочим причинам, связанным в большей степени с человеческим фактором.

Важнейшими статистическими данными являются результаты СОУТ и оценки рисков. Основываясь на этих сведениях, допустимо сделать вывод о состоянии условий труда и системы управления профессиональными рисками на исследуемом объекте.

В таблице 1 приведены результаты проведения СОУТ на молочном предприятии.

Таблица 1 – Условия труда на предприятии

Кол-во работников всего, чел.	Кол-во рабочих мест всего	Кол-во рабочих мест, на которых проведена СОУТ	Кол-во рабочих мест, на которых заняты работники, имеющие право на получение льгот и компенсаций	Распределение рабочих мест по классам условий труда	Вредные условия труда (3 класс), в том числе по подклассам			
				Класс	3.1	3.2	3.3	3.4
1	2	3	4	5	6			
350	54	54	14	40	5	9	0	0

Работники молочных предприятий сталкиваются с рядом рисков, среди которых наиболее значимые:

1) физическое воздействие: работа с тяжёлым оборудованием, необходимость перемещения больших грузов, длительная статичность тела и интенсивные нагрузки приводят к развитию заболеваний опорно-двигательного аппарата; постоянное воздействие шума и вибрации, высоких или низких температур так же приводят к нарушениям работы сердечно-сосудистой системы, нарушениям в работе органов слуха; а воздействие аэрозолей фиброгенного действия приводят к воспалительным процессам дыхательной системы и развитию хронических заболеваний;

2) химические вещества: использование дезинфицирующих растворов, чистящих средств и реагентов для обработки оборудования негативно влияет на дыхательную систему и кожу персонала;

3) биологические факторы: работники подвергаются воздействию патогенных микроорганизмов, содержащихся в сырье и готовой продукции, что повышает вероятность инфекционных заболеваний;

4) психоэмоциональные перегрузки: высокая ответственность, постоянный контроль качества продукции и жёсткий график труда создают стрессовые ситуации, приводящие к эмоциональному выгоранию.

Эти факторы существенно снижают производительность труда и увеличивают затраты предприятия на медицинское обслуживание сотрудников.

На рисунке 3 представлены результаты проведения оценки рисков на молочном предприятии.

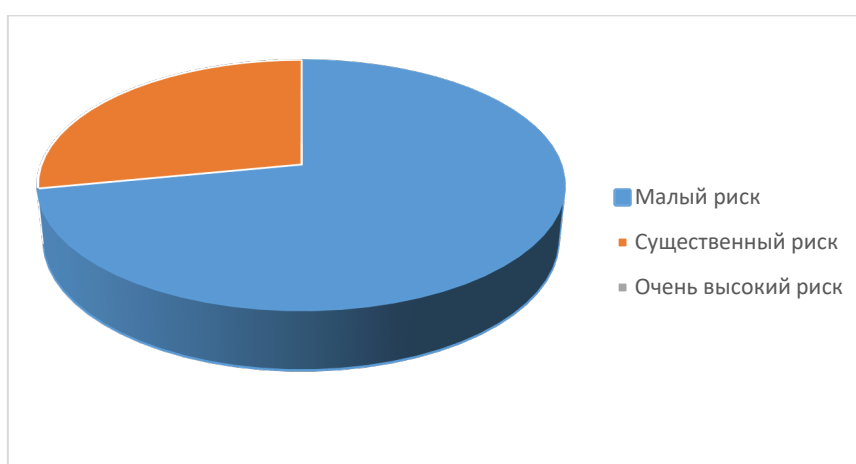


Рисунок 3 – Результаты оценки профессиональных рисков

Матрица рассматриваемого метода оценки риска строится на соотношении вероятности причинения ущерба от выявленной опасности и тяжести последствий ущерба, где вероятность и тяжесть имеют свои весовые коэффициенты (баллы), а уровень риска рассчитывается путем перемножения баллов по показателям вероятности и тяжести по каждой идентифицированной опасности [1]. Матрица оценки профессиональных рисков представлена на рисунке 4.

Матрица оценки профессиональных рисков

Последствия		Вероятность					Действия, необходимые для снижения риска
Травма	Профзаболевание	Вряд ли возможно	Маловероятно	Нехарактерно, но возможно	Очень вероятно	Скорее всего, произойдет	
Отсутствует	Отсутствует	1	2	3	4	5	Остановка работы не требуется
Потеря трудоспособности на срок до 3 дней	Не развивается	2	4	6	8	10	Остановка работы менее чем на 2 часа
Потеря трудоспособности на срок более 3 дней	Получение или обострение заболевания с возможностью продолжения работы	3	6	9	12	15	Остановка работы более чем на 2 часа
Потеря трудоспособности на длительный период	Получение заболевания, препятствующего продолжению работы на данном рабочем месте	4	8	12	16	20	Остановка работы в течение рабочей смены
Смертельный исход	Получение заболевания, не совместимого с жизнью	5	10	15	20	25	Немедленное прекращение работы
1 – 4		Малый – приемлемый уровень риска, риск подлежит исследованию					
5 – 10		Существенный – средний уровень риска, требуются меры по его снижению					
11 – 25		Очень высокий – неприемлемый уровень риска, необходимо прекращение деятельности					

Рисунок 4 – Матрица оценки рисков

Система управления профессиональными рисками нацелена на улучшение условий труда и организацию безопасной рабочей среды.

На основании проведенного исследования логично будет сделать вывод о том, что введение в действие мониторинговых решений и качественного обучения сотрудников снижает возможный вариант возникновения различных незапланированных ситуаций и сводит к минимуму риски, результатом которых может стать человеческий фактор [2].

В связи с чем предлагается следующий комплекс мероприятий:

1. Создание кабинета, оснащенного интерактивными тренажёрами виртуальной реальности.

Комплект оборудования для кабинета виртуальной реальности (VR) по охране труда включает несколько ключевых компонентов, которые обеспечивают погружение в виртуальную среду, взаимодействие с ней и

обработку данных. Такой комплекс позволяет обучать сотрудников безопасным методам работы, отрабатывать действия в чрезвычайных ситуациях и проверять знания в интерактивной форме.

Визуальная демонстрация VR-тренажера, VR-шлема, контроллеров и сенсоров движения представлена соответственно на рисунке 5, на рисунке 6 и на рисунке 7.



Рисунок 5 – VR-тренажер



Рисунок 6 - VR-шлем



Рисунок 7 – Контроллеры и сенсоры движения

Также необходимо обеспечить кабинет дополнительным оборудованием, к которому относится компьютер или сервер, программное обеспечение, беговая платформа, тактильные костюмы, способные передавать вибрацию и системы трекинга, позволяющие отслеживать положение пользователя в пространстве.

Предлагаемый комплект ориентирован на максимальную эффективность обучения при сохранении разумной стоимости.

Он позволяет отрабатывать широкий спектр сценариев: от использования СИЗ до действий в ЧС, с объективной оценкой результатов.

2. Современные комплексы машинного зрения — это не просто «камеры с записью», а интеллектуальные системы анализа видеопотока в реальном времени с элементами ИИ. Они трансформируют пассивное наблюдение в активный инструмент предотвращения инцидентов.

Схема устройства системы машинного зрения изображена на рисунке 8.

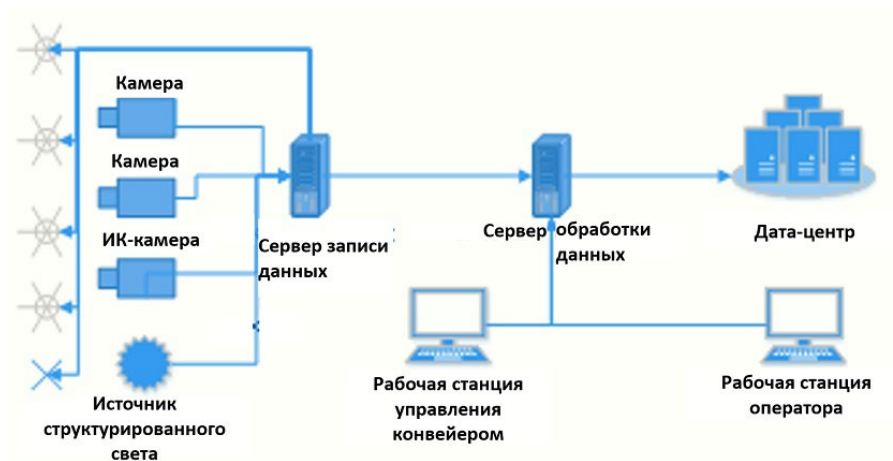


Рисунок 8 – Устройство системы машинного зрения

Как устроена система (ключевые компоненты):

- промышленные камеры с ИК-подсветкой, защитой от пыли/влаги, высоким разрешением (4K+);
- Edge-вычислители — мини-компьютеры у каждой камеры для первичной обработки данных;
- ИИ-алгоритмы (нейросети) для распознавания объектов, поз, действий;
- централизованный сервер с ПО для агрегации данных и аналитики;
- система оповещения (световые/звуковые сигналы, push-уведомления, SMS);
- интерфейс управления (веб-панель, мобильное приложение).

На рисунке 9 изображена промышленная камера с ИК подсветкой и ИИ.



Рисунок 9 – Промышленные камеры с ИК подсветкой и ИИ

Что именно отслеживает система: использование СИЗ: наличие каски, очков, перчаток, шумозащитных наушников, спецодежды, ботинок; правильность применения (застёгнут ли ремень, натянуты ли рукава); обнаружение повреждений СИЗ. Поведение персонала: нахождение в запрещённых зонах; падения, потеря сознания, признаки усталости; использование мобильного телефона на рабочем месте; неправильные приёмы работы (например, подъём тяжестей без техники безопасности). Состояние среды: задымление, возгорание; разливы жидкостей, скользкие поверхности; превышение уровня шума/вибрации (при интеграции с датчиками). Работа оборудования: несанкционированный доступ к движущимся частям; отсутствие защитных кожухов; аномальные вибрации/перегрев (при интеграции с тепловизорами).

На рисунке 10 изображено как именно система машинного зрения отслеживает движения и жесты работников.

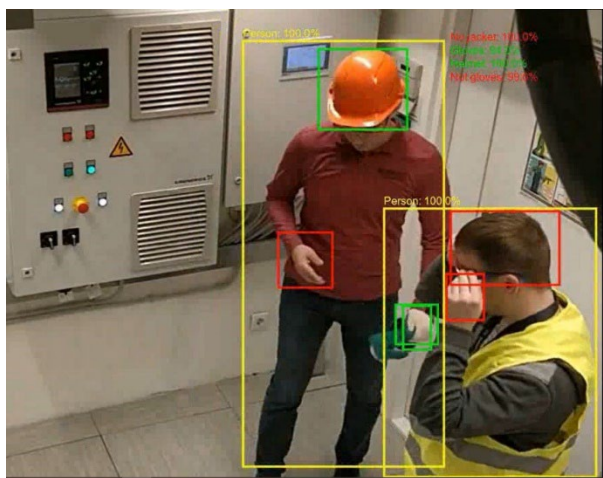


Рисунок 10 – Отслеживание движений и жестов

Как это работает на практике: сотрудник без каски → камера фиксирует отсутствие каски → система отправляет уведомление мастеру и световое предупреждение работнику → если нарушение не устранено, блокируется доступ в зону. Падение работника → алгоритм распознаёт резкое изменение позы → срабатывает тревога → диспетчер видит локацию и отправляет помощь. Проникновение в опасную зону → система отмечает

пересечение виртуальной границы у работающего станка → подаёт звуковой сигнал → останавливает оборудование.

На рисунке 11 изображен контроль наличия или отсутствия СИЗ системами машинного зрения.

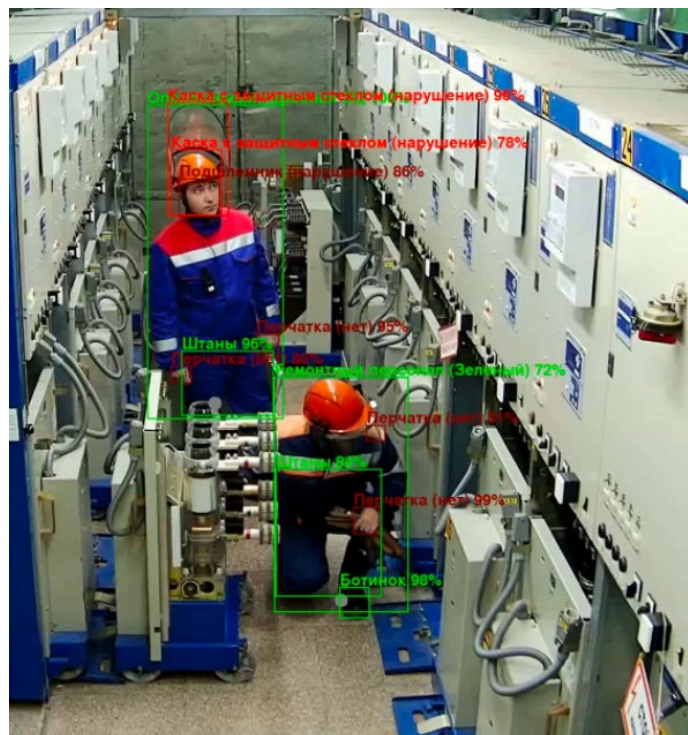


Рисунок 11 – Отслеживание наличия или отсутствия СИЗ

Итог: комплексы машинного зрения превращают охрану труда из реактивной функции в проактивную систему управления рисками, сочетая технологическую точность с превентивной защитой работников.

Таким образом, внедрение оптимальной системы управления профессиональными рисками и реализация комплекса профилактических мероприятий, а также внедрение системы мониторинга эффективности разработанных мер позволят значительно снизить уровень травматизма и заболеваемости среди работников молочной отрасли, а также повысить ответственность и заинтересованность сотрудников в формировании оптимальных условий труда и минимизации профессиональных рисков, что способствует стабильному функционированию предприятия и обеспечению населения качественной продукцией.

Список литературы

1. Приказ Минтруда России № 926 от 28 декабря 2021 г. «Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков» - Текст : электронный // КонсультантПлюс : справочно-правовая система : официальный сайт. — URL : <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=411523> (дата обращения: 30.01.2026).

2. Гордеев, А. П., Сергеев, А. М. Совершенствование методов контроля и предотвращения производственного травматизма в молочной промышленности // Охрана труда и социальное страхование. — 2021. — № 10. — С. 34–39.

УДК 331.101.2

ОПЫТ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ КАПИТАЛОМ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Подольский С.А., студент 2-ого курса Института управленческих кадров,
Академия управления при Президенте Республики Беларусь,
г. Минск, Республика Беларусь
stepakompania47@gmail.com

***Аннотация.** В статье анализируется опыт управления человеческим капиталом в Республике Беларусь, выявляются ключевые достижения, барьеры и перспективы развития. Рассматриваются государственные программы, корпоративные практики и вызовы современности, такие как цифровизация и отток кадров. Обосновывается необходимость перехода к стратегической модели управления, ориентированной на качество, инновации и устойчивое развитие.*

Ключевые слова: человеческий капитал, трудовые ресурсы, образование и квалификация, цифровая трансформация, устойчивое развитие.

EXPERIENCE OF HUMAN CAPITAL MANAGEMENT IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Podolskii S.A., 2nd year student of the Institute of Management Personnel
Academy of Public Administration under the President of the Republic of
Belarus,

Minsk, Republic of Belarus

stepakompania47@gmail.com

Abstract. *The article analyzes the experience of human capital management in the Republic of Belarus, identifies key achievements, barriers and development prospects. Government programs, corporate practices, and modern challenges such as digitalization and staff outflow are considered. The necessity of transition to a strategic management model focused on quality, innovation and sustainable development is substantiated.*

Keywords: *human capital, human resources, education and skills, digital transformation, sustainable development.*

В условиях глобальных трансформаций мировой экономики, усиления роли знаний, инноваций и квалифицированного труда как ключевых факторов устойчивого развития, управление человеческим капиталом приобретает особое значение. Понятие «человеческий капитал» в современной экономической теории трактуется как совокупность знаний, умений, навыков, здоровья и мотивации индивидов, способных приносить экономические выгоды отдельному работнику и обществу в целом.

В Республике Беларусь вопросы формирования и эффективного использования человеческого капитала находятся в центре государственной политики, особенно на фоне демографических вызовов, технологических сдвигов и необходимости структурной модернизации экономики. Несмотря на наличие развитой системы образования, высокий уровень квалификации

трудовых ресурсов и значительные инвестиции в социальную сферу, страна сталкивается с рядом проблем, включая отток кадров, недостаточную гибкость рынка труда, разрыв между образовательными программами и потребностями реального сектора экономики, а также недостаточную вовлечённость работодателей в процессы непрерывного обучения персонала.

Целью настоящей статьи является системный анализ опыта управления человеческим капиталом в Республике Беларусь, выявление ключевых достижений, барьеров и перспективных направлений совершенствования этой сферы. Особое внимание уделяется интеграции принципов устойчивого развития и ESG-подходов в стратегии управления персоналом.

Республика Беларусь располагает значительным потенциалом в области человеческого капитала. Уровень грамотности населения по данным на 1 января 2026 года составляет 99,67 % (19-е место в мире) [1]. Доля лиц с высшим и средним специальным образованием – одна из самых высоких в регионе. Государственная система образования, включая профессионально-техническое и высшее, традиционно ориентирована на подготовку кадров для промышленности, сельского хозяйства и социальной сферы. Однако в последние годы всё более очевидным становится несоответствие между выпускниками образовательных учреждений и требованиями рынка труда, особенно в быстро развивающихся секторах, таких как информационные технологии, зелёные и финансовые технологии. Работодатели указывают на дефицит специалистов с компетенциями в области цифровых технологий, аналитики данных и soft skills. Одновременно наблюдается тенденция к эмиграции молодых специалистов в возрасте 25–35 лет преимущественно с высоким уровнем образования. Это создаёт риски «утечки мозгов» и снижает отдачу от государственных инвестиций в образование.

В то же время следует отметить положительные сдвиги в политике управления человеческим капиталом. Решением Всебелорусского народного собрания от 19 декабря 2025 г. № 1 утверждена Программа

социально-экономического развития Республики Беларусь на 2026–2030 годы. К приоритетам на 2026–2030 годы отнесены развитие человеческого потенциала, качественное образование, воспитание гармоничной и патриотичной личности [2].

Программа предусматривает меры по модернизации системы образования, расширению программ переподготовки и повышения квалификации, развитию системы lifelong learning, поддержке трудовой мобильности и улучшению условий труда. Активно внедряются цифровые платформы для дистанционного обучения, а также создаются индустриальные парки и технопарки, ориентированные на привлечение высококвалифицированных кадров.

В Республике Беларусь действует Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2030 года, которая включает в себя развитие человеческого потенциала и рост качества жизни, в том числе эффективное использование человеческого капитала.

Стратегической целью социальной политики государства в долгосрочной перспективе является обеспечение достойного качества жизни и высоких стандартов благосостояния белорусских граждан. Главным критерием эффективности социальной политики является рост позиции страны не ниже 40 места в 2030 году в мировом рейтинге индекса человеческого развития.

Основными задачами в период 2021–2030 годов являются: переход к постиндустриальной модели занятости населения с высокой долей работников в сфере высокотехнологичных услуг, формирование действенных стимулов к высокопроизводительному и интеллектуальному труду, развитие здоровой конкуренции на рынке труда.

Одним из критериев конкурентоспособности рабочей силы является показатель доли работников с высшим и средним специальным образованием в общей численности занятого населения – 59-60 % в 2030 году. В качестве целевого параметра эффективности рынка труда выступает уровень регистрируемой безработицы – 1,5 % к экономически активному населению в 2030 году [3].

Также в рамках Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2040 года разработана Стратегия управления развитием человеческого потенциала, которая включает в себя:

- демографический потенциал устойчивого развития;
- равенство возможностей и перспективы для самореализации молодого поколения;
- здравоохранение будущего: забота о здоровье, доступность, качество, высокие технологии;
- качественный рост системы образования.

Для последнего пункта стратегической целью является совершенствование системы образования и подготовки кадров, адаптированной к структурным изменениям в экономике и цифровой трансформации общества, потребностям непрерывного развития личностного потенциала для успешной социализации и полноценной жизнедеятельности [4].

В корпоративном секторе наблюдается рост интереса к современным HR-практикам: внедрению систем оценки компетенций, карьерного планирования, менторства, внутренней мобильности и программ благополучия сотрудников. Особенно прогрессивные подходы демонстрируют компании IT-сектора, где конкуренция за таланты наиболее высока. Тем не менее, в большинстве государственных и крупных промышленных предприятий сохраняется традиционная модель управления персоналом, ориентированная на административные функции, а не на стратегическое развитие человеческого капитала. Отсутствие чёткой связи между результатами работы персонала и системой мотивации, слабая культура обратной связи, ограниченные возможности для горизонтального карьерного роста – всё это снижает вовлечённость сотрудников и их лояльность к организации.

Можно сделать вывод о том, что Республика Беларусь обладает прочной базой для дальнейшего развития человеческого капитала, однако требуются целенаправленные усилия по адаптации существующих механизмов к новым реалиям. В первую очередь необходимо углубить

взаимодействие между системой образования и бизнесом через создание советов по трудоустройству при вузах, расширение практики dual education, внедрение микросертификатов и модульных образовательных программ.

Важно развивать инфраструктуру непрерывного образования, в том числе за счёт государственных субсидий на обучение взрослого населения. Необходимо также стимулировать предприятия к внедрению современных HR-практик через налоговые льготы, гранты и признание лучших работодателей. Особое внимание следует уделить вопросам удержания талантов: созданию конкурентоспособных условий труда, гибких графиков, программ психологической поддержки и карьерного консультирования.

Перспективным направлением является интеграция принципов устойчивого развития в управление человеческим капиталом – например, через развитие «зелёных» профессий, обеспечение равенства возможностей, поддержку инклюзивной культуры и этических стандартов. В долгосрочной перспективе Республика Беларусь может занять лидирующие позиции в регионе в области управления человеческим капиталом, если сумеет трансформироваться в стратегическую модель, основанную на качестве, инновациях и личностном развитии каждого работника. Для этого требуется не только совершенствование нормативной базы, но и смена менталитета как со стороны государства, так и со стороны бизнеса и самих граждан. Только в условиях синергии этих усилий станет возможным полное раскрытие потенциала человеческого капитала как главного ресурса устойчивого и инклюзивного развития Республики Беларусь в XXI веке.

Список литературы

1. Уровень грамотности по странам. – Текст : электронный // Российская книжная палата : [сайт]. – 2026. – URL: <https://countrycassette.com/list-of-countries-by-literacy-rate/> (дата обращения: 24.01.2026).

2. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2026–2030 годы. – Текст : электронный // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь : официальный сайт. –

2026. – URL: <https://pravo.by/novosti/novosti-pravo-by/2025/december/91547/> (дата обращения: 24.01.2026).

3. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года. – Текст : электронный // Министерство экономики Республики Беларусь : официальный сайт. – 2026. – URL: <https://economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf> (дата обращения: 24.01.2026).

4. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2040 года. – Текст : электронный // Министерство экономики Республики Беларусь : официальный сайт. – 2026. – URL: <https://economy.gov.by/uploads/files/NSUR/natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-razvitija-respubliki-belarus-na-period-do-2040-goda.pdf> (дата обращения: 24.01.2026).

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОДОБАВОК ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИЛОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КВАДРОКОПТЕРА

Сыровой Г.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры специальные
технические средства Института гражданской защиты

Матрошилов М.А., студент группы 841 Института гражданской защиты
ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира
Даля», г. Луганск, ЛНР, РФ

rodgis@mail.ru

***Аннотация.** В статье рассматривается актуальная проблема повышения прочностных и эксплуатационных характеристик силовых элементов беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), относящихся к классу квадрокоптеров за счёт добавления наноструктурированных добавок в композиционные материалы. Актуальность исследования обусловлена растущими требованиями к весовым характеристикам, усталостной прочности и термостойкости несущих конструкций БПЛА при одновременном снижении себестоимости производства. Экспериментально обоснована эффективность применения нанодобавок (углеродных нанотрубок, наночастиц оксида алюминия и графена) в полимерных матрицах для усиления ключевых механических параметров рам квадрокоптеров. В рамках исследования проведён сравнительный анализ физико-механических свойств базовых композитов и модифицированных нанодобавками образцов при статических и динамических нагрузках.*

***Ключевые слова:** нанодобавки, квадрокоптер, композитные материалы, углеродные нанотрубки, оксид алюминия, графен, механические свойства.*

EFFECTIVENESS OF USING NANOTECHNOLOGY TO IMPROVE THE MECHANICAL PROPERTIES OF A QUADROPTER'S POWER ELEMENTS

Syrovoy G. V., Cand. Sc. (Technical), Docent, Associate Professor at the
Department of Special Technical Equipment at the Institute of Civil Protection

Matroshilov M. A., student of the GZ-841 group at the Civil Protection

Institute, «Lugansk State University named after Vladimir Dahl»,

Lugansk, LPR, Russian Federation

rodgis@mail.ru

Abstract. *The article discusses the current problem of improving the strength and performance characteristics of the power elements of unmanned aerial vehicles (UAVs) belonging to the class of quadrocopters by adding nanostructured additives to composite materials. The relevance of the study is due to the growing requirements for weight characteristics, fatigue strength and heat resistance of the UAVs bearing structures, while simultaneously reducing the cost of production. The effectiveness of using nanodispensers (carbon nanotubes, aluminum oxide nanoparticles and graphene) in polymer matrices to strengthen the key mechanical parameters of the frames of quadrocopters is experimentally substantiated. The study conducted a comparative analysis of the physical and mechanical properties of basic composites and samples modified with nanoadditives under static and dynamic loads.*

Keywords: *nano additives, quadrocopter, composite materials, carbon nanotubes, aluminum oxide, graphene, mechanical properties.*

Современный этап развития беспилотной авиации характеризуется жёсткой конкуренцией по показателям энергоёмкости, грузоподъёмности и времени полёта. Для квадрокоптеров, широко применяемых в мониторинге, доставке грузов и поисково-спасательных операциях МЧС, масса силовой конструкции играет важную роль, поэтому даже снижение веса рамы на 10 % может увеличить продолжительность полёта на 8–12 %. Используемые

традиционные композитные материалы на основе углеволокна и эпоксидной смолы уже достигли пределов совершенствования и поэтому дальнейшее их развитие требует внедрения нанотехнологий [1].

Последние исследования возлагают большой потенциал для наноструктурированных модификаторов. Так в работе [2] показали, что углеродные нанотрубки (УНТ) при концентрации 0,7 % масс. повышают трещиностойкость эпоксидных композитов на 42 %. В работе [3] доказано, что наночастицы Al_2O_3 (аэросил) размером 20–40 нм усиливают межслойную прочность стеклопластиков на 35 % за счёт блокировки дислокаций. Графен, согласно данным [4], увеличивает теплопроводность полимерной матрицы на 60 %, снижая локальные перегревы при высоких нагрузках.

Однако остаются нерешённые проблемы по распределению агломераций наночастиц и их неоднородность распределения в матрице, а также высокая стоимость производства.

Целью исследования является обоснование эффективности применения наноструктурированных добавок (углеродных нанотрубок, наночастиц Al_2O_3 , графена) для повышения удельной прочности, жёсткости и термостойкости силовых элементов квадрокоптеров при минимизации массы конструкции.

Научная новизна излагаемых материалов заключается в исследовании синергетического эффекта комбинации УНТ и нано- Al_2O_3 в эпоксидной матрице для изготовления силовых элементов БПЛА. Установлены критические концентрации нанодобавок, минимизирующие агломерацию и максимизирующие межфазное взаимодействие и предложена модель упрочнения, учитывающая вклад наночастиц в блокировку дислокаций и трещинообразование.

Методология проводимого исследования включает механические испытания на растяжение/сжатие, трёхточечный изгиб, ударную вязкость, микроструктурный анализ (СЭМ), термогравиметрический анализ и численное моделирование напряжённо-деформированного состояния. Проведение экспериментов выполнялось по стандартным методикам

определения прочности при растяжении для однонаправленных и многонаправленных композитных волокон, метода испытания свойств пластмасс на растяжение в лабораторных условиях и метода трёхточечного определения прочности при изгибе для армированных и неармированных пластиков.

В качестве материала для исследования были использованы эпоксидная смола ЭД-20 (ГОСТ 10587-84), отвердитель ПЭПА (полиэтиленполиамин), углеродные нанотрубки (диаметр 10–20 нм, длина 1–5 мкм, чистота >95 %), наночастицы Al_2O_3 (размер 20–40 нм, удельная поверхность 150 м²/г), графен (монослойный, толщина ~0,34 нм, чистота >98 %) и углеродное волокно (плетение 2/2, плотность 200 г/м²).

Основы теории наноупрочнения композитов состоят из механизма усиления полимерных матриц нанодобавками и включают блокировку дислокаций наночастицами (модель Орована), определяемую по формуле:

$$\Delta\tau = \frac{Gb}{L-d},$$

где G - модуль сдвига матрицы, b - вектор Бюргерса, L - расстояние между частицами, d - диаметр частицы.

Увеличение межфазной адгезии происходит за счёт высокой удельной поверхности наночастиц и определяется как:

$$S_{уд} = \frac{6}{\rho d},$$

где ρ — плотность наночастицы, d — её диаметр.

А распределение напряжений определяется через перколяционную сеть УНТ по формуле:

$$E_{комп} = E_{мат} \left(1 + \frac{3}{8} \cdot \frac{l}{d} \cdot V_{УНТ} \right),$$

где $E_{комп}$ - модуль упругости композита, $E_{мат}$ - модуль матрицы, l/d - аспектное отношение УНТ, $V_{УНТ}$ - объёмная доля УНТ.

Образцы для экспериментальных исследований изготавливались методом вакуумной инфузии по следующей схеме:

1. Диспергирование наночастиц в эпоксидной смоле (УЗВ-13, 40 кГц, 30 мин).
2. Введение отвердителя ПЭПА (10 % масс.).
3. Пропитка углеродного препрега (2 слоя, ориентация 0°/90°).
4. Вакуумная формовка при 0,8 бар, 80 °С, 2 ч.
5. Постотверждение при 120 °С, 4 ч.

Концентрация нанодобавок была выполнена согласно данным приведенным в таблице 1.

Таблица 1 - Процентное содержание нанодобавок в экспериментальных образцах

№ образца	УНТ, % масс.	Al ₂ O ₃ , % масс.	Графен, % масс.	Базовая матрица
1	0	0	0	ЭД 20 + ПЭПА + углеволокно
2	0,7	0	0	То же
3	0	2	0	То же
4	0	0	0,5	То же
5	0,5	1,5	0	То же

Механические испытания проведены в таблице 2, согласно ГОСТ 32656-2017 «Композиты полимерные. Методы испытаний. Испытание на растяжение» при скорости 2 мм/мин, базе 50 мм, на сжатие согласно ГОСТ 33519-2015 при скорости 1 мм/мин, опоре 10 мм, трёхточечный изгиб (ГОСТ Р 56810-2015) при пролёте 60 мм и скорости 5 мм/мин, а ударная вязкость по Шарпи (ГОСТ 33495-2015) на образце размером 10×4×80 мм.

Таблица 2 – Механические свойства нанокompозитов

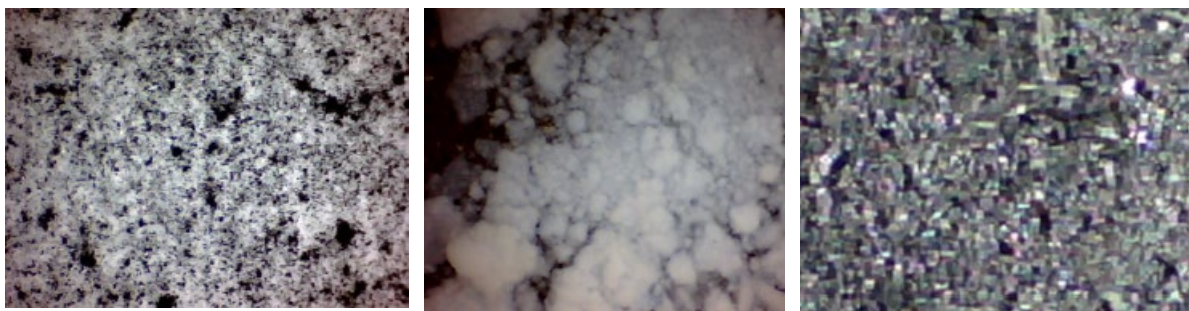
Параметр	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Образец 5
Предел прочности при растяжении, МПа	850	1 140	980	1 020	1 210

Параметр	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Образец 5
Модуль упругости при растяжении, ГПа	65	84	72	78	91
Предел прочности при сжатии, МПа	720	910	830	870	960
Прочность при изгибе, МПа	950	1 260	1 080	1 150	1 320
Ударная вязкость, кДж/м ²	120	165	145	155	180

Исходя из данных таблицы 2 можно предположить, что для композита (образец 2) с добавлением УНТ (0,7 % масс.) повышается прочность при растяжении на 34 %, а модуль упругости — на 29 %. Для образца 3 с добавлением Al_2O_3 (2 % масс.) увеличивается прочность при сжатии на 15 %, а ударная вязкость повышается на 21 %. Графен (0,5 % масс.) даёт прирост прочности композитного образца при изгибе на 21 %. Гибридизация образцов или синергия УНТ + Al_2O_3 (образец 5) обеспечивает максимальный эффект, то есть прочность при растяжении увеличивается на 42 %, а ударная вязкость повышается на 50 %.

Микроструктурный анализ выполнен на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Tescan MIRA3 (разрешение 1 нм). СЭМ-изображения (рис. 1) демонстрируют равномерное распределение УНТ вдоль волокон (образец 2), агрегацию Al_2O_3 при концентрации $>2\%$ (образец 3) и формирование перколяционной сети графена (образец 4).

На рис.1а) УНТ ориентированы вдоль волокон и таким образом обеспечивают межфазное сцепление. На рис.1б) показаны агломераты образованные Al_2O_3 и имеющие величину более 100 нм создают потенциальные очаги разрушения. На рис.1в) монослойный графен покрывает волокна, что приводит к снижению трещинообразования в композите.



а)

б)

в)

а) образец 2 (УНТ 0,7 %); б) образец 5 (Al_2O_3 2 %); в) образец 6 (графен 0,5 %)

Рисунок 1 – СЭМ-микрофотографии поперечного среза

Термогравиметрический анализ (ТГА) выполнялся в атмосфере азота (скорость нагрева $10\text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$, диапазон $30\text{--}800\text{ }^\circ\text{C}$). Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Термическая стабильность нанокompозитов

Образец	Потеря массы при $200\text{ }^\circ\text{C}$, %	Температура начала деструкции, $^\circ\text{C}$	Остаточная масса при $600\text{ }^\circ\text{C}$, %
1	2,1	340	58
2	1,4	365	63
3	1,6	355	61
4	1,3	370	64
5	1,1	380	66

По значениям, представленным в таблице 3 можно сказать, что нанодобавки повышают термостойкость, температура начала деструкции увеличилась на $12\text{--}40\text{ }^\circ\text{C}$. При этом наилучший результат выходит у синергетического состава (образец 5) где потеря массы при $200\text{ }^\circ\text{C}$ уменьшается на 48 % относительно базового образца без наномодификаторов.

Выводы

1. Оптимальные концентрации содержания наномодифицированного материала в композите составляет для УНТ 0,5-0,7 %, Al_2O_3 1,5-2 %, графен

0,3–0,5 %, что позволит снизить массу рамы квадрокоптера на 15–20 % при сохранении несущей способности.

2. Синергетический эффект использования наноматериалов (УНТ + Al_2O_3) повышает прочность при растяжении на 42 % и ударную вязкость на 50 % относительно базового композита.

3. Термостойкость с добавлением нанодобавок увеличивается на 40 °С (начало деструкции 380 °С против 340 °С), таким образом расширяется эксплуатационный температурный диапазон для полетов квадрокоптера.

Список литературы

1. Путилина, П.М. Полимерные композиционные материалы на основе углеродных и стеклянных волокон для изготовления деталей беспилотных летательных аппаратов и перспективы их развития / П.М. Путилина, К.Е. Куцевич, А.Ю. Исаев // Труды ВИАМ. - 2023. - № 8 (126). - С. 88-98. DOI: 10.18577/2307-6046-2023-0-8-85-99.

2. Шумилов, А. Е. Перспективы применения наноматериалов в авиационном двигателестроении // Universum: технические науки. - 2024. - 8(125). С. 10-16.

3. Попков, М. В. Проектирование и оптимизация несущей системы квадрокоптера / М.В. Попков, М.В. Чугунов // Молодой ученый. - №14 (200) April 2018. - С. 30-35. ISSN 2072-0297.

4. Гудков, М. В. Полимерные композиты с графеном и его производными как функциональные материалы будущего / М.В. Гудков, Д.Ю. Столярова, К.А. Шиянова, В.П. Мельников // Высокомолекулярные соединения. Серия С. – 2022. - Том 64, №1. - С. 45-68.

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЦИФРОВОЙ ЗРЕЛОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕГИОНА

Термелева А. Е., старший преподаватель кафедры государственного и муниципального управления ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева»,
г. Самара, РФ
termeleva@mail.ru

***Аннотация.** Статья посвящена проблеме оценки цифровой зрелости промышленных предприятий региона в условиях обновленных национальных целей цифровой трансформации РФ до 2030 и 2036 годов. Цель исследования — модернизация оценочного подхода путем интеграции критериев технологического суверенитета, использования российского ПО и интеграции в цифровые платформы. Предложен модифицированный алгоритм и матрица приоритетов ИТ-решений. Сформулированы рекомендации для региональных органов власти.*

***Ключевые слова:** цифровая зрелость, оценка цифровой зрелости, технологический суверенитет, российское программное обеспечение, цифровая трансформация, региональное развитие.*

APPROACHES TO ASSESSING THE DIGITAL MATURITY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES IN THE REGION

Termeleva A.E., Senior Lecturer at the Department of State and Municipal Administration, Samara National Research University named after S.P. Korolev,
Samara, Russian Federation
termeleva@mail.ru

***Annotation.** The article is devoted to the problem of assessing the digital maturity of industrial enterprises in the region in the context of the updated*

national goals of digital transformation of the Russian Federation until 2030 and 2036. The purpose of the study is to modernize the evaluation approach by integrating criteria of technological sovereignty, the use of Russian software and integration into digital platforms. A modified algorithm and a matrix of priorities for IT solutions are proposed. Recommendations for regional authorities are formulated.

Keywords: *digital maturity, digital maturity assessment, technological sovereignty, Russian software, digital transformation, regional development.*

Вводная часть

Цифровая трансформация в Российской Федерации приобрела характер системной общегосударственной задачи, закреплённой в качестве национальной цели и детализированной в Едином плане по достижению национальных целей развития до 2030 года и на перспективу до 2036 года (утвержден резолюцией Председателя Правительства РФ №ММ-П13-47086 от 30 декабря 2024 года). Цель 7 – «Цифровая трансформация государственного и муниципального управления, экономики и социальной сферы» – устанавливает амбициозные целевые показатели, среди которых достижение «цифровой зрелости» ключевых отраслей, переход на отечественное ПО, формирование рынка данных и обеспечение всеобщего цифрового доступа.

В этом контексте промышленность, как основа экономики, становится ключевым полигоном для достижения поставленных целей. Однако их реализация невозможна без эффективного управленческого инструментария на региональном уровне, где происходит непосредственное взаимодействие с предприятиями. Проблема исследования заключается в необходимости адаптации методик оценки цифровой зрелости промышленных предприятий под новые стратегические рамки, включающие не только уровень автоматизации, но и критерии технологического суверенитета (использование российского ПО), интеграцию в отраслевые цифровые платформы и управление на основе данных.

Современные научные исследования в области оценки цифровой зрелости промышленных предприятий характеризуются переходом от теоретического осмысления ключевых концепций Индустрии 4.0 к разработке практических методик диагностики и стратегического планирования. Учёные проводят системный анализ международных и отечественных подходов к оценке, разработанных ведущими консалтинговыми и исследовательскими центрами, подчёркивая, что такая диагностика является критически важным этапом для планирования устойчивой трансформации [2]. Однако в этой области выявляются существенные методологические пробелы: существующие методы часто носят поверхностный характер, не учитывают горизонтальные взаимосвязи между различными бизнес-направлениями и чрезмерно зависят от субъективных экспертных оценок, что снижает точность и объективность результатов [3]. В ответ на это исследования углубляются, предлагая комплексные модели, которые устанавливают прямую зависимость между уровнем цифровой зрелости технологий и бизнес-процессов и фактической готовностью предприятия к трансформации, учитывая при этом экономический потенциал и прогнозируемые риски [4]. Наиболее прикладным развитием этих идей становятся конкретные методические инструменты, такие как позиционные матрицы, которые позволяют классифицировать предприятия на основе сопоставления их технологической и управленческой готовности и на этой основе алгоритмизировать выбор индивидуальных траекторий цифровой трансформации [5], что в совокупности формирует методологическую базу для перехода от абстрактной оценки к стратегическому управлению цифровым развитием.

Целью статьи является модернизация подхода к оценке цифровой зрелости промышленных предприятий региона с учетом обновленных национальных приоритетов на период до 2030 и 2036 годов. Новизна исследования заключается в интеграции в оценочный аппарат новых критически важных параметров: доли использования российского программного обеспечения, степени вовлеченности в цифровые платформы

и экосистемы данных, а также уровня готовности к применению сквозных цифровых технологий.

Данные о методах проводимого исследования

Исследование базируется на анализе нормативно-стратегических документов, определяющих цифровую политику РФ: Единого плана до 2036 года и ранее утвержденных методических материалов (Протокол Правительственной комиссии №32, Приказ Минцифры №600). Основным методом является системный анализ и синтез требований, позволяющий выделить новые сущностные компоненты цифровой зрелости.

Информационной базой, помимо ранее использованных данных Минпромторга, выступают новые целевые ориентиры, такие как: переход 80% организаций ключевых отраслей на российское ПО для основных процессов (7.5), удвоенный рост инвестиций в отечественные ИТ-решения относительно роста ВВП (7.4), а также акцент на управление на основе данных и автоматизацию транзакций на цифровых платформах (7.1).

Экспериментальная часть

Актуализация национальных целей развития Российской Федерации, закрепленная в Едином плане до 2030 и 2036 годов, вносит принципиальные коррективы в понимание «цифровой зрелости» промышленных предприятий. Если ранее оценка фокусировалась преимущественно на глубине цифровизации бизнес-процессов и развитии ИТ-архитектуры, то сегодня на первый план выходят критерии технологического суверенитета, интеграции в национальные цифровые контуры и управления на основе данных. Это закономерно требует пересмотра существующих оценочных инструментов, таких как «цифровой паспорт», и внедрения новых метрик, отражающих выполнение стратегических задач. В связи с этим возникает необходимость модернизации методики оценки, дополняющей традиционные показатели новым блоком критериев, напрямую связанных с достижением национальных целей.

Экспериментальная часть предполагает дополнение схемы оценки новыми блоками (рис. 1).

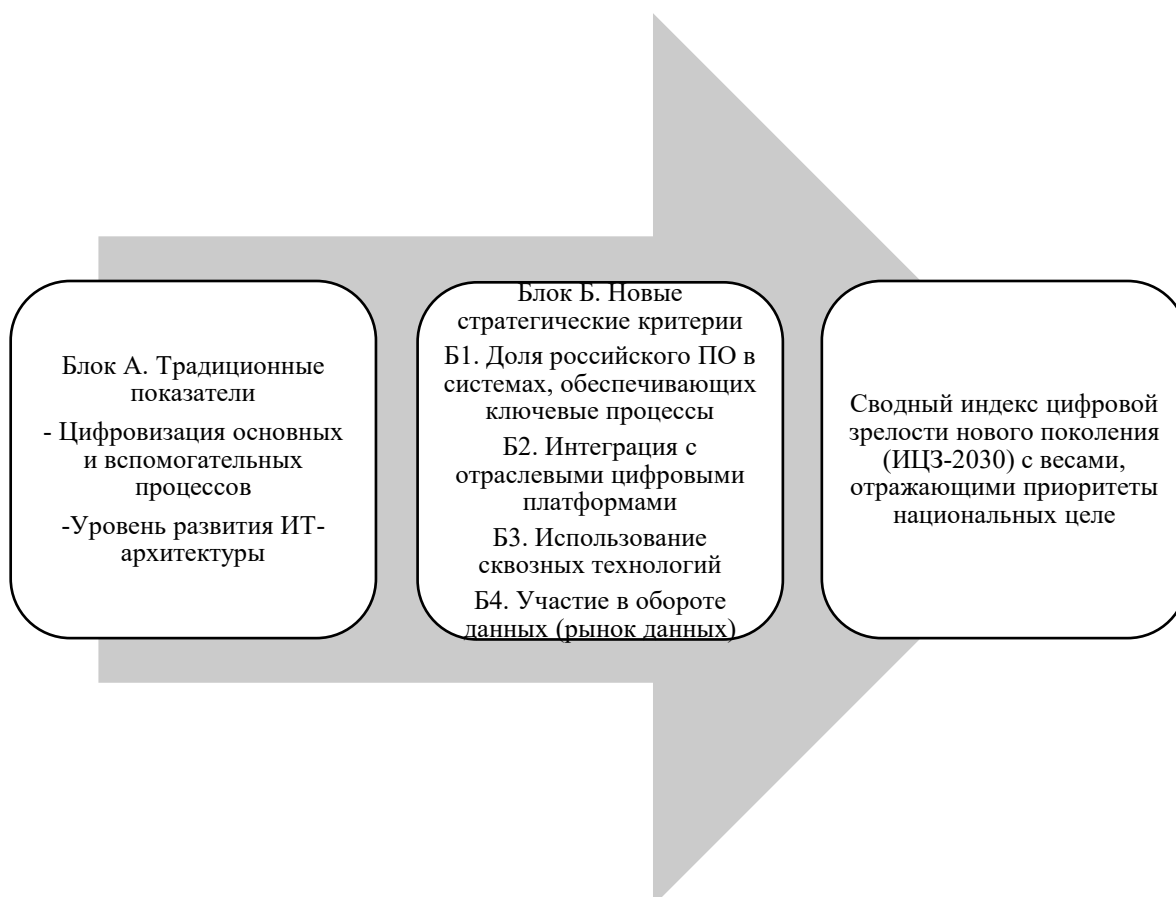


Рисунок 1 – Модернизированный алгоритм оценки цифровой зрелости промышленного предприятия региона

Ключевым изменением является добавление Блока Б. Например, показатель Б1 напрямую соотносится с целью 7.5 Единого плана. Его оценка требует мониторинга не просто наличия класса систем, но и страны происхождения их ядра. Это трансформирует таблицу весовых коэффициентов (таблица 1).

Таблица 1 – Модифицированная матрица для оценки групп ИТ-решений с учетом критерия технологического суверенитета

Группа ИТ-решений	Базовый вес (отраслевой)	Модификатор для российского ПО	Итоговый приоритет для региона
Управление производственной деятельностью (MES, APS)	2.8 (высокий)	+1.5 (критическая важность)	4.3
Системы сбора и анализа больших данных, AI	2.5 (средне-высокий)	+1.0 (стратегический приоритет)	3.5
Управление контентом (ECM)	2.2 (средний)	+0.5	2.7

Источник: составлено автором

Сравнительный анализ (бенчмаркинг) теперь должен проводиться не только по уровню автоматизации, но и по степени выполнения «суверенных» критериев. Лидерами будут признаваться предприятия, демонстрирующие высокие показатели как в Блоке А, так и в Блоке Б.

Выводы и рекомендации

Обновление национальных целей до 2036 года кардинально меняет ландшафт требований к цифровой трансформации промышленности. Выводы исследования свидетельствуют, что существующие методики оценки цифровой зрелости требуют существенной модернизации, интегрирующей показатели технологического суверенитета.

В качестве практических рекомендаций для региональных органов власти предлагается:

1. Актуализировать анкеты для сбора данных в региональном сегменте ГИСП, включив обязательные разделы об использовании российского ПО, участии в отраслевых платформах и применении сквозных цифровых технологий.

2. Разработать и внедрить систему стимулирующих коэффициентов при предоставлении мер господдержки, отдавая приоритет проектам, которые одновременно повышают операционную эффективность (Блок А) и вносят вклад в достижение национальных целей (Блок Б).

3. Создать на базе ведущих предприятий-лидеров по сводному индексу ИЦЗ-2030 пилотные зоны по отработке и тиражированию комплексных решений, сочетающих передовые технологии и отечественное программное обеспечение.

Перспективой развития исследования является углубление в методики количественной оценки вклада цифровой зрелости в достижение макроэкономических показателей, таких как производительность труда и рост несырьевого экспорта, что напрямую коррелирует с целями национального развития. Дальнейшая работа должна быть направлена на создание динамических моделей, которые позволят регионам

прогнозировать эффект от цифровизации промышленности в увязке с обновленными стратегическими ориентирами страны.

Список литературы

1. Единый план по достижению национальных целей развития до 2030 года и на перспективу до 2036 года (утвержден резолюцией Председателя Правительства РФ №ММ-П13-47086 от 30 декабря 2024 года)

2. Леонтьев, Д. В. Анализ подходов к оценке цифровой зрелости высокотехнологичных промышленных предприятий / Д. В. Леонтьев // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2024. – Т. 249, № 5. – С. 111-125. – DOI 10.38197/2072-2060-2024-249-5-111-125.

3. Гирин, И. А. Анализ методов оценки уровня цифровой зрелости промышленных предприятий / И. А. Гирин, Е. Н. Лобачева, Д. А. Скворцова // Наука и бизнес: пути развития. – 2025. – № 1(163). – С. 79-81.

4. Краковская, И. Н. Цифровая зрелость промышленных предприятий: опыт оценки / И. Н. Краковская, Ю. В. Корокошко, Ю. Ю. Слушкина // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. – 2024. – Т. 40, № 3. – С. 433-459. – DOI 10.21638/spbu05.2024.305.

5. Галимова, М. П. Выбор траекторий цифровой трансформации промышленного предприятия на основе оценки цифровой зрелости: методические подходы / М. П. Галимова, Т. С. Галимов // Экономика и управление: научно-практический журнал. – 2024. – № 3(177). – С. 41-46. – DOI 10.34773/EU.2024.3.7.

THE ECONOMY OF IMPRESSIONS: VALUATION OF NON-MATERIAL ACTIVITIES IN TOURIST PRODUCT

Tishchenko I.V., senior lecturer of Department of Economics and Management
Severodonetsk Technological Institute of the Federal State Budgetary
Educational Institution of Higher Education «Lugansk Vladimir Dal State
University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation
tishchenko.irina2025@yandex.ru

***Abstract.** The article explores the relationship between the concept of the «economics of impressions» and the valuation of intangible assets (IA) in the tourism industry. Based on the analysis of scientific literature scientific and practical cases, it is proved that the key components of impressions (aesthetics, escapism, entertainment and education) are strategic IA that requires correct identification and evaluation to increase the competitiveness and investment attractiveness of companies. The article systematizes existing assessment methods, proposes a model for their application to specific assets of the «impression economy», and formulates practical recommendations for business.*

***Keywords:** intangible assets, tourism product, «the economy of impressions».*

ЭКОНОМИКА ВПЕЧАТЛЕНИЙ: СТОИМОСТНАЯ ОЦЕНКА НЕМАТЕРИАЛЬНЫХ АКТИВОВ В ТУРИСТИЧЕСКОМ ПРОДУКТЕ

Тищенко И.В., старший преподаватель
кафедры экономики и управления Северодонецкого технологического
института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им.
Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
tishchenko.irina2025@yandex.ru

***Аннотация.** В статье исследуется взаимосвязь между концепцией «экономики впечатлений» и стоимостной оценкой нематериальных*

активов (НМА) в туристической отрасли. На основе анализа научной литературы и практических кейсов обосновывается, что ключевые компоненты впечатлений (эстетика, эскапизм, развлечение, образование) представляют собой стратегические НМА, требующие корректной идентификации и оценки для повышения конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности компаний. В статье систематизированы существующие методы оценки, предложена модель их применения к специфическим активам «экономики впечатлений» и сформулированы практические рекомендации для бизнеса.

Ключевые слова: нематериальные активы, туристический продукт, «экономика впечатлений».

Введение. Современная туристическая индустрия переживает фундаментальный сдвиг от стандартизированного предложения услуг к созданию уникальных, персонализированных впечатлений. Этот переход, описанный Пайном и Гилмором как восхождение от экономики товаров и услуг к «экономике впечатлений», становится доминирующим трендом [4]. Потребитель платит уже не за сам факт проживания в отеле или перелета, а за эмоции, воспоминания и лично значимый опыт, полученный в путешествии [5]. В результате ядро туристического продукта все чаще формируется не материальными объектами, а нематериальными активами, связанными с генерацией впечатлений.

Постановка проблемы заключается в существенном разрыве между растущей экономической значимостью впечатлений как драйвера стоимости и сложностью их стоимостной оценки в рамках традиционного финансового учета и управления. Нематериальные активы, к которым по своей природе относятся созданные впечатления, бренд, репутация, уникальные сценарии обслуживания, зачастую либо не отражаются в балансах компаний, либо их оценка носит формальный характер [1, 3]. Это приводит к недооценке реальной стоимости бизнеса, искажает инвестиционные решения и затрудняет управление ключевыми источниками конкурентного преимущества. Как отмечается в

исследованиях, именно нематериальные активы формируют около 90 % рыночной стоимости современных успешных компаний [3].

Цель статьи – разработать концептуальные основы и практические рекомендации по стоимостной оценке нематериальных активов, воплощенных в компонентах туристического продукта, основанного на принципах «экономики впечатлений».

Новизна излагаемых материалов заключается в следующем:

1) адаптация классической модели «экономики впечатлений» (4E: Entertainment, Education, Esthetics, Escapism) для целей финансового менеджмента и оценки активов в туризме;

2) систематизация методов оценки (доходный, сравнительный, затратный) применительно к специфическим НМА сферы впечатлений;

3) эмпирическая верификация значимости отдельных компонентов впечатлений для потребителей на основе анализа больших данных пользовательских отзывов, что позволяет объективизировать исходные данные для оценки.

Метод проведения исследования. Для достижения поставленной цели использовался комплекс взаимодополняющих методов:

1) анализ литературы и вторичных данных. Проведен системный обзор научных публикаций, отраслевых отчетов и учебных материалов по темам «экономика впечатлений», оценка нематериальных и интеллектуальных активов в сфере услуг. Это позволило сформировать теоретический каркас исследования [1, 2, 4];

2) анализ конкретных ситуаций. Изучены успешные практики туристических и гостиничных компаний, которые трансформировали свое предложение в уникальные впечатления (например, отели в нестандартных локациях, тематические туры). Анализ кейсов направлен на идентификацию конкретных НМА и способов их монетизации [5];

3) методы экономической оценки, синтезированные для целей исследования:

- доходный подход: ориентирован на оценку потенциальной будущей экономической выгоды (дополнительного дохода,

- премии к цене) от использования актива, создающего впечатление
- включает анализ способности актива генерировать денежные потоки, увеличивать лояльность клиентов и сокращать затраты на маркетинг;
- сравнительный (рыночный) подход: основан на анализе рыночных сделок с аналогичными активами или компаниями;
- затратный подход: фокусируется на оценке затрат, необходимых для воссоздания или замещения оцениваемого актива - может применяться для оценки технологий, программного обеспечения, затрат на создание уникальной инфраструктуры [2];

4) анализ больших данных: в экспериментальной части использованы результаты исследования, основанного на текстовом анализе 30 296 отзывов туристов на платформе Tripadvisor. С применением методов LDA (латентного размещения Дирихле) была проведена количественная оценка значимости различных аспектов впечатлений для потребителей, что служит эмпирической базой для определения весомости отдельных НМА [1].

Экспериментальная часть. Ключевым этапом является операционализация абстрактного понятия «впечатление» в набор идентифицируемых и потенциально оцениваемых НМА. На основе модели 4Е можно выделить следующие активы:

- эстетика (Esthetics): уникальный дизайн интерьеров и экстерьера, архитектурная ценность объекта, вид из окна, ландшафтное оформление территории, формирующее «инстаграмность» локации;
- эскапизм (Escapism): уникальность локации (отель в самолёте, подводный номер, домик на дереве), тематическая концепция, полностью погружающая гостя в другую реальность (рыцарский замок, японский рёкан) [5];
- образование (Education): авторские методики проведения мастер-классов, эксклюзивные знания гидов, патентованные образовательные программы, цифровой контент (аудиогиды, мобильные приложения с дополненной реальностью);

- развлечение (Entertainment): сценарные программы, фирменные шоу, уникальные развлекательные комплексы, права на проведение эксклюзивных мероприятий.

Экспериментальное исследование на основе анализа отзывов туристов предоставило количественные данные о сравнительной важности компонентов модели 4Е. Результаты показали, что эстетический аспект является определяющим при оценке отелей потребителями. Частотность упоминаний параметров, связанных с красотой, видом, дизайном, значительно превышала другие категории [1]. Это прямо указывает на то, что НМА, связанные с эстетикой (брендинговый дизайн, права на использование уникальных архитектурных решений), обладают наибольшим потенциалом для генерации ценности и, следовательно, должны быть приоритетом для оценки и управления.

Аспекты развлечения и образования, хотя и высоко значимы, выражались в отзывах косвенно, часто через общие эмоции. Экономическая составляющая (соотношение цены и качества) также присутствовала, но не была центральной темой обсуждения в контексте положительных впечатлений [2]. Это подтверждает тезис о том, что в «экономике впечатлений» потребитель готов платить премию за уникальный опыт, смещая фокус с цены на ценность.

Оценка НМА в сфере впечатлений требует гибкого комбинирования методов:

1) для уникального дизайн-проекта отеля (эстетика) наиболее релевантен затратный подход, оценивающий расходы на услуги известного архитектора и дизайнера, а также доходный подход, прогнозирующий прирост средней цены номера и коэффициента загрузки благодаря повышенному спросу;

2) для авторской экскурсионной программы (образование + развлечение) основным является доходный подход: рассчитывается дополнительная прибыль от продажи этого тура ПО сравнению со стандартным, а также эффект от увеличения длительности пребывания гостей;

3) для бренда, ассоциированного с определённым типом впечатлений (например, «эко-лодж»), применим сравнительный подход через анализ мультипликаторов выручки или прибыли компаний-аналогов, а также метод освобождения от роялти в рамках доходного подхода.

Выводы. На основе вышеизложенного можно сделать вывод о том, что компоненты «экономики впечатлений» являются стратегическими нематериальными активами туристической компании, напрямую влияющими на ее финансовые результаты и рыночную стоимость.

Стоимостная оценка этих активов возможна и необходима. Она требует предварительной глубокой декомпозиции впечатления на идентифицируемые элементы и выбора адекватного метода оценки в зависимости от характера актива.

Эмпирические данные подтверждают, что активы, связанные с эстетическим компонентом, имеют первостепенное значение для потребителей и, следовательно, обладают наибольшим оценочным потенциалом.

Традиционный бухгалтерский чует не отражает реальной ценности этих активов, что создает потребность в разработке систем управленческого учёта и отчётности для внутренних нужд и коммуникации с инвесторами.

Рекомендации для туристических предприятий:

1) провести инвентаризацию НМА, связанных с созданием впечатлений: зафиксировать уникальные сценарии, дизайн-коды, методики, отношения с поставщиками эксклюзивных услуг;

2) внедрить систему регулярной (ежегодной) оценки ключевых НМА силами внутренних специалистов или привлечённых оценщиков, используя комбинацию подходов. Это станет основой для обоснования инвестиций в развитие новых впечатлений;

3) использовать оценку НМА не только для отчётности, но и в маркетинговых коммуникациях, для привлечения стратегических инвестиций и в качестве залогового обеспечения при получении кредитов [3];

4) фокусироваться на развитии и правовой защите активов, обеспечивающих эстетическое и эскапистское переживание, как на наиболее ценных.

Перспективы развития поставленной проблемы:

1) цифровизация и оценка цифровых НМА: развитие метавселенных, VR-туров и NFT-коллекций, связанных с туристическими впечатлениями, потребует разработки принципиально новых подходов к оценке цифровых активов;

2) оценка вовлеченности в создание позитивных впечатлений, связанных с устойчивым развитием и социальной ответственностью, станет отдельным ценным активом;

3) разработка отраслевых стандартов: актуальной задачей является формирование профессиональным сообществом рекомендаций и стандартов по оценке НМА в сфере туризма и гостеприимства, что повысит прозрачность и инвестиционную привлекательность всей отрасли.

Список литературы

1. Федорова, Е. А., Невредин, А. Р. Основные аспекты модели экономики впечатлений в туристической отрасли – Текст : электронный // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия: Экономика. - 2023. - Т. 39. - Вып. 4. - С. 599-626. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-aspekty-modeli-ekonomiki-vpechatleniy-v-turisticheskoy-otrasli> (дата обращения: 06.01.2026).

2. Шадская, И. Г. Оценка объектов интеллектуальной собственности предприятий туризма – Текст: электронный // КиберЛенинка : [сайт]. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-obektov-intellektualnoy-sobstvennosti-predpriyatiy-turizma> (дата обращения: 07.01.2026).

3. Нематериальные активы и интеллектуальная собственность – Текст : электронный // Всемирная организация интеллектуальной собственности : [сайт]. - URL: <https://www.wipo.int/ru/web/intangible-assets> (дата обращения: 08.01.2026).

4. Обломова, О. Экономика впечатлений: нет ничего дороже личного впечатления [блог] // 4brain – отлай платформа по обучению soft skills : [сайт]. - URL: <https://4brain.ru/blog/ekonomika-vpechatlenij-net-nichego-dorozhe-lichnogo-vpechatleniya/> (дата обращения: 09.01.2026) .

5. Экономика впечатлений: что это и как поможет отелю заработать // Яндекс.Путешествия : [сайт]. - URL: <https://travel.yandex.ru/pro/ekonomika-vpechatleniy-cto-eto-i-kak-pomozhet-otelyu-zarabotat/> (дата обращения: 09.01.2026).

УДК 316.334:005.591.6(075.8)

**ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ: ТЕХНИЧЕСКИХ
И ИНФОРМАЦИОННЫХ НАУК**

Туманов А.В., канд. техн. наук, доцент, и.о. заведующий кафедрой
строительства и архитектуры ФГБОУ ВО «Херсонский аграрный
университет», пгт Антоновка, РФ
tumanovpguas@list.ru

***Аннотация.** Статья посвящена комплексному анализу инновационных процессов, происходящих в строительной отрасли, с особым фокусом на их взаимосвязи с техническими и информационными науками. Рассматриваются ключевые направления инноваций: технологические (модульное строительство, аддитивное производство, новые материалы) и информационные (BIM, Цифровые Двойники, автоматизация). Центральное место в работе занимает обсуждение проблем интеграции и барьеров между теорией и практикой.*

***Ключевые слова:** модуль, строительство, BIM, Цифровые Двойники, комплекс.*

INNOVATIVE PROCESSES AND PROBLEMS OF THEORY AND PRACTICE AT THE INTERSECTION OF TECHNICAL AND INFORMATION SCIENCES IN MODERN CONSTRUCTION

Tumanov A.V., Cand. Sc. (Technical), Docent, Acting Head of the Department of Construction and Architecture, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kherson Agrarian University», Antonovka urban-type settlement, Russian Federation.

tumanovpguas@list.ru

***Abstract.** This article is dedicated to a comprehensive analysis of the innovative processes occurring in the construction industry, with a special focus on their interrelation with technical and information sciences. Key innovation vectors are examined: technological (modular construction, additive manufacturing, new materials) and informational (BIM, Digital Twins, automation). The central focus of the work is the discussion of integration problems and barriers between theory and practice.*

***Keywords:** Module, Construction, BIM, Digital Twins, Complex.*

Строительная индустрия, несмотря на свою фундаментальную роль в экономике, долгое время оставалась в числе наименее оцифрованных секторов. Однако последние десятилетия ознаменовались взрывным ростом технологических и информационных инноваций, направленных на повышение производительности, снижение материалоемкости и обеспечение устойчивости. Инновационный ландшафт строительства формируется на пересечении двух мощных потоков: технических наук (материаловедение, механика, строительные технологии) и информационных наук (управление данными, искусственный интеллект, моделирование).

Успех этих инноваций, однако, не является автоматическим. Теоретические прорывы часто сталкиваются с инертностью практической реализации, обусловленной устаревшей нормативной базой, сложностями

интеграции разнородного ПО и нехваткой междисциплинарных кадров. Целью данной статьи является критический обзор этих инновационных потоков и систематизация ключевых проблем, возникающих при попытке их практического применения.

Технологическая Инновационная Волна.

Технические инновации направлены на радикальное изменение способа производства строительного продукта, часто приводя к пересмотру фундаментальных положений строительной механики и материаловедения [1].

Аддитивное Производство (3D-Печать).

Аддитивное производство (АП) обещает полную автоматизацию и высокую степень геометрической свободы. Однако его внедрение упирается в теоретические и практические проблемы, связанные с механикой композитов. Традиционные нормы надежности (СП, Еврокоды) разработаны для гомогенных материалов, изготовленных методами литья или формования.

Теоретическая проблема: Прочность напечатанных конструкций часто является анизотропной (зависит от направления печати), а межслоевые границы создают зоны концентрации напряжений. Отсутствуют общепринятые модели для прогнозирования долговечности таких слоистых структур, что требует разработки новых коэффициентов надежности по материалу или перехода к методам, основанным на анализе отказов (Reliability Based Design).

Практическая проблема: Необходимость в сертификации новых строительных смесей и интеграции траекторий печати, генерируемых BIM-системами, с управляющим ПО роботов.

Новые Материалы и Устойчивость.

Акцент на устойчивости стимулирует разработку низкоуглеродных бетонов, деревянных композитов (CLT) и самовосстанавливающихся систем.

Проблема: Внедрение новых материалов тормозится нормативной инерцией. Разработка СП требует обширных статистических данных о

поведении материала в течение десятилетий. Инженеры на практике вынуждены использовать СТУ, что увеличивает риски и стоимость экспертизы, так как теоретическая база для обоснования надежности этих материалов еще не до конца сформирована в нормативных документах [2].

Информационные Инновации: От Модели к Интеллекту.

Информационные науки предоставляют инструменты для управления сложностью, присущей современному строительству.

Информационное Моделирование Зданий (BIM) и
Интероперабельность.

BIM является основой цифровой трансформации, позволяя перейти от набора чертежей к единому источнику информации (Single Source of Truth).

Проблема интероперабельности: На практике достижение истинного Level 3 BIM (полная коллаборация) затруднено из-за несовместимости проприетарных форматов и ограничений открытого стандарта IFC. При передаче данных между BIM-платформой (например, Revit) и расчетными комплексами (МКЭ, например, SCAD/LIRA) теряется семантическая информация или возникают геометрические ошибки. Ручная коррекция этих ошибок на этапе передачи данных сводит на нет часть преимуществ автоматизации [3, 4].

Цифровые Двойники (Digital Twins) и Анализ Данных.

Переход от статической BIM-модели к Цифровому Двойнику (ЦД), который интегрирует данные с датчиков (SHM), представляет собой высший уровень информатизации.

Теоретическая проблема: Требуется разработка методологии для динамического обновления надежности. Если традиционный расчет использует фиксированные коэффициенты надежности, то ЦД требует постоянного Байесовского обновления этих коэффициентов на основе показаний датчиков. Это требует глубокого понимания стохастических процессов и статистики.

Практическая проблема: Управление потоками больших данных (Big Data) с датчиков и обеспечение их безопасной передачи в облачную модель.

Проблемы Интеграции и Барьеры Практики.

Наибольшие сложности возникают на стыке технической реализации и информационного обеспечения.

Автоматизация Проверки Норм (Code Checking)

Теоретически, BIM-модель должна позволить автоматическую проверку соответствия проектных решений нормативным требованиям (например, пожарным нормам, нормам инсоляции). На практике эта возможность ограничена:

- 1) большинство существующих инструментов проверяют только геометрические коллизии, а не соответствие расчетным формулам;
- 2) для реализации Code Checking необходимо, чтобы нормативные требования были формализованы в виде машиночитаемых алгоритмов, что является сложной задачей для сложных, часто описательных норм.

Кадровый Разрыв и Культурное Сопротивление

Инновации требуют гибридных компетенций. Инженер должен понимать не только прочность бетона (техническая наука), но и принципы работы с облачными хранилищами и скриптингом (информационные науки). Отсутствие таких специалистов в средней и малой строительной практике приводит к тому, что дорогостоящее ПО используется лишь для создания 3D-моделей, игнорируя его потенциал для анализа и оптимизации.

Заключение.

Инновационные процессы в строительстве — это неотъемлемый вектор развития, основанный на тесной синергии между техническими достижениями и информационными технологиями. Однако между теоретическим потенциалом этих инструментов и их практическим применением существует значительный разрыв. Преодоление этого разрыва требует скоординированных усилий в трех областях: пересмотр нормативной базы для верификации новых технологий; разработка стандартов интероперабельности для обеспечения бесшовного потока данных между расчетами и моделями; и реформа системы образования для подготовки инженеров, способных работать в гибридной среде данных и физических объектов [5-7].

Список литературы

1. **Ильичев, В. А.** Теория и практика цифрового строительства. – Санкт-Петербург: Издательство СПбГАСУ, 2022. – 310 с.
2. **Eastman, C.,** Teicholz, P., Liston, B., Sacks, R. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling of Advanced Construction. – 4th Edition. – Wiley, 2019. – 600 p.
3. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – Москва: Минстрой России, 2016.
4. **Kivinen, J.,** Anttila, M. Digital Twins in Construction: Current State and Future Challenges of Interoperability // Automation in Construction. – 2022. – Vol. 140. – Article 104439.
5. ISO 19650-1:2018. Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles. – Geneva: ISO, 2018.
6. **Tang, L.,** et al. Reliability Assessment of Structures Based on Structural Health Monitoring Data and Bayesian Updating // Reliability Engineering & System Safety. – 2021. – Vol. 212. – Article 107595.
7. **GhaffarianHoseini, A.,** et al. A review of building information modelling (BIM) for life cycle assessment (LCA): Challenges and opportunities // Building and Environment. – 2019. – Vol. 147. – P. 187–204.

УДК 537.61

**ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ СТАБИЛИЗАЦИИ МАГНИТНЫХ
СКИРМИОНОВ ПРИ СОВМЕЩНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЗЯЛОШИНСКОГО-МОРИЯ И ДЕФЕКТОВ В
ФЕРРОМАГНИТНЫХ ПЛЁНКАХ**

Хакимуллина А.А., студент 3 курса,

Вахитов Р.М., д-р физ.-мат. наук, профессор, заведующий кафедры
Теоретической физики ФТИ УУНиТ,

Филиппов М.А., аспирант 3 курса

Уфимский университет науки и технологий,

г. Уфа, Башкортостан, РФ

a_khakimullina@bk.ru

***Аннотация.** В работе рассматриваются условия стабилизации магнитных скирмионов в наномодифицированных плёнках при наличии взаимодействия Дзялошинского-Мория и дефектов типа «потенциальная яма», в области которых уменьшается величина магнитной анизотропии. Показано, что в данных плёнках образуются различные вихреподобные структуры, тип и размеры которых определяются соотношением величин анизотропии на дефекте и вне его. Это создаёт возможность стабилизировать скирмионы с некоторыми заданными параметрами.*

***Ключевые слова:** магнитный скирмион, взаимодействие Дзялошинского-Мория, дефект типа «потенциальная яма», одноосная магнитная анизотропия.*

**A STUDY OF THE STABILIZATION CONDITIONS OF MAGNETIC
SKYRMIONS UNDER THE COMBINED INFLUENCE OF THE
DZYALOSHINSKII-MORIYA INTERACTION AND DEFECTS IN
FERROMAGNETIC FILMS**

Khakimullina A.A., a third year student,

Vakhitov R.M., Dr. Sci. (Physics and Mathematics), Professor, Head of the
Department of Theoretical Physics UUST,
Filippov M.A., a third-year graduate student
Ufa University of Science and Technology,
Ufa, Bashkortostan, Russian Federation
a_khakimullina@bk.ru

Abstract. *This paper examines the conditions for stabilizing magnetic skyrmions in nanomodified films in the presence of the Dzyaloshinskii-Moriya interaction and potential well-type defects, in the region of which the magnetic anisotropy decreases. It is shown that various vortex-like structures form in these films, the type and size of which are determined by the ratio of the anisotropy values at and outside the defect. This makes it possible to stabilize skyrmions with certain specified parameters.*

Keywords: *magnetic skyrmion, Dzyaloshinskii-Moriya interaction, potential well defect, uniaxial magnetic anisotropy.*

Классическая полупроводниковая электроника вплотную подошла к своим физическим и экономическим пределам, что заставляет научное сообщество искать принципиально новые подходы к обработке и хранению информации. Преодолеть эти барьеры потенциально можно с помощью спинтроники, используя спин электрона для передачи и хранения данных. Особое внимание в последнее время уделяется магнитным скирмионам, которые являются наноразмерными вихреподобными спиновыми структурами, возникающими в нецентросимметричных магнетиках и многослойных магнитных плёнках. Они обладают рядом уникальных свойств: наноразмерностью, топологической защищённостью и высокой скоростью движения под действием токов малой плотности. Благодаря этому они рассматриваются в качестве перспективных носителей информации для устройств памяти, логики и нейроморфных вычислений [1].

Однако применение скирмионов сдерживается проблемой их надёжной стабилизации в различных материалах. Основное ограничение связано с тем, что для стабилизации магнитных скирмионов в плёнках необходимо наличие взаимодействия Дзялошинского-Мория (DMI). Оно является важным, но не всегда определяющим фактором для формирования скирмионов. Существуют альтернативные способы их стабилизации с использованием наномодифицированных плёнок с пространственно модулированными параметрами [2]. Примером этого является внедрение в магнитные плёнки дефекта типа «потенциальная яма», в области которого скачком понижается величина перпендикулярной магнитной анизотропии (ПМА). В этом случае локально уменьшается энергия системы, что создаёт условия для стабилизации скирмионов даже при слабом DMI.

Целью данной работы является исследование совместного влияния двух стабилизирующих для скирмионов факторов: DMI и наличия колумнарного дефекта типа «потенциальная яма». Исследование проводилось методом микромагнитного моделирования в пакете программ открытого доступа OOMFF [3] с использованием среды Ubermag [4]. Плёнка, с материальными параметрами соответствующими плёнкам типа Co/Pt, рассматривается в форме диска радиуса R . Дефект радиуса R_0 расположен в центре диска, при этом их аксиальные оси симметрии совпадают и перпендикулярны плоскости плёнки. Изменение константы магнитной анизотропии в плёнке в зависимости от радиальной переменной r описывается формулой (1):

$$K_u = \begin{cases} K_{u1}, & r > R_0 \\ K_{u2}, & 0 \leq r \leq R_0 \end{cases} \quad (1)$$

где K_{u1} – значение константы магнитной анизотропии вне дефекта, а K_{u2} – на дефекте ($K_{u1} > K_{u2}$).

В работе [5] уже рассматривалась устойчивость вихреподобных структур в аналогичных наномодифицированных плёнках при малых величинах константы DMI ($D < 1.0 \cdot 10^{-3}$ Дж/м²). В данной же работе

проводится исследование влияния дефекта на свойства магнитных скирмионов при $D = 3.0 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2$.

При моделировании также учитывались: обменное взаимодействие (параметр обмена $A = 1.5 \cdot 10^{-11} \text{ Дж/м}$), перпендикулярная магнитная анизотропия ($K_{u1} = 0.4$ и $0.6 \cdot 10^6 \text{ Дж/м}^3$) и магнитостатическое взаимодействие (намагниченность насыщения $M_s = 5.8 \cdot 10^5 \text{ А/м}$). При исследовании рассматривались диски толщиной $h = 1 \text{ нм}$ с радиусами $R = 75$ и 150 нм . В центре каждого диска задавалась область дефекта с радиусом $R_0 = 30 \text{ нм}$, на которой происходило постепенное понижение значения константы перпендикулярной магнитной анизотропии (K_{u2}) с шагом в $0.1 \cdot 10^6 \text{ Дж/м}^3$ до нуля, т.е. $K_{u2} = (0 \div K_{u1})$. При моделировании были получены устойчивые вихреподобные структуры, у которых измерялся радиус R_V . Исходя из полученных данных, были построены графики размеров магнитных скирмионов при разных K_{u1} , K_{u2} (Рис.1).

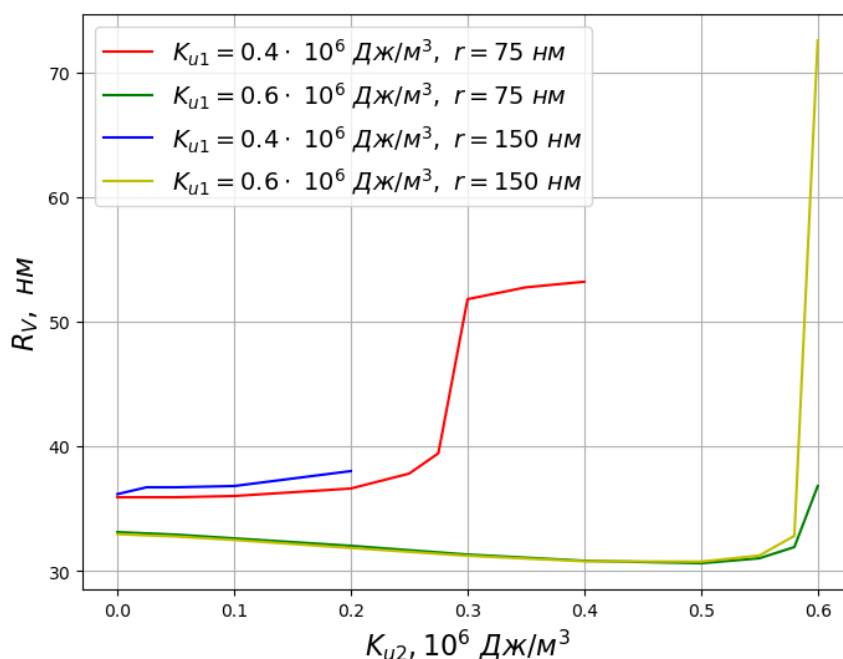


Рисунок 1 – График зависимости радиуса скирмиона R_V от K_{u2}

Как видно из рисунка 1, на диске меньшего размера понижение K_{u2} приводит к уменьшению размера скирмиона при обоих значениях K_{u1} ,

причем в случае $K_{u1} = 0.4 \cdot 10^6$ Дж/м³ это уменьшение имеет скачкообразный характер. На диске радиусом 150 нм эффекты носят более контрастный характер. При $K_{u1} = 0.6 \cdot 10^6$ Дж/м³ наблюдается резкое сжатие скирмиона, при котором его размер уменьшается с 73 нм в однородной пленке до 31 нм уже при $K_{u2} = 0.5 \cdot 10^6$ Дж/м³. При меньшей величине константы анизотропии на диске ($K_{u1} = 0.4 \cdot 10^6$ Дж/м³) в отсутствии или при слабом дефекте устойчивым состоянием в плёнке является лабиринтная доменная структура, изображенная на рисунке 2 а). При понижении величины K_{u2} происходит скачкообразный переход от лабиринтной структуры к одиночному скирмиону, стабилизированному в центре плёнки в области дефекта (Рис. 2 б)).

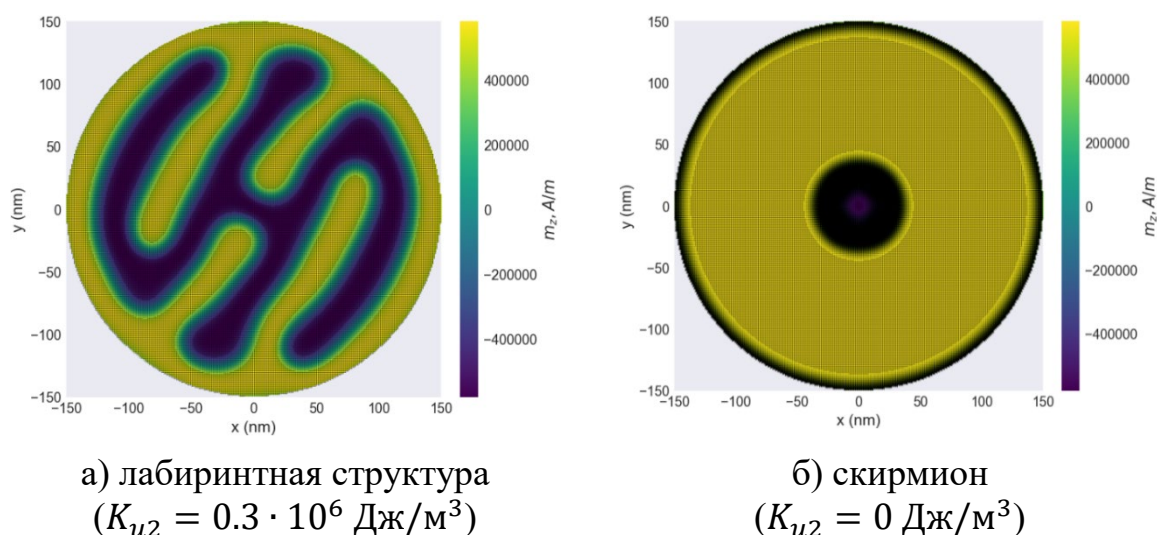


Рисунок 2 – Магнитные структуры на диске $R = 150$ нм при $K_{u1} = 0.4 \cdot 10^6$ Дж/м³

Таким образом, глубина «потенциальной ямы» является ключевым параметром, преобразование которого способствует изменению размера скирмиона, что даёт возможность получать малые скирмионы определённого размера. Также внедрение дефекта приводит к упрощению магнитной системы и позволяет получать топологически устойчивые структуры. Полученные результаты демонстрируют возможность

управления некоторыми параметрами скирмионов путём варьирования геометрии дефекта и настройки величины магнитной анизотропии, что может быть перспективным для создания энергоэффективных устройств спинтроники.

В дальнейшем предполагается исследовать устойчивость полученных численно скирмионов на дефекте к внешним магнитным полям различной ориентации. Также планируется рассмотреть возможность управления их движением под действием магнитных полей и спин-поляризованного тока.

Список литературы

1. Kläui, M., Everschor-Sitte, K., Lee, O., Msiska, R. et al. Perspective on unconventional computing using magnetic skyrmions // *Applied Physics Letters*. 2023. Vol. 122. №. 26. P.260501.

2. Sapozhnikov, M.V. Skyrmion lattice in a magnetic film with spatially modulated material parameters // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 2015. Vol. 396. P. 338-344.

3. Donahue, M. J., Porter, D. G. OOMMF User's Guide, Version 1.0 Interagency Report., National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD. 1999.

4. Beg, M., Lang, M., Fangohr, H. Ubermag: toward more effective micromagnetic workflows // *IEEE Transactions on Magnetism*. 2022. Vol. 58. №. 2. P. 1-5.

5. Vakhitov, R.M., Akhmetova, A.A., Filippov, M.A., Khakimullina, A.A. Two-factor analysis of magnetic skyrmions stability in multilayer modified films // *Letters on Materials*. 2025. Vol.15. №4. P. 344-349.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО КАК ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ

Шуматова А. В., студентка 2 курса магистратуры

Елабужского института (филиала) федерального государственного
автономного образовательного учреждения высшего образования

«Казанский (Приволжский) федеральный университет»,

г. Елабуга, РТ, РФ

anastasiyaabdullina311017@gmail.com

***Аннотация.** В статье рассматривается феномен образовательного предпринимательства как фактор формирования инновационной экономики. Показана его роль в интеграции образования, науки и бизнеса, трансформации роли университетов и развитии человеческого капитала. На основе междисциплинарного анализа определены ключевые функции образовательного предпринимательства и представлены сравнительные модели его развития в Финляндии, Сингапуре и России. Сформулированы направления совершенствования институциональной среды и государственной поддержки для усиления инновационного потенциала отечественного образования.*

***Ключевые слова:** образовательное предпринимательство, инновационная экономика, университетские стартапы, EdTech, человеческий капитал, инновационная экосистема, коммерциализация знаний.*

EDUCATIONAL ENTREPRENEURSHIP AS A DRIVER FOR THE DEVELOPMENT OF THE INNOVATIVE ECONOMY

Shumatova A. V., Second-year Master's student

Yelabuga Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational
Institution of Higher Education «Kazan (Volga Region) Federal University»,

Yelabuga, Republic of Tatarstan, Russian Federation

anastasiyaabdullina311017@gmail.com

Abstract. *This article examines the phenomenon of educational entrepreneurship as a factor in the formation of an innovative economy. Its role in integrating education, science, and business, transforming the role of universities, and developing human capital is demonstrated. Based on an interdisciplinary analysis, the key functions of educational entrepreneurship are identified and comparative models of its development in Finland, Singapore, and Russia are presented. Areas for improving the institutional environment and government support to enhance the innovative potential of Russian education are identified.*

Keywords: *educational entrepreneurship, innovative economy, university startups, EdTech, human capital, innovation ecosystem, knowledge commercialization.*

Современная экономика стремительно трансформируется под воздействием технологических, социальных и культурных факторов, где ключевую роль начинают играть знания, компетенции и способность к инновациям. В этих условиях формируется новый социально-экономический феномен – образовательное предпринимательство, выступающее не только как механизм трансляции знаний, но и как инструмент формирования креативной и инновационной среды. Его специфика заключается в соединении принципов образования и бизнеса, в результате чего создаются новые формы экономической активности, ориентированные на интеллектуальный и человеческий капитал.

Институционализация образовательного предпринимательства связана с изменением роли образовательных учреждений, переходом от модели пассивной трансляции знаний к модели активного участия в экономических процессах. Университеты, стартап-школы, онлайн-платформы становятся центрами генерации инноваций, что напрямую влияет на развитие инновационной экономики [1, с.116]. Новизна данной

статьи заключается в комплексном рассмотрении образовательного предпринимательства как системного драйвера экономических трансформаций, а также в обосновании его роли в формировании устойчивых инновационных экосистем.

Исследование основано на сочетании качественных и количественных методов анализа. В качестве теоретической базы использованы концепции неоинституциональной экономики, теории эндогенного роста, модели инновационных экосистем, а также подходы, трактующие образование как ресурс предпринимательства, таких авторов как Е. В. Босова, И. В. Гуськовой, Н. Е. Серебровской, Н. Е. Демичевой, И. В. Масленниковой, Н. И. Денисовой и др.

Образовательное предпринимательство представляет собой деятельность по созданию и развитию образовательных продуктов, услуг и технологий, нацеленных на формирование компетенций и знаний, востребованных инновационной экономикой. Его сущностная особенность заключается в том, что оно соединяет три ключевые функции **инновационную, трансформационную и интеграционную:**

1) инновационная функция заключается в генерации новых форм и технологий обучения (EdTech, смешанное и индивидуализированное обучение, интерактивные платформы);

2) трансформационная функция проявляется в изменении институциональной структуры образовательного сектора: университет становится предпринимательской организацией, а образование – сферой инвестиций;

3) интеграционная функция выражается в создании партнерств между вузами, частными компаниями и государственными институтами, генерирующими совместные инновационные проекты [2, с.25].

Образовательное предпринимательство нельзя рассматривать изолированно: оно представляет собой центральное звено в триаде «образование – наука – бизнес» [3, с.108]. Взаимодействие указанных элементов формирует инновационную экосистему, в которой знания проходят весь цикл – от производства до рыночного внедрения.

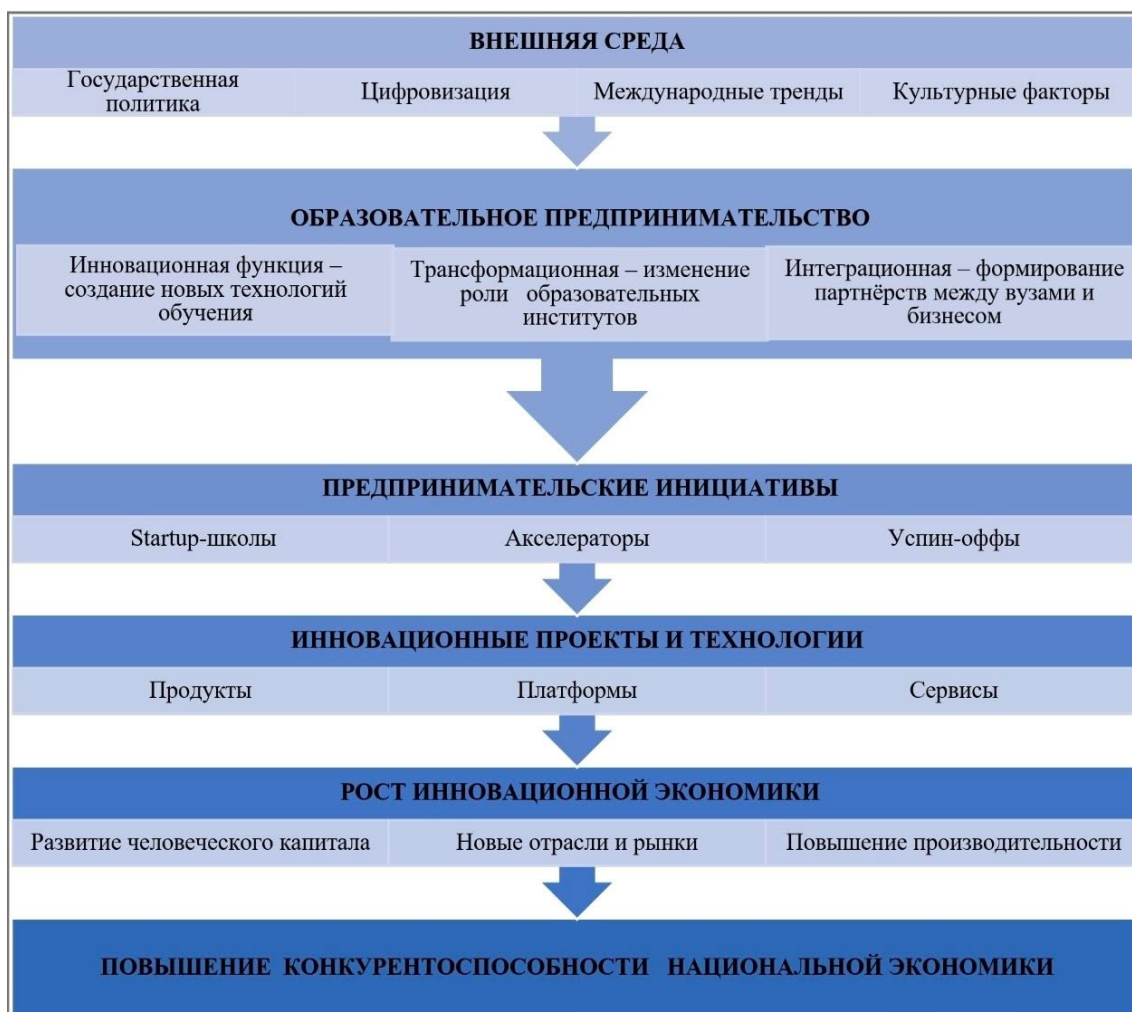


Рисунок 1 – Структурная модель влияния образовательного предпринимательства на инновационную экономику

Образовательное предпринимательство становится механизмом конверсии знаний в экономическую ценность, повышая производительность и устойчивость национальной экономики.

В Финляндии и Сингапуре образовательное предпринимательство подкрепляется государственной политикой поддержки университетских стартапов. Например, программа «Start-up Finland» обеспечивает университетам стимулирующие гранты на создание спин-офф компаний, а в Сингапуре действует государственный фонд Temasek Education Ventures, финансирующий инновационные образовательные платформы [3, с.108].

В России аналогичные процессы происходят через развитие технопарков при вузах (например, «Иннополис», МФТИ, ИТМО) [5, с.43]. Однако их системное влияние на экономику пока ограничено из-за

фрагментарности политики и недостаточной институциональной поддержки. Расширение прав вузов в области интеллектуальной собственности и внедрение программ предпринимательского образования могут существенно усилить их инновационный потенциал.

Таблица 1 - Сравнительная характеристика моделей образовательного предпринимательства

Параметр	Финляндия	Сингапур	Россия
Государственная поддержка	Субсидирование университетских стартапов	Государственные венчурные фонды	Пилотные программы и гранты
Уровень участия бизнеса	Высокий (партнерские сети)	Средний	Низкий
Развитие EdTech	Сформирован рынок	Активный рост	На стадии формирования
Интеграция в инновационную экономику	Полная	Высокая	Частичная

Эффективность образовательного предпринимательства возрастает при сочетании системной госполитики, развитого инновационного рынка и тесного взаимодействия бизнеса и образования.

Проведённое исследование позволяет сделать ряд выводов. Образовательное предпринимательство является системообразующим фактором формирования экономики знаний, выступая инструментом институциональной и технологической модернизации. Его развитие способствует росту инновационной активности, занятости населения и коммерциализации научно-образовательных результатов.

Таким образом, ключевые направления дальнейшего продвижения включают:

1) создание национальной стратегии образовательного предпринимательства, интегрированной в экономическую политику государства;

2) формирование сети университетских акселераторов и EdTech-хабов, ориентированных на поддержку стартапов в сфере образования;

3) развитие предпринимательских компетенций студентов и преподавателей в рамках программ высшего образования;

4) усиление научно-исследовательской деятельности в области бизнес-моделей для образовательных инноваций;

5) совершенствование нормативной базы для защиты интеллектуальной собственности вузов и стимулирования участия бизнеса.

Образовательное предпринимательство следует рассматривать как стратегический ресурс развития национальной инновационной системы. Оно соединяет функции образования, науки и бизнеса, формируя инфраструктуру для генерации и внедрения новых знаний. В перспективе образовательное предпринимательство способно стать основой экономического роста России, обеспечивая устойчивое развитие за счёт интеллектуального потенциала и предпринимательской активности граждан.

Список литературы

1. Басос, Е. В. Предпринимательство в эпоху экономики знаний: социокультурные факторы развития // Актуальные проблемы российского права. – 2023. – Т. 18. – №. 2 (147). – С. 116-130.

2. Гуськова, И. В., Серебровская, Н. Е. Внутреннее предпринимательство как фактор развития креативного человеческого капитала университета // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2023. – №. 4 (72). – С. 25-32.

3. Демичев, И. В. Экосистема инновационных сред территории: дополнительное образование и предпринимательство // Logos et Praxis. – 2023. – Т. 22. – №. 3. – С. 108-121.

4. Масленникова, А. Ю., Масленников, Д. Ю. Молодежное предпринимательство как драйвер экономического роста // Муниципалитет: экономика и управление. – 2022. – №. 1 (38). – С. 87-94.

5. Предпринимательство : учебное пособие / Н. И. Денисова, А. Ю. Штезель, А. Э. Штезель [и др.] ; под общ. ред. Н. И. Денисовой. — Москва : Русайнс, 2024. — 304 с. — ISBN 978-5-466-07098-9.

**ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ
СОВРЕМЕННЫХ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ В РАМКАХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ
ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

УДК 628.35

**ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ГОРОДСКИХ
СТОЧНЫХ ВОД В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Блинова Н.К., канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры химических технологий;

Ожередова М.А., канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой химических технологий Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
blinovan.k@rambler.ru

***Аннотация.** В статье проанализированы характеристики по количественному и качественному составу коммунальных сточных вод за последние годы. Описаны технологические приемы биологической очистки с чередованием функциональных зон нитри-денитрификации, внутренней рециркуляцией иловой смеси, позволяющие повысить эффективность по основным показателям: БПК, биогенные элементы. Эффект очистки по азоту общему увеличился с 47 % до 76,8 %.*

***Ключевые слова:** сточные воды, биологическая очистка, нитри-денитрификация, активный ил, рециркуляция.*

**FEATURES OF BIOLOGICAL TREATMENT OF URBAN
WASTEWATER IN MODERN CONDITIONS**

Blinova N.K., Cand. Sc. (Biology), Docent, Associate Professor at the Department of Chemical Technologies

Ozheredova M.A., Cand. Sc. (Technical), Docent, Head of the Department of Chemical Technologies

Severodonetsk Technological Institute of the Federal State Budgetary
Educational Institution of Higher Education «Luhansk Vladimir Dal State
University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation

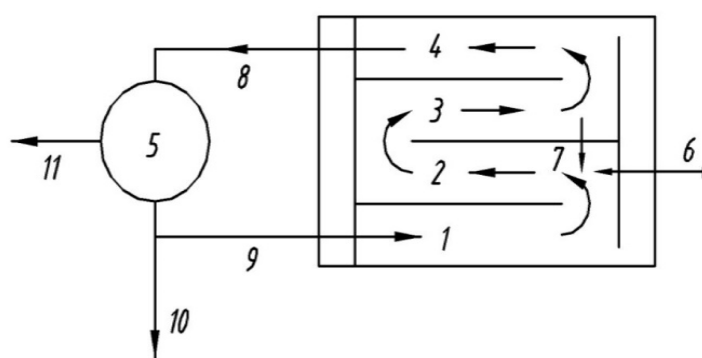
blinovan.k@rambler.ru

Abstract. *The article analyzes the characteristics of the quantitative and qualitative composition of municipal wastewater in recent years. It describes technological methods of biological treatment with alternating functional zones of nitrification and denitrification, as well as internal recirculation of the slurry mixture, which allow for increased efficiency in terms of key indicators: BOD, biogenic elements. The overall nitrogen removal efficiency has increased from 47 % to 76,8 %.*

Keywords: *wastewater, biological treatment, nitrite-denitrification, activated sludge, recirculation.*

Традиционно при разработке технологий очистки сточных вод учитывают целый ряд факторов. Однако, определяющим из них является качественный и количественный состав поступающих на очистку сточных вод. Городские сточные воды представляют собой смесь хозяйственно-бытовых, производственных и поверхностных вод, попадающих в централизованную систему водоотведения [1]. В последние годы наблюдаем существенное снижение количества хозяйственно-бытовых сточных вод, поступающих на биологические очистные сооружения. Если в 70-80г. водопотребление, а соответственно и водоотведение неуклонно возрастало, то в 90-е годы начало резко снижаться. Причиной снижения количества стоков явились резкое падение производства и снижение удельного водопотребления в быту. Концентрация загрязняющих веществ (особенно биогенных элементов) в коммунальных сточных водах значительно увеличилась, появилась категория новых тяжело окисляемых биологически «жестких» компонентов. Во многих населенных пунктах действуют спроектированные еще в 70-е годы прошлого столетия очистные сооружения и традиционные технологии не справляются с полной

глубокой очисткой, соответствующей нормативам прежде всего, по биогенным элементам, азоту и фосфору. При проектировании очистных сооружений в соответствии со СНиП 2.04.03-85 в течение многих десятилетий учитывались только два показателя: БПК_{полн} и взвешенные вещества [2]. При этом, очистки сточных вод от биогенных элементов не предполагалось. В настоящее время применяются технологические приемы позволяющие извлекать загрязнения и по биогенным элементам. Нами проанализирована реальная технологическая схема биологической очистки городских сточных вод в четырехкоридорном аэротенке с чередованием функциональных зон со смешанным биоценозом активного ила, находящемся во взвешенном состоянии. Коридоры в аэротенках представляют собой следующие функциональные зоны: коридор I – регенератор, коридор II – зона аэробного окисления органики, аммонийного азота, коридор III – анаксидная зона денирификации и коридор IV – аэробная зона доочистки остаточных загрязнений. Сточные воды подаются во второй коридор (рис. 1). В аэробной зоне концентрация растворенного кислорода 2 – 2,5мг/дм³, в анаэробной около 1 мг/дм³. Предусмотрена внутренняя рециркуляция нитратного стока из конца 3 коридора в начало второго в количестве 50% от стока. Необходимое весовое соотношение компонентов для денитрификации 4,3 БПК_{полн} : N-NO₃⁻.



1,2,3,4 – коридоры аэротенка; 5 – отстойник; 6 – загрязненные сточные воды, 7 – рециркуляция нитратного стока; 8 – очищенные сточные воды; 9 – возвратный активный ил; 10 – избыточный активный ил; 11 – очищенные и осветленные сточные воды

Рисунок 1 – Схема биологической очистки сточных вод с рециркуляцией нитратного стока

Во втором коридоре аэротенков осуществляется процесс нитрификации. Нитрифицирующие бактерии автотрофы, то есть в качестве источника углерода они используют углерода диоксид, а органические вещества сточных вод, содержащие углерод подавляют их рост и развитие. Появление в этих коридорах аэротенков нитритов и нитратов свидетельствует о том, что основная часть органики (около 70%) поддалась деструкции, что не позволяет ее дальнейшее использование для денитрификации.

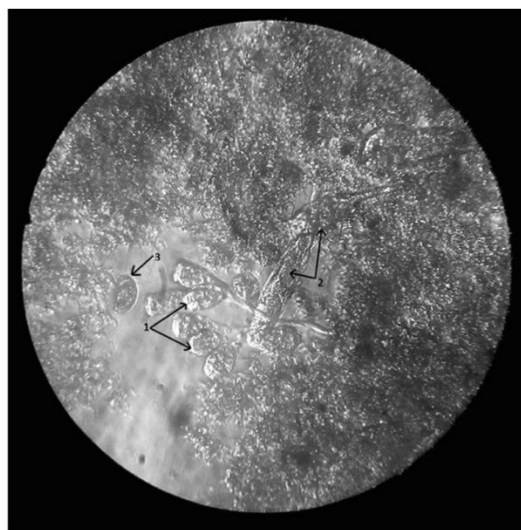
В таком случае в очищенных сточных водах происходило превышение нормированной величины по ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения (9,1 мг/дм³). Это значение могло достигать 25 мг/дм³, а эффективность извлечения азотных загрязнений по общему составляла лишь 47% (табл. 1). Для возможности использования загрязнений, попадающих со сточными водами по показателю БСК в качестве органического субстрата для денитрификации организована рециркуляция стока с из конца третьего в начало второго коридора аэротенка.

Таблица 1 – Характеристика загрязненных и очищенных сточных вод по основным загрязняющим компонентам с рециркуляцией и без нее

Поступающие ст. воды, мг/дм ³			Очищенные ст. воды мг/дм ³			Эффект очистки, %		
ХПК	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	ХПК	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	ХПК	N-NH ₄ ⁺	N-общ
235,4	45,9	5,5	Без рециркуляции					
			28,7	2,9	24,4	87,8	93,4	47
			С рециркуляцией					
			24,5	2,8	9,1	90,1	94,4	76,8

Состояние активного ила, которое оценивалось стандартными методиками, было удовлетворительным. Величина илового индекса составила 110 мл/г. При микроскопировании в составе активного ила обнаружено богатое видовое разнообразие индикаторных простейших (рис. 2). По пятибалльной шкале частота встречаемости организмов составляет 4 балла. Преобладающими группами организмов были подвижные формы ресничных инфузорий Colpoda, прикрепленные виды

родов *Epistylis*, *Opercularia*, *Vorticella*, раковинные амёбы рода *Arcella*, а также коловратки рода *Rotifer* (*Rotatoria*).



1 – прикрепленные инфузории рода *Epistylis*; 2 – коловратки рода *Rotifer*; 3 – ресничные инфузории рода *Colpoda*

Рисунок 2 – Препарат активного ила. Световая микроскопия. Увеличение 10х10

В настоящее время для совершенствования аэробных процессов биологической очистки коммунальных сточных вод рекомендуют использовать технологии с гранулированным илом [3]. Разработана технология аэробной биологической очистки в реакторе последовательно-периодического действия с последовательной нитри-денитрификацией и восходящим потоком сточной воды позволяет достигать качества очистки, соответствующего нормам предельно допустимых концентраций для водоемов рыбохозяйственного назначения. Такая технология дает возможность увеличивать окислительную мощность сооружения в 1,5-2 раза.

Нами были проанализированы пробы гранулированного активного ила биологической анаэробной очистки сточных вод предприятия целлюлозно-бумажной промышленности из анаэробного ИС – реактора ($t\ 35\text{--}40\ ^\circ\text{C}$, мезофильное сбраживание). Визуально активный ил характеризовался четко сформированными плотными округлыми гранулами диаметром от 0,8 до 4 мм, которые имели черный или серовато-

черный цвет. При микроскопировании нами отмечено, что гранулы имеют четкий контур по периферии и более плотную консистенцию (рис. 3).



Рисунок 3 – Гранулы активного ила. Световая микроскопия. Увеличение (10x4)

Внутри гранулы мы наблюдали губчатую структуру с небольшими порами, по которым, вероятно, транспортируется субстрат к колониям микроорганизмов. Концентрация гранулированной биомассы по сухому весу составляла 72 г / дм^3 , что превышает более чем в десять раз концентрацию, которую возможно создать при использовании флокулированного ила. Благодаря своему относительному структурному постоянству гранулированный ил обладает хорошими влагоотдающими свойствами и дает малый прирост биомассы.

Список литературы

1. Свод правил СП 32.133.30 2018. Канализация. Наружные сети и сооружения. От 25.12.2018. – НИИСФ РААСН – 142с.
2. Строительные нормы и правила СНиП 2.04.03 – 85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» – М. – Стройиздат, 1985. – 89с.
3. **Кевбрина, М.В.** и др. Перспективная технология очистки коммунальных сточных вод гранулированными илами // Мосводоканал : [сайт]. – URL: <https://www.mosvodokanal.ru/forexperts/articles/9632> (дата обращения: 19.12.2025).

УДК 665.9

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УСТАНОВКИ ЭП-300

Верзун А.Д., магистр, кафедра переработки нефти и газа технологического института ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»,

г. Тюмень, РФ

aw2003@list.ru

Алексеев В.Ю., инженер управления технического надзора ПАО АНК

«Башнефть», г. Уфа, РФ

vkf141@gmail.com

Миниахметова Т.М., бакалавр, кафедра переработки нефти и газа технологического института ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный

университет»,

г. Тюмень, РФ

minitm0w0@gmail.com

Жданович М.Ф., канд. техн. наук, доцент, кафедра переработки нефти и газа технологического института ФГБОУ ВО «Тюменский

индустриальный университет», г. Тюмень, РФ

zhdanovichmf@tyuiu.ru

***Аннотация.** В работе представлены результаты: энергетического анализа, а также анализ выбросов углекислого газа, в программе Aspen HYSYS. Объект исследования - установка по получению этилена и пропилена мощностью 300 тысяч тонн в год. Разработаны рекомендации по использованию рекуперативных теплообменников, для энергосбережения и уменьшения выбросов углекислого газа.*

***Ключевые слова:** пиролиз, выбросы, Aspen HYSYS, энергосбережение, теплообмен.*

ENERGY AND ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF THE EP-300 UNIT

Verzun A.D., Master's Degree, Department of Oil and Gas Processing, Institute of Technology, Tyumen Industrial University, Tyumen, Russian Federation

aw2003@list.ru

Alekseev V.Iu., Engineer, Technical Supervision Department, PJSC ANK «Bashneft», Ufa, Russian Federation

vkf141@gmail.com

Miniakhmetova T.M., Bachelor's Degree, Department of Oil and Gas Processing, Institute of Technology, Tyumen Industrial University,

Tyumen, Russian Federation

minitm0w0@gmail.com

Zhdanovich M.F., Cand. Sc. (Technical), Associate Professor, Department of Oil and Gas Processing, Institute of Technology, Tyumen Industrial University, Tyumen, Russian Federation

zhdanovichmf@tyuiu.ru

Abstract. *This paper presents the results of an energy analysis and carbon dioxide emissions analysis using Aspen HYSYS. The study focused on an ethylene and propylene production plant with a capacity of 300,000 tons per year. Recommendations are provided for the use of recuperative heat exchangers to save energy and reduce carbon dioxide emissions.*

Keywords: *pyrolysis, emissions, Aspen HYSYS, energy saving, heat exchange.*

Промышленный аудит нефтехимических предприятий на предмет выявления недостатков технологических процессов и их последующей оптимизацией является одной из наиболее актуальных задач производства [1]. В данной работе рассматривается вариант энергетического и экологического анализа установки по получению этилена и пропилена мощностью 300 тысяч тонн в год «ЭП-300», на действующем нефтехимическом предприятии. Основные установки серии «ЭП»

вводились в промышленную эксплуатацию в период с 1962 года по 1993 год [2], поэтому уточнение проектных решений принятых более 30 лет назад на сегодняшний день является актуальным. Полные данные о запуске установок, рассматриваемой серии, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Информация о установках серии ЭП

Наименование организации	Год строительства	Наименование установки
АО "АЗП"	1982	ЭП-300
ПАО "Нижнекамскнефтехим"	1976	ЭП-600
АО "ННК"	1962	ЭП-60
ООО "СИБУР-Кстово"	1981	ЭП-300
ЗАО "СИБУР-ХимПром"	1973	ЭП-60
ООО "Ставрален"	1980	ЭП-350
ООО "Томскнефтехим"	1993	ЭП-300
ПАО "Уфаоргсинтез"	1962	ЭП-30
	1968	ЭП-60

В современном мире для проектирования химико-технологических процессов используются различные программные комплексы, например, Unisim Design, Aspen HYSYS, Aspen Plus и др., которые позволяют осуществлять энергетический анализ технологических схем, производить более точные технологические расчёты (комплексы позволяют выбирать различные пакеты свойств веществ, что необходимо при моделировании химических реакций).

Для проведения исследования использовались подходы, описанные в работе [3], за исключением анализа конструктивного исполнения. Для анализа использовались: технологический регламент; описание работы с инструментом «Энергетический анализ» [4]; методы моделирования реакций [5]. Принципиальная технологическая схема установки ЭП-300 представлена на рисунке 1.

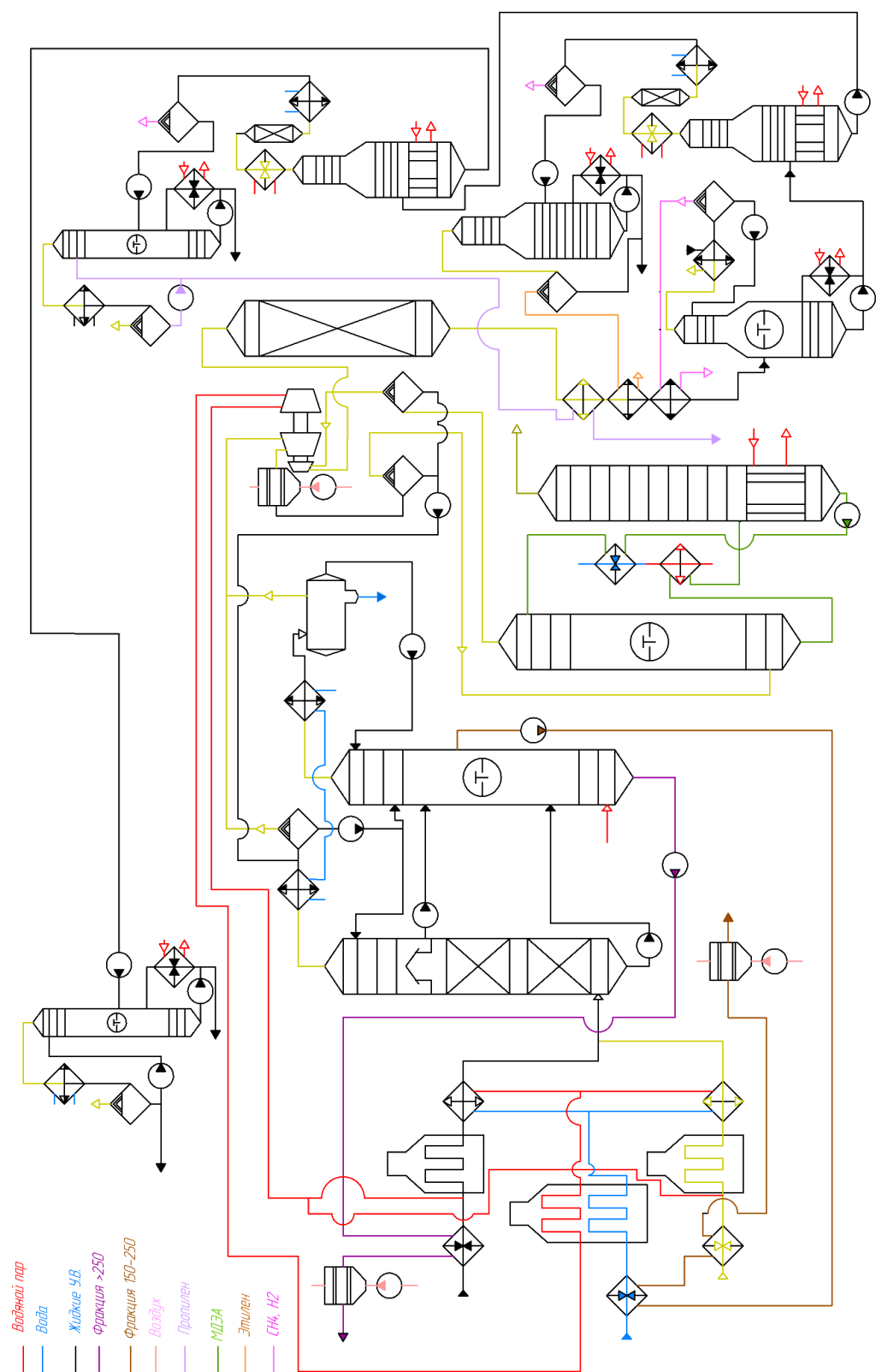


Рисунок 1. – Технологическая схема ЭП-300

Суть работы установки заключается в нагреве газообразного и жидкого сырья в печах пиролиза до температуры проведения химической реакции с целью получения олефинов, с дальнейшим разделением в ректификационных колоннах. Аппараты обозначены по ГОСТ 2.793-79.

В результате создания технологической модели в Aspen HYSYS и энергетического анализа выявлено: 1) из 100 % энергии, затраченной на нагрев и охлаждение, только 47,83 % приходится на процесс получения олефинов; 2) 47,6 % масс. от всех выбросов CO₂ приходятся не на целевые процессы. Таким образом, при проектировании установок по производству этилена и пропилена целесообразно рассматривать использование рекуперативных теплообменников и тепловых насосов для увеличения энергоэффективности установки. Такое решение позволит уменьшить количество сжигаемого топливного газа.

Экономическая целесообразность такого подхода заключается в уменьшении выплат по экологическим штрафам за негативное воздействие на окружающую среду, в соответствии с Распоряжением правительства Российской Федерации от 01.09.2025 года № 2409-р и статьёй 16.3 ФЗ «Об охране окружающей среды» и в увеличении количества получаемых товарных продуктов. Топливный газ можно использовать в качестве рециркулята в процессе пиролиза, либо использовать для получения индивидуальных углеводородных компонентов.

Список литературы

1. Проведение аудита промышленной безопасности на объектах нефтегазового комплекса / А. В. Федосов, В. Ю. Алексеев, Е. А. Федосова, А. Д. Верзун // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2024. – № 5. – С. 139-156. – DOI 10.17122/ogbus-2024-5-139-156.

2. Нефтепереработка, газопереработка и нефтехимия в РФ 2021-2035 гг. 28-ое издание / Т. Л. Канделаки. М., ИнфоТЭК-КОНСАЛТ, 2022. 886 с.

3. Таранова, Л. В. Технологические и технические аспекты энергоресурсосбережения / Л. В. Таранова // Научная территория: технологии и инновации : материалы Международной научно-практической

конференции, Тюмень, 17–18 ноября 2022 года. Том II. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2022. – С. 123-127.

4. Гафуров, А. М. Возможности повышения энергоэффективности нефтехимических производств с использованием низкотемпературных тепловых двигателей / А. М. Гафуров, Д. Н. Бобин // Промышленная энергетика. – 2019. – № 2. – С. 28-35.

5. Рачковский, С. В. Моделирование процесса пиролиза этана в трубчатой печи / С. В. Рачковский // Математические методы в технологиях и технике. – 2023. – № 2. – С. 40-47. – DOI 10.52348/2712-8873_MMTT_2023_2_40.

УДК 551.583

ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ АНГОЛА

Виржилио Сантуш, канд. техн. наук, преподаватель,
Technical University of Angola (ISTA),
г. Луанда, Республика Ангола
svirgilio5@gmail.com

***Аннотация.** Рассмотрены некоторые аспекты изменения климата в Республике Ангола в зависимости от географической широты и высоты над уровнем моря. Описаны климатические особенности, особенности рельефа земной поверхности, сезонные колебания температуры, влажности воздуха, свойства подстилающей поверхности трех климатических регионов Анголы. Проанализированы природно-климатические условия, тенденции и прогнозы для провинции Южная Кванза, которая включает и побережье, и высокогорье в центральной части страны.*

Ключевые слова: климат, прогностическое моделирование, среднегодовая температура, климатические аномалии, температурные изменения.

NATURAL AND CLIMATIC FEATURES OF THE REPUBLIC OF ANGOLA

Virgilio Santos, PhD, Lecturer,
Technical University of Angola (ISTA),
Luanda, Republic of Angola
svirgilio5@gmail.com

Abstract. *Some aspects of climate change in the Republic of Angola are considered, depending on the geographical latitude and altitude above sea level. The article describes the climatic features, topography, seasonal temperature and humidity fluctuations, and properties of the underlying surface in the three climatic regions of Angola. It also analyzes the natural and climatic conditions, trends, and forecasts for the province of Southern Kwanza, which includes both the coast and the highlands in the central part of the country.*

Keywords: *climate, predictive modeling, average annual temperature, climate anomalies, and temperature changes.*

Проблема изменения климата признана Организацией Объединённых Наций (ООН) одной из наиболее важных глобальных проблем. Если двадцать лет назад её обсуждали только в научных кругах, то сегодня она стала очевидной для большинства.

Вместе с климатом вся природа выходит из равновесия: тают ледники и многолетняя мерзлота, повышается уровень Мирового океана, наводнения, засухи и ураганы стали случаться всё чаще, погода становится всё более переменчивой. Климатические изменения приводят к гибели многих животных и растений, наносят значительный экономический ущерб и угрожают здоровью и жизни людей [1].

Так что же происходит с климатом? Кто виноват в происходящих изменениях?

С древних времен учёные делили Землю на климатические пояса в зависимости от высоты солнца над горизонтом и длины дня. Само слово «климат» в переводе с греческого языка означает наклон Солнца. Действительно, климатические различия на нашей планете связаны в первую очередь с тем, что тепло от Солнца распределяется по поверхности Земли неравномерно. Также большое влияние на особенности климата оказывает близость моря, циркуляция атмосферы, режим выпадения осадков и другие «климатообразующие факторы». Они, в свою очередь, сильно зависят от географических условий, прежде всего от географической широты и высоты над уровнем моря [2].

В Анголе, благодаря обширной территории, царствуют два вида климата: на севере – тропический муссонный, на юге – субтропический. Средние годовые температуры держатся на отметке +21 °С.

В Анголе нет привычной для европейцев смены времен года. Здесь выделяют два вида климата: сухой сезон и сезон дождей. Первый длится с мая по сентябрь и характеризуется средними температурами +16 °С...+25 °С. Второй сопровождается обильными осадками, жарой и колебанием средних температур от +25 °С до +35 °С. Количество осадков зависит от региона.

Территория Анголы административно делится на три региона (рисунок 1), каждый из которых имеет свои климатические особенности, особенности рельефа земной поверхности, сезонные колебания температуры, влажности воздуха, свойства подстилающей поверхности.

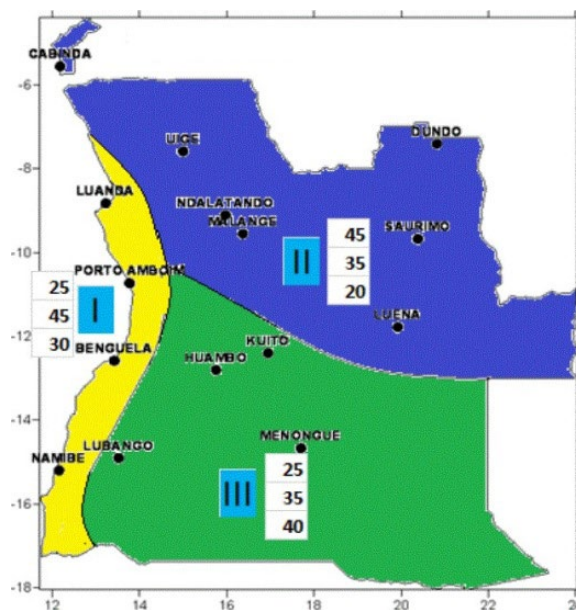


Рисунок 1 – Административное деление территории республики Ангола на регионы по климатическим условиям

На территории региона I существует большая вероятность появления осадков в пределах средних значений для всей республики и все же имеет место высокая вероятность появления осадков ниже средних значений.

В регионе II отмечается высокая вероятность появления осадков выше средних значений, и сохраняется высокая вероятность появления осадков в пределах средних значений.

Для региона III характерна большая вероятность появления осадков ниже средних значений.

Ниже приведены аномальные (рисунок 2) и средние (рисунок 3) значения осадков для разных провинций республики Ангола в январе, феврале и марте за период с 1961 по 2013 годы.

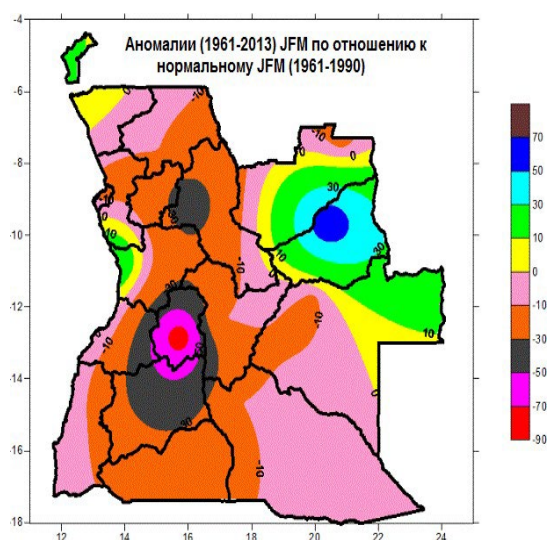


Рисунок 2 – Аномальные значения осадков, мм, в январе, феврале, марте 1961 – 2013 гг.

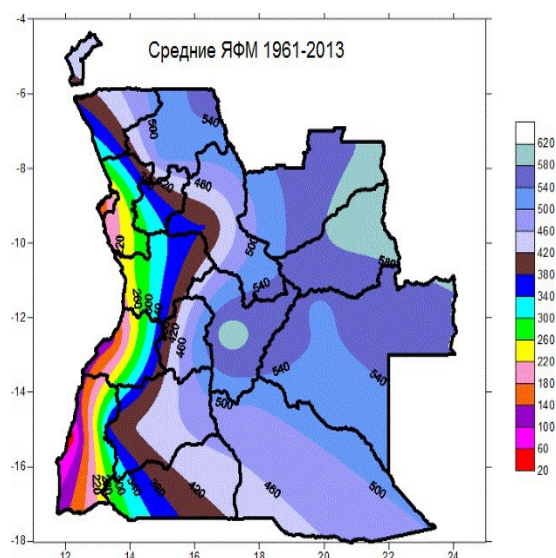


Рисунок 3 – Средние значения осадков, мм, в разных провинциях республики Ангола, JFM (1961 – 2013 гг.)

Отметим (рисунок 2), что самая высокая климатическая аномалия на территории республики Ангола находится в регионах II и III. В этих зонах преобладают виды традиционного сельского хозяйства, а также разведка и добыча различных видов минералов, таких как золото, алмазы и т. д. Колебания температуры в различные сезоны года составляют от 16 °С до 29 °С на побережье и от (13–23) °С и до (17–28) °С в глубине страны. Наблюдается общая тенденция уменьшения количества осадков с севера на юг как внутри страны, так и в прибрежных районах (на юг – вплоть до пустыни Намиб), а также от внутренних районов страны к побережью.

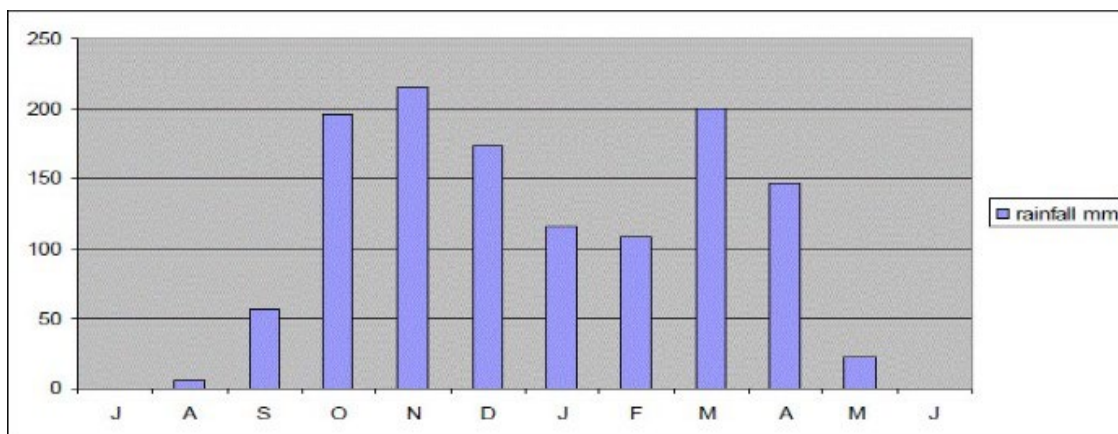
Подробнее рассмотрим природно-климатические условия, тенденции и прогнозы для провинции Южная Кванза. Она включает и побережье, и высокогорье в центральной части страны. Климат в этой провинции варьируется в зависимости от высоты над уровнем моря с годовым количеством осадков до 1500 мм в высокогорье и значительно меньшими значениями вдоль побережья. На рисунке 3 показано среднее количество осадков в соответствии с историческими данными, на них четко показаны два отдельных максимума осадков, вызванных прохождением Интертропической Зоны Сходимости (ZCIT) к югу.

Используя данные, собранные недавно, и более ранние сведения мы можем отслеживать аномалии осадков с каждым месяцем, согласовывать эту информацию с наблюдаемыми явлениями, такими как наводнения или засуха, и проверять любые тенденции, которые возникают из-за этого.

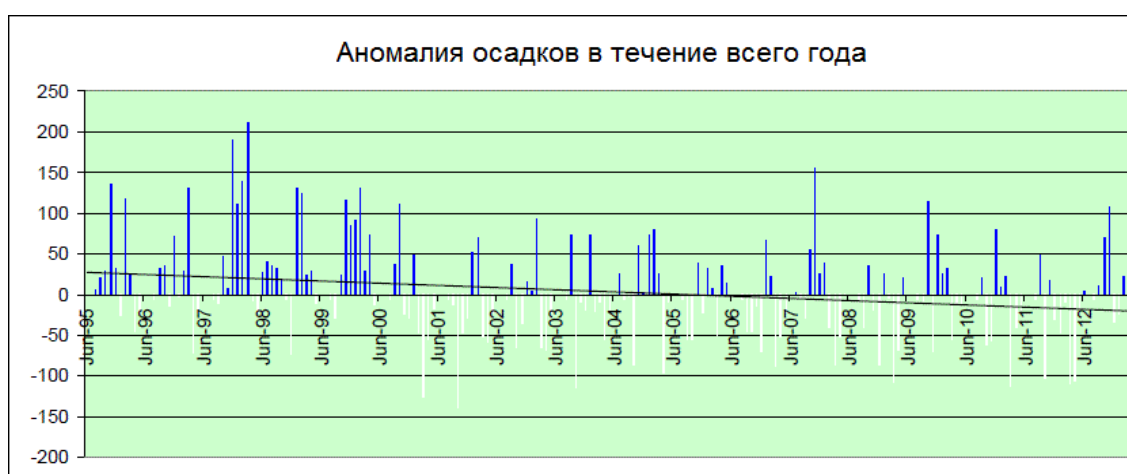
Гистограммы, представленные на рисунке 4, показывают ежемесячные аномалии осадков в провинции Ваку-Кунго в абсолютном выражении за период с 1995 по 2013 годы. Они показывают, что некоторые месяцы, где осадки были выше среднего уровня с конца 2007 года по начало 2008 года, совпадают с крупным наводнением в южной части Анголы. Засуха в 2011-2012 годах отражена в течение нескольких месяцев с менее чем средним количеством осадков в период с декабря 2011 года по июнь 2012 года. За 17-летний иллюстрированный период существует четкая тенденция к снижению количества осадков около 25 мм в месяц в каждое десятилетие. Эта цифра существенно отличается от оценки исторической модели Программы Развития Организации Объединенных Наций (PNUD), которая составляет 2 мм в месяц за каждое десятилетие.

Отметим, что сравнение данных натурных наблюдений и моделирование температурных изменений позволяет сделать следующее заключение. В период с 1960 по 2006 годы на территории республики Ангола наблюдался рост температуры на 1,5 °C, что эквивалентно ежегодному изменению этого показателя на 0,33 °C за десятилетие. Это выше, чем в других странах на юге Африки. Историческое повышение температуры в зимние месяцы (июнь, июль и август) было выше, чем в летние месяцы (декабрь, январь и февраль).

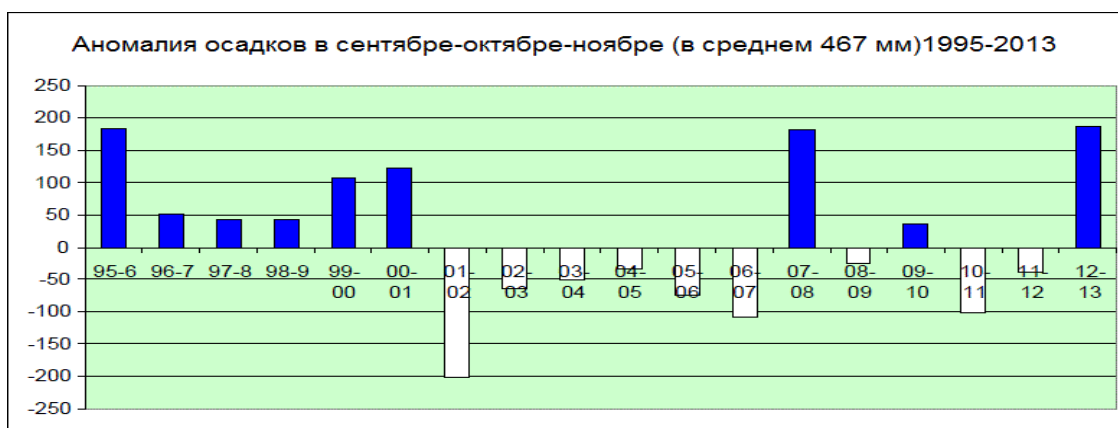
Прогнозы, основанные на самых пессимистичных сценариях модели MCG (Модель глобальной циркуляции) [3], предсказывают максимальное повышение температуры на 5,1 °C в XXI веке (рисунок 4).



а) среднемесячные значения осадков за период с 1953 по 1975 годы



б) аномалии отклонения осадков от средних значений (по месяцам)



в) аномалии по сравнению с историческим средним значением (467 мм)

Рисунок 4 – Аномалии выпадения осадков в провинции Ваку-Кунго, мм

Представленные на рисунке 5 кривые – это результаты моделирования прогнозируемых температурных изменений, полученные с помощью разных моделей и для разных сценарных условий, а теневые цветные области – это фактические отклонения от вычисленных теоретических данных.

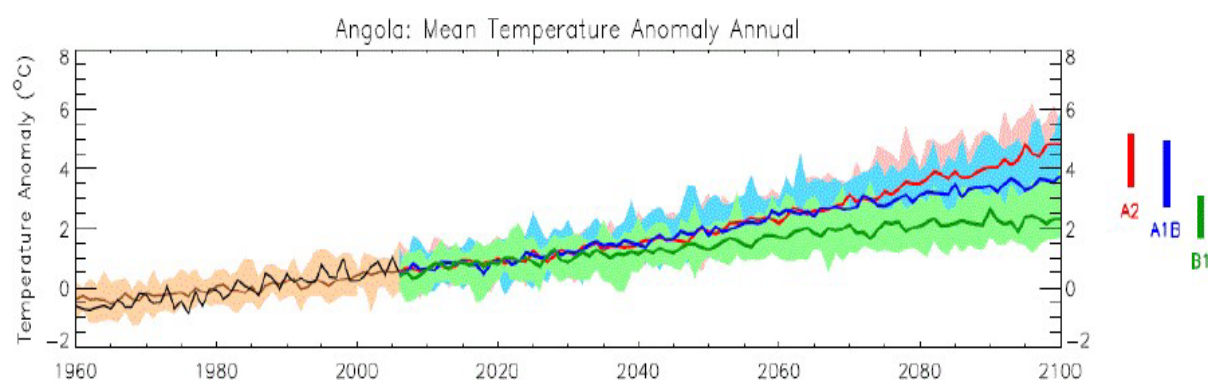


Рисунок 5 – Глобальный прогноз изменений температуры в Республике Ангола на период с 1960 до 2100 года

До недавних пор прогностические модели, применяемые в Африке, обеспечивались относительно грубым разрешением (использовалась пространственная сетка с шагом порядка от 10 до 100 км). В последнее десятилетие климатологи применяют сетку с шагом до 1 км, благодаря которой были пересчитаны количественные характеристики, уточнены условия формирования конвективных явлений и районы распределения осадков. Сначала модель проверили на фактических данных (1997 – 2007 гг.) с учётом спутниковой информации, а потом рассчитали по десятилетиям до 2100 года.

В соответствии с этой моделью над Западной и Центральной Африкой (Ангола попадает в этот регион) прогностические расчёты показывают увеличение продолжительности засушливого периода за счёт сокращения сезона дождей, для которого характерны более экстремальные значения выпадающих осадков, а их частота может наблюдаться в 7 – 8 раз чаще, чем сегодня [4].

Но, несмотря на то, что многие учёные-климатологи предрекают всей Земле катаклизмы в XXI веке, а странам Западной и Центральной Африки – особенно страшные катаклизмы, существуют и другие учёные, которые придерживаются более умеренных и оптимистичных прогнозов. По их мнению, климатические изменения зависят от природных циклов, которые закономерно проявляются с определенной периодичностью – это тысячелетние, вековые, внутривековые и годовые циклы. Их проявление зависит от очень многих факторов: космических, температурных, биогеохимических и т.д.

И потепления, подобные современному, наблюдались в последние тысячелетия неоднократно, например, в IX–X веках, затем наступило похолодание – так называемый «малый ледниковый период».

И XX век начинался с потепления, которое вызвало серию катастрофических засух. Затем были годы с более низкими температурами, а в 1920–1930-х годах снова тепло, аномальные засухи, унесшие миллионы жизней. Затем началось активное потепление вплоть до 1940-х годов. А потом наступил холодный цикл со всеми вытекающими последствиями, сменившийся в конце 1990-х годов новым циклом потепления.

Таким образом, климатическая система всегда проявляла себя циклично – чередуя холодные и теплые, влажные и сухие периоды [5].

Так что не будем спешить с прогнозами катаклизмов планетарного масштаба. Давайте доживем хотя бы до 2050 года.

Список литературы

1. Доклад о развитии человека 2007/2008. Борьба с изменениями климата: человеческая солидарность в разделенном мире; пер. с англ. – М.: Весь мир, 2007.

2. Портал «Климат Земли» - [сайт]. - URL: www.geolike.ru (дата обращения: 20.01.2026).

3. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007: Synthesis Report (Fourth Assessment Report). Summary for Policymakers – Текст : электронный // Intergovernmental Panel on Climate Change : [сайт]. -

URL ; https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf
(дата обращения: 20.01.2026).

4. Stern, N. The Economics of Climate Change. The Stern Review. – Cambridge: Cambridge University Press, 2007. - ISBN 1139936425, 9781139936422.

5. Тишков, А. А. Насколько реальны прогнозы о глобальном потеплении – Текст : электронный // Независимая газета : [сайт]. - URL: http://www.ng.ru/ng_energiya/2019-11-11/12_7723_climat.html (дата обращения: 20.01.2026).

УДК 659.125 + 674.81

**ЦВЕТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОЗИТОВ БЕЗ
СВЯЗУЮЩИХ НА ОСНОВЕ КОМПОНЕНТОВ ДРЕВЕСИНЫ
БЕРЕЗЫ ДЛЯ ДЕКОРАТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ**

Власов Н.Г., магистр ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, РФ
Прытков Л.Н., научный сотрудник Научно-исследовательского отделения Учебно-научного комплекса пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России», г. Екатеринбург, РФ

Артёмов А.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ТЦБПиПП ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург, РФ
artemovav@m.usfeu.ru

***Аннотация.** Целью данного исследования заключалось в анализе влияния состава сырья, применяемого для получения композитов (пластиков) без добавления связующих веществ (ПБС) на основе древесины березы. В состав данного пресс-сырья входят такие компоненты, как береста, луб и сама древесина. В качестве исследуемого параметра были*

выбраны цветовые (декоративные) характеристики ПБС. Установленные зависимости позволят регулировать содержание коры и древесины березы с целью придания необходимых декоративных свойств отделочного материала. Полученные результаты исследования являются продолжением работ и научным заданием по всестороннему изучению ПБС на основе березовых опилок.

Ключевые слова. Композит, древесина березы, опилки береста, луб, цветовые показатели, гистограмма RGB.

COLOR CHARACTERISTICS OF COMPOSITES WITHOUT RESINS BASED ON BIRCHWOOD COMPONENTS FOR DECORATIVE APPLICATIONS

Vlasov N.G., Master's Degree Student at the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin»,
Yekaterinburg, Russian Federation

Prytkov L.N., Researcher at the Scientific Research Department of the Training and Research Complex of Firefighting and Emergency Rescue Operations of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ural Institute of Civil Protection of EMERCOM of Russia»,
Yekaterinburg, Russian Federation

Artemov A.V., Cand. Sc. (Technical), Docent, Associate Professor at the Department of Timber Processing and Pulp Production of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ural State Forest Engineering University», Yekaterinburg, Russian Federation
artemovav@m.usfeu.ru

Abstract. *The aim of this study was to analyze the influence of raw material composition used for obtaining composites (plastics) without adding binding substances based on birch wood. The press stock includes components such as bark, bast fiber, and wood itself. Color characteristics were chosen as a research*

parameter. Established dependencies will allow regulating the content of birch bark and wood to impart necessary decorative properties to finishing materials. The obtained results are a continuation of previous works and provide scientific background for comprehensive studies of composite materials based on birch sawdust.

Keywords: *Composite, birch wood, birch sawdust, bark, bast fiber, color indicators, RGB histogram.*

Обзор и анализ научно-практической литературы показывает, что в процессе переработки основных составляющих древесины берёзы наибольший интерес вызывают её кора и собственно древесина.

Сама древесина берёзы находит широкое применение в производстве различной продукции, среди которой выделяются изделия, полученные методом сухой перегонки и пиролиза, а также композиты и целлюлоза [1].

Химический состав коры отличается высоким содержанием полифенолов, большую долю которых занимают дубильные вещества и конденсированные танины. Конденсированные дубильные соединения часто представлены смешанными полимерами, состоящими из катехинов и флавоноидов. Эти же флавоноиды находят широкое применение: как природные красители, антиоксиданты, антисептики, фармацевтические препараты (например, рутин укрепляет сосудистые стенки), а также в косметической промышленности для ухода за кожей [2].

Береста и луб берёзы отличаются своими характеристиками, поэтому используются по-разному. Для улучшения качества производимой продукции разрабатываются методы разделения компонентов коры на отдельные фракции – бересту и луб. Современные исследования направлены на создание эффективных технологий сепарации берёзовой коры с выделением именно этих фракций [3].

Береста содержит до 50 % экстрактивных веществ, главным из которых является бетулин – ценный компонент для химической промышленности, используемый для создания новых продуктов и биологически активных добавок. Луб, составляющий примерно 80 % коры берёзы, богат водорастворимыми соединениями, среди которых особо

значимы таниды – полифенолы с дубильным действием, а также антоцианидиновые красящие вещества.

Береста в первую очередь применяется для извлечения ценных компонентов, таких как экстракты и препараты на основе бетулина. Промежуточный слой – луб – имеет сравнительно узкую сферу применения и преимущественно служит источником танидов, обладающих дубильными свойствами, и антоцианидиновых красителей [4].

Использование бересты и луба изучается в качестве природного колера и пигмента для композиционных материалов, однако его низкая совместимость с древесным наполнителем препятствует созданию равномерно окрашенной (однотонной) поверхности [5].

Цель настоящего исследования заключается в анализе влияния состава пресс-сырья на основе компонентов древесины березы на цветовые характеристики получаемых образцов ПБС. Полученные результаты могут послужить основой для дальнейших исследований, направленных на всестороннее изучение ПБС на основе древесины березы, ориентированных на улучшение декоративных характеристик материала с целью его эффективного применения в отделке помещений.

Исследование цветовых характеристик лицевой поверхности образцов ПБС проводилось с применением сканографий, полученных с помощью планшетного сканера с CCD-матрицей при разрешении 1200 dpi. Обработка растровых изображений (сканографий) осуществлялась с использованием программы для анализа изображений, которая предоставляет сводку доминирующих цветов, под названием «Image color summarizer».

Распределение кластерных цветов было проанализировано для ПБС на основе следующих типов пресс-сырья: а) нефракционированные отходы от деревообработки березы; б) опилки березы фракции 0,7 мм и менее; в) береста фракции 0,7 мм и менее; г) луб фракции 0,7 мм и менее; д) сепарированная древесина фракции 0,7 мм и менее.

Для анализа сканографий была использована цветовая кластеризация, выполненная методом k-средних. Для анализа было установлено

стандартное количество кластеров, равное 5, что соответствует средней точности (100 px).

Алгоритм программы основан на случайном распределении пикселей по кластерам. После этого производится вычисление цветового центра каждого кластера, представляющего собой средний цвет его пикселей. Затем пиксели перераспределяются в тот кластер, чей цветовой центр наиболее близок к цвету данного пикселя. Этот процесс продолжается многократно до тех пор, пока "ошибка", определяемая как цветовое расстояние между пикселями и их соответствующими кластерами, не достигнет приемлемо низкого уровня.

Графическим результатом вычисления программы является гистограмма RGB, которая показывает распределение интенсивности красного (R), зеленого (G) и синего (B) цветов в изображении. Гистограмма позволяет визуально оценить, как распределены цвета в изображении и какие области имеют наибольшую интенсивность, т.е. как часто встречаются различные значения яркости для каждого из цветовых каналов.

Полученные гистограммы распределения интенсивности RGB представлены рисунках 1-5.

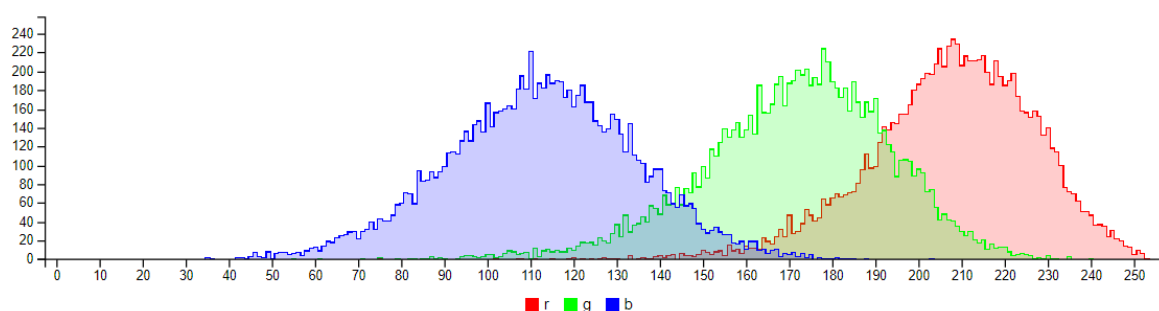


Рисунок 1 – Гистограмма RGB для ПБС на основе нефракционированных отходов от деревообработки древесины березы

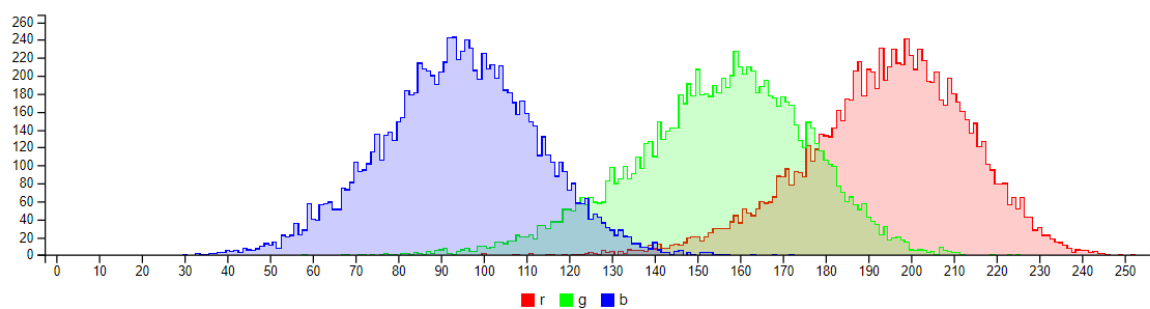


Рисунок 2 – Гистограмма RGB для ПБС на основе опилок березы фракции 0,7 мм и менее

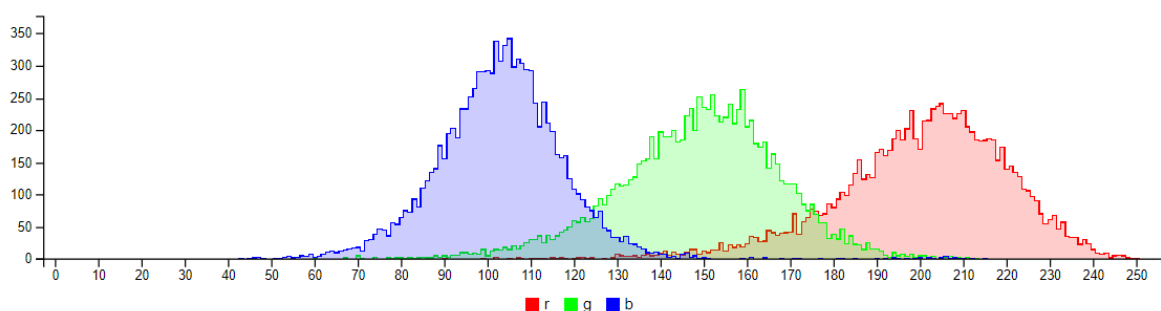


Рисунок 3 – Гистограмма RGB для ПБС на основе бересты фракции 0,7 мм и менее

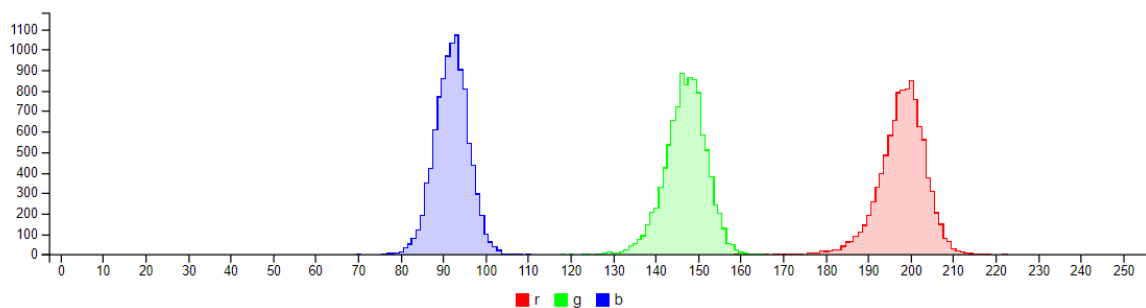


Рисунок 4 – Гистограмма RGB для ПБС на основе луба фракции 0,7 мм и менее

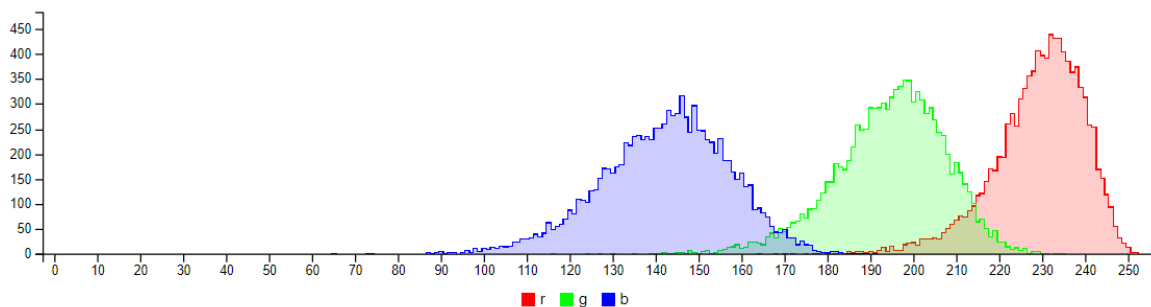


Рисунок 5 – Гистограмма RGB для ПБС на основе сепарированной древесины фракции 0,7 мм и менее

На основании полученных гистограмм RGB сканографий лицевой поверхности образцов ПБС, полученных на основе различных компонентов древесины березы, можно сделать следующие выводы:

1) гистограммы показывают, что изображения имеют преобладание средних значений яркости в каждом из цветовых каналов. Это может указывать на то, что лицевой поверхности ПБС имеют сбалансированные цвета и не содержит слишком ярких или слишком темных участков;

2) несмотря на то, что гистограммы имеют схожие пики в области средних значений яркости, они различаются по форме и распределению. Это может указывать на различия в цветовых характеристиках образцов ПБС, полученных из разных видов сырья;

3) отсутствие общего пика всех трех каналов, говорит, что цвета на снимке выглядят неестественно и с «несинхронизированными» между оттенками, и это, скорее всего, обусловлено насыпной неоднородностью частиц древесного наполнителя в полученном материале.

Таким образом, на основании выполненной работы, установлено, что вид пресс-сырья действительно влияет на цветовые характеристики получаемых материалов. ПБС, изготовленный на основе опилок древесины берёзы с добавлением пигментов на ее основе, отличается насыщенными оттенками и разнообразием цветовой палитры.

Компоненты древесины березы (береста, луб и древесина) имеют различные морфологические, фракционные и цветовые характеристики. Данные характеристики и их соотношение необходимо принимать во внимание для исходного пресс-сырья, так как они будут определять декоративные характеристики получаемых ПБС.

Список литературы

1. Денисенко, Г. Д. Технология комплексной переработки низкосортной древесины берёзы / Г. Д. Денисенко, А. В. Подымалова, В. А. Елкин // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2019. – № 54. – С. 258-261.

2. Микова, Н. М. Полифенолы древесной коры – натуральные предшественники для получения на их основе полимерных аэрогелей / Н. М. Микова, Л. И. Гришечко, Г. П. Скворцова, Б. Н. Кузнецов // Химия растительного сырья. – 2017. – № 4. – С. 41-51. – DOI 10.14258/jscrpm.2017041840.

3. Сафин, Р. Г. Свойства коры березы, влияющие на сепарацию бересты от луба / Р. Г. Сафин, К. В. Валеев, Л. Р. Фахрутдинова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2025. – № 1(403). – С. 197-209. – DOI 10.37482/0536-1036-2025-1-197-209.

4. Левданский, В. А. Получение антоцианидиновых красителей из луба коры березы *Betula pendula* Roth / В. А. Левданский, Б. Н. Кузнецов // Химия растительного сырья. – 2004. – № 3. – С. 25-28.

5. Артёмов, А. В. Изучение влияния бересты коры березы на эксплуатационные и декоративные характеристики композитов на ее основе без связующих / А. В. Артемов, Н. Г. Власов // Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов: Материалы VIII Международной научно-технической конференции имени профессора В.И. Комарова, Архангельск, 11-13 сентября 2025 года / сост. Я.В. Казаков, Ю.В. Севастьянова, Н.В. Щербак и др.; под ред. Я.В. Казакова. – Архангельск: САФУ им. М. В. Ломоносова, 2025. – С. 273-278.

УДК 544.723.21

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОКОВ НА ОСНОВЕ ИЗОТЕРМ МАРЧЕВСКИ–ЯРОНЕЦ И ВОЛЬМЕРА

Демин В.И., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, РФ
umanchanin@rambler.ru

Короткова Т.Г., д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, РФ
korotkova1964@mail.ru

Лазаренко М.Е., студент гр. 23-ПБ-ТБ1 кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, РФ
lazarenkomaks0549@gmail.com

***Аннотация.** Экспериментальные данные статической сорбции в системе ионы аммония – прокаленный сорбент из золошлаковых отходов теплоэнергетики обработаны изотермами Марчевски–Яронец и Вольмера. Выявлено, что при концентрациях ионов аммония от 0 до 40 мг/дм³ изотерма Марчевски–Яронец адекватно прогнозирует эффективность очистки раствора от ионов аммония по сравнению с изотермой Вольмера.*

***Ключевые слова:** ионы аммония, эффективность очистки, изотерма Марчевски–Яронец, изотерма Вольмера.*

PREDICTING WASTEWATER TREATMENT EFFICIENCY BASED ON THE MARCZEWSKI-JARONIEC AND VOLMER ISOTHERMS

Demin V.I., Cand. Sc. (Technical), Docent, Associate Professor of Department of Life Safety, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation

umanchanin@rambler.ru

Korotkova T.G., Dr. Sci. (Technical), Docent, Professor at the Department of Life Safety, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation

korotkova1964@mail.ru

Lazarenko M.E., student, group 23-PB-TB1, Department of Life Safety, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation

lazarenkomaks0549@gmail.com

Abstract. *Experimental data on static sorption in the system of ammonium ions – calcined sorbent from ash and slag waste of thermal power plants were processed using Marczewski-Jaroniec and Volmer isotherms. It was found that, at ammonium ion concentrations ranging from 0 to 40 mg/dm³, the Marczewski-Jaroniec isotherm adequately predicts the efficiency of solution removal of ammonium ions compared to the Volmer isotherm.*

Keywords: *ammonium ions, purification efficiency, Marczewski-Jaroniec, Volmer isotherm.*

Превышение предельно допустимой концентрации ионов аммония в сточных водах, сбрасываемых в водный объект, свидетельствует о недостаточно очищенных фекально-бытовых стоках. Это объясняется либо большим количеством стоков в связи с ростом населения в городских новостройках, либо с устаревшими и изношенными очистными сооружениями. В этом случае, необходимо проводить доочистку сточных вод перед сбросом их в водоем. Менее затратным признан адсорбционный метод доочистки на основе сорбентов из отходов производства. Одним из таких сорбентов, широко изучаемым в нашей стране и за рубежом, являются золошлаковые отходы предприятий теплоэнергетики, хранимые на многочисленных гидрозолоотвалах. Эти отходы не горючи и не взрывоопасны. Биотестированием подтвержден V класс опасности влажных золошлаковых отходов [1].

Экспериментальные данные по фазовому равновесию в системе ионы

аммония – прокаленный сорбент из золошлаковых отходов приведены в работе [2]. Золошлаковые отходы отобраны на золоотвале Новочеркасской ГРЭС. Образцы высушены и прокалены при температуре 600 °С. Получен рассыпчатый сорбент коричневого цвета, названный прокаленным сорбентом. Начальная концентрация ионов аммония принималась равной от 5 до 300 мг/дм³, рН 7, частота вращения магнитной мешалки 200 об/мин. Время достижения равновесия составило 180 мин.

Обработку экспериментальных данных статической сорбции проведем на основе четырехпараметрической изотермы Марчевски–Яронец [3] и двухпараметрической изотермы Вольмера [4].

Изотерма Марчевски–Яронец имеет вид:

$$A_e = A_m \left(\frac{(k_M C_e)^n}{1 + (k_M C_e)^n} \right)^{m/n}, \quad (1)$$

где A_m , k_M , m , n – константы Марчевски–Яронец.

Линейная форма изотермы Марчевски–Яронец:

$$\frac{1}{(A_e)^{n/m}} = \frac{1}{(A_m)^{n/m}} + \frac{1}{(A_m)^{n/m}} \times \frac{1}{k_M^n C_e^n}. \quad (2)$$

Изотерма Вольмера имеет вид:

$$C_e = \frac{A_e}{k_V(A_m - A_e)} \exp\left(\frac{A_e}{A_m - A_e}\right), \quad (3)$$

где A_m , k_V – константы Вольмера.

Линейная форма изотермы Вольмера:

$$\ln\left[\frac{C_e(A_m - A_e)}{A_e}\right] = \ln\frac{1}{k_V} + \frac{A_e}{A_m - A_e}. \quad (4)$$

Линейные формы изотерм адсорбции Марчевски–Яронец и Вольмера строили в координатах $1/(A_e)^{(n/m)} = f(1/(C_e)^n)$ и $\ln[C_e(A_m - A_e)/A_e] = f(A_e/(A_m - A_e))$,

соответственно. При поиске констант изотермы Марчевски–Яронец задавались параметрами m и n до достижения максимально возможного коэффициента детерминации R^2 . При поиске констант изотермы Вольмера задавались значением A_m до достижения значения коэффициента перед x , равного единице. Значения констант приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Константы изотерм Марчевски–Яронец и Вольмера

Изотерма Марчевски–Яронец				Изотерма Вольмера	
A_m , мг/г	k_M , (дм ³ /мг) ⁿ	m	n	A_m , мг/г	k_V , дм ³ /мг
1,0325	0,1088	2,125	0,85	1,7985	0,0136

Графические кривые линейных уравнений изотерм (2) и (4) приведены на рисунке 1.

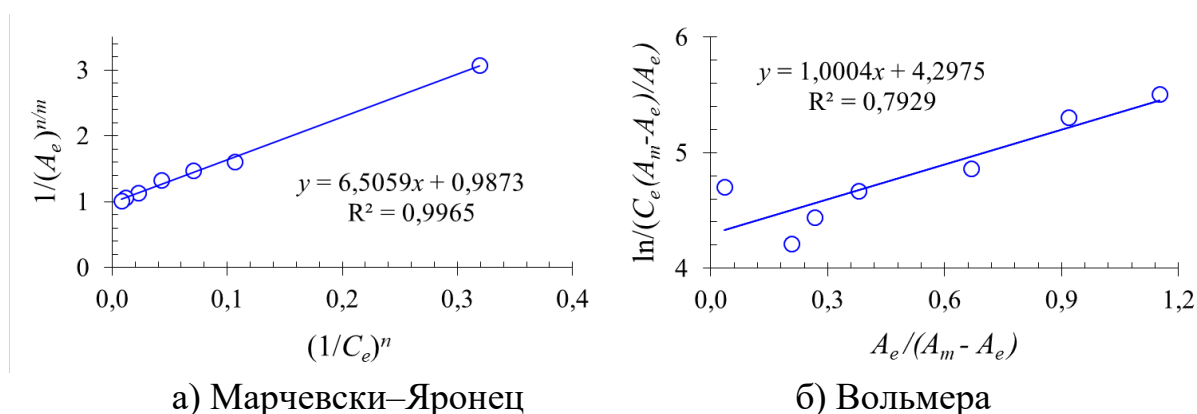


Рисунок 1 – Линейная аппроксимация изотерм

Коэффициент детерминации линейной аппроксимации изотермы Марчевски–Яронец составил $R^2 = 0,9965$, что значительно превышает аналогичный коэффициент изотермы Вольмера $R^2 = 0,7929$. Это можно объяснить наличием 4 искомых параметров изотермы Марчевски–Яронец против 2 параметров изотермы Вольмера, что повысило качественное согласование экспериментальных и расчетных данных.

Приведенные ниже расчетные зависимости, использующие параметры эффективности очистки E , %, начальной концентрации ионов аммония в растворе C_0 , мг/дм³, коэффициента распределения K_d , дм³/г, получены по

методике, подробно изложенной в работе [5] при исследовании фосфатов.

На рисунке 2 приведено сопоставление экспериментальных и расчетных данных зависимости равновесной сорбционной емкости A_e от равновесной концентрации ионов аммония в растворе C_e . Визуально изотерма Вольмера немного лучше описывает экспериментальные данные, несмотря на более низкий коэффициент детерминации R^2 .

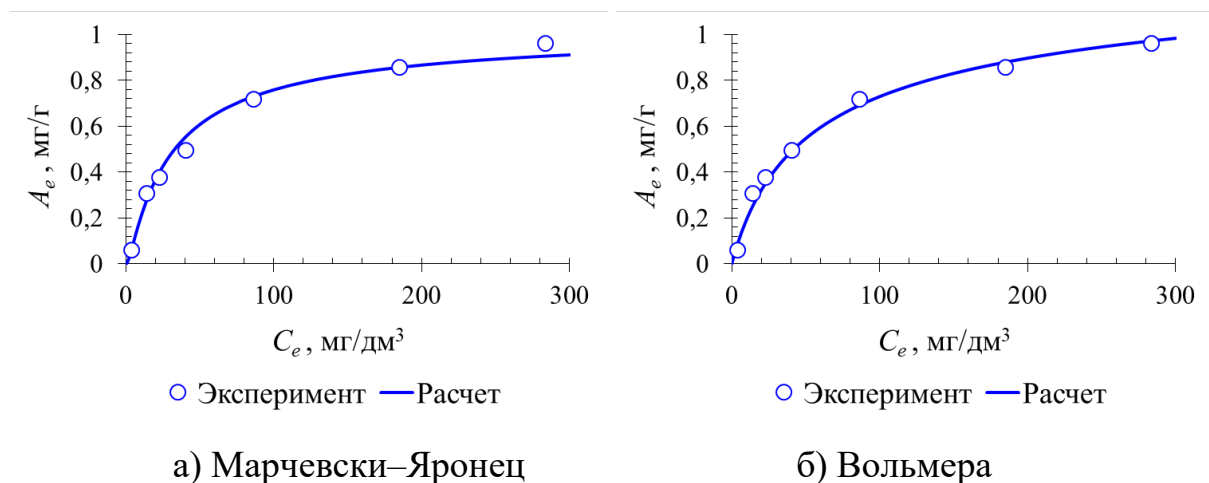


Рисунок 2 – Зависимость A_e от C_e

На рисунке 3 приведены кривые зависимости эффективности очистки раствора от ионов аммония. Качественное описание в области начальных концентраций от 0 до 40 мг/дм³ получено с использованием изотермы Марчевски–Яронец (рисунок 3, а).

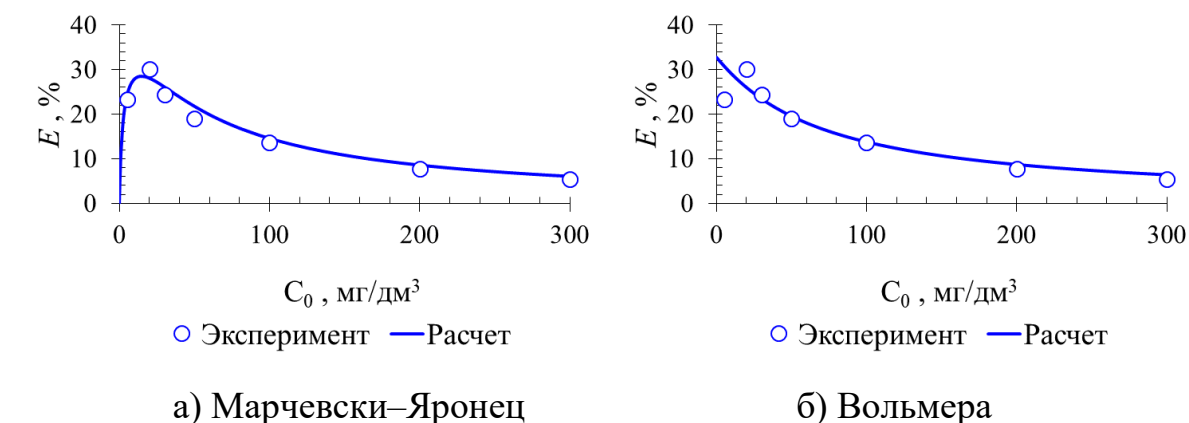


Рисунок 3 – Зависимость E от C_0

На рисунке 4 приведены кривые зависимости коэффициента распределения. Аналогично более качественное описание в области начальных концентраций от 0 до 40 мг/дм³ получено с использованием изотермы Марчевски–Яронец (рисунок 4, а).

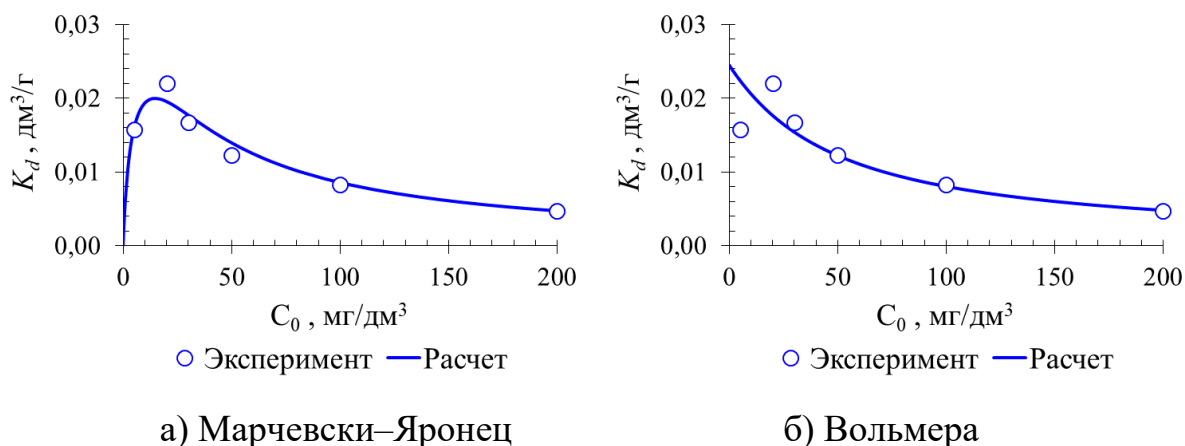


Рисунок 4 – Зависимость K_d от C_0

Вывод. Четырехпараметрическая изотерма Марчевски–Яронец адекватно описывает экспериментальные данные в системе ионы аммония – прокаленный сорбент из золошлаковых отходов.

Список литературы

1. Bushumov, S. A. Determination of the Hazard Class of Ash After Coal Combustion by the Method of Biotesting / T. G. Korotkova, S. Yu. Ksandopulo, N. V. Solonnikova, V. I. Demin // *Oriental Journal of Chemistry*, 2018. Vol. 34, No. 1. P. 276–285. <http://dx.doi.org/10.13005/ojc/340130>.

2. Короткова, Т. Г. Исследование адсорбционного равновесия в системе ионы аммония–прокаленный сорбент из золошлаковых отходов теплоэнергетики / Т. Г. Короткова, А. М. Заколюкина, С. А. Бушумов // *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. – 2023. – № 2 (Т. 13). – С. 291–303. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2023-13-2-291-303>.

3. Ramadoss, R. Adsorption of Chromium Using Blue Green Algae-Modeling and Application of Various Isotherms / R. Ramadoss, D. Subramaniam

// International Journal of Chemical Technology. 2018. Vol. 10, No. 1. P. 1–22
DOI: 10.3923/ijct.2018.1.22.

4. Wang, J. Adsorption kinetics and isotherm models of heavy metals by various adsorbents: An overview / J. Wang, X. Guo // Critical Reviews in Environmental Science and Technology. 2023. Vol. 53, No. 21. P. 3–29. <https://doi.org/10.1080/10643389.2023.2221157>.

5. Korotkova, T. G. Removing Phosphates from Aqueous Solutions by Means of Static Sorption on Ash-and-Slag Sorbent: Analyzing Coefficients of Distribution Based on Adsorption Isotherms / T. G. Korotkova, A. M. Zakolyukina, S. A. Bushumov // Russian Journal of Physical Chemistry A. 2024. Vol. 98, No. 8. P. 1838–1851. <https://doi.org/10.1134/S0036024424700924>.

УДК 338.2:502(06)

ЭВОЛЮЦИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРАКТИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА: ОТ ТЕОРИИ К ИНТЕГРАЦИИ

Жданов С.А., канд. техн. наук, профессор кафедры конституционного права и историко-правовых дисциплин ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля»,
г. Луганск, ЛНР, РФ
zholsall@gmail.com

Жданова М.Н., канд. хим. наук, доцент кафедры пожарной безопасности ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Луганск, ЛНР, РФ
zholsall@gmail.com

***Аннотация.** Представлен комплексный анализ концепции экологического менеджмента (ЭМ). Уточняется терминологическое содержание понятий. Исследуется историческая эволюция ЭМ, его цели, принципы, методы и функции. Дан анализу практических аспектов внедрения систем экологического менеджмента (СЭМ), основанных на*

международном стандарте ISO 14001. Рассмотрена роль ЭМ в обеспечении экологической безопасности. Сформулированы предложения по совершенствованию применения ЭМ на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: *система экологического менеджмента (СЭМ), ISO 14001, экологическая безопасность, устойчивое развитие, риск-ориентированное мышление, экологическое предпринимательство, промышленное предприятие.*

EVOLUTION AND MODERN PRACTICES OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT: FROM THEORY TO INTEGRATION

Zhdanov S.A., Cand. Sc. (Technical), Professor at the Department of Constitutional Law and Historical and Legal Disciplines, «Luhansk State University named after Vladimir Dal» Library, Lugansk,
LPR, Russian Federation

zholsa11@gmail.com

Zhdanova M.N., Cand. Sc. (Chemistry), Associate Professor at the Department of Fire Safety, «Luhansk State University named after Vladimir Dahl»,
Lugansk, LPR, Russian Federation

zholsa11@gmail.com

Abstract. *A comprehensive analysis of the environmental management (EM) concept is presented. The terminological content of the concepts is being clarified. The historical evolution of EM, its goals, principles, methods and functions are investigated. The analysis of practical aspects of the implementation of environmental management systems (EMS) based on the international standard ISO 14001 is given. The role of EM in ensuring environmental safety is considered. Proposals have been formulated to improve the use of EM in industrial enterprises.*

Keywords: *environmental management system (EMS), ISO 14001, environmental safety, sustainable development, risk-oriented thinking, environmental entrepreneurship, industrial enterprise.*

Современная экологическая ситуация, характеризующаяся обострением кризисных явлений, напрямую связана с масштабами промышленного производства. Несмотря на значительные усилия в сфере природоохранного регулирования, общее состояние окружающей среды продолжает ухудшаться. В этих условиях закономерным ответом на вызовы времени стало становление экологического менеджмента как самостоятельной, инициативной деятельности экономических субъектов, направленной на достижение баланса между экономической эффективностью и экологической ответственностью. Импульсом для глобального признания ЭМ стала Конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (1992 г.), где он был обозначен как ключевой элемент устойчивого развития. Последующая разработка и распространение международных стандартов серии ISO 14000, в особенности ISO 14001, предоставили организациям всего мира универсальный каркас для построения системных подходов к управлению экологическими аспектами. Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью преодоления разрыва между интенсивным ужесточением природоохранного законодательства, с одной стороны, и недостаточной эффективностью его практической реализации, а также сохраняющимися сложностями внедрения проактивных экологических стратегий на предприятиях — с другой.

В научной литературе отсутствует единое определение ЭМ, что отражает многогранность данного феномена: от «совокупности реакций компаний на экологические проблемы» до «экологически осознанного управления». Наиболее точным представляется определение Г. Ферару, трактующего ЭМ как инициативную и результативную деятельность, основанную на принципах экоэффективности, экосправедливости и достижение экологических целей. Важно разграничивать смежные понятия. Экологическое управление — это в первую очередь обязательная, внешне мотивированная деятельность по соблюдению законодательных норм. В отличие от него, экологический менеджмент носит добровольный характер, зависит от личной заинтересованности руководства и нацелен на

преобладание результата над процессом (табл. 1), когда защита окружающей среды включена в стратегические планы, миссию и повседневные решения.

Таблица 1 – Анализ основных различий в понятиях «экологическое управление», «экологический менеджмент»

Экологическое управление	Экологический менеджмент
Осуществляется органами государственной власти и экономическими субъектами	Осуществляется исключительно экономическими субъектами.
Внешне мотивированная деятельность, определяемая требованиями природоохранительного законодательства	Внутренне мотивированная деятельность, определяемая в первую очередь принципами экоэффективности и экосправедливости
Обязательная в своей основе деятельность	Деятельность инициативная и добровольная в своей основе
Деятельность, осуществляемая в рамках должностных обязанностей и инструкций	Деятельность, зависящая от личной заинтересованности менеджера в конечных результатах и определяемая его квалификацией, опытом и искусством
Преобладание процесса управления над результатом. Игнорирование отрицательных результатов	Преобладание результатов менеджмента над процессами их достижения. Активное использование отрицательных результатов
Изначальная формализованность, консервативность и ограниченность	Изначальная активность, необходимость поиска новых возможностей и путей, творческие аспекты
Относительная легкость имитации и фальсификации эффективной деятельности	Практическая невозможность имитации и фальсификации эффективной деятельности

Эволюция ЭМ прошла несколько этапов: от привлечения внимания к проблемам (60-80-е гг.) и формирования инструментария (80-е гг.) к моделированию баланса (90-е гг.) и, наконец, глобализации и становления как отдельной отрасли знаний (2000-е гг. — настоящее время) (табл. 2). Этот путь отражает переход от реактивного к превентивному и стратегическому подходу.

Таблица 2 – Характеристика этапов развития экологического менеджмента

Период	Название этапа	Основные представители	Краткая характеристика этапа
60–80 гг.	Привлечения внимания к экологическим проблемам. Возникновение понятия экологического управления в промышленности	А.Печелли А.Кинг	Обоснование необходимости проводить природоохранную деятельность на производственном предприятии
80-е гг.	Формирование и развитие направлений экологической деятельности на производстве	Д.Боткин, А.Шнайдер	Разработка эколого-экономических показателей и нормирования экологических процессов
90-е гг.	Формирование модели природопользования, оценка экологических последствий	Л.Р.Браун, Р.А.Карпентер	Моделирование эколого-экономического баланса потребления ресурсов, достигается за счет эколого-экономического регулирования
2000-е гг.	Глобализация проблемы экологического управления	Э.Уилсон, Л.Г.Наумова	Формирование эколого-экономического механизма хозяйствования на производственных предприятиях
Настоящее время	Выделение экологического менеджмента в отдельную отрасль знаний, становление экологического менеджмента	И.О.Александров, А.С.Гринин, А.А.Садеков	Направления развития экологического менеджмента. Применение методов эколого-экономического механизма хозяйствования по производственным отраслям

Глобальная цель ЭМ – достижение устойчивого развития через соблюдение нормативов, рациональное использование ресурсов и предотвращение ущерба окружающей среде. Ключевыми функциями ЭМ на предприятии являются планирование, организация, мотивация, контроль и анализ экологической деятельности. Реализация этих функций базируется на системе принципов, среди которых, помимо общих, выделяются специальные: превентивности, интеграции в общую систему управления предприятием и опоры на экологическую сознательность в сочетании с экономическим стимулированием (табл. 3).

Таблица 3 – Принципы экологического менеджмента промышленного предприятия

Принцип	Сущность
Системности	Понимает организацию экологического менеджмента как комплекса взаимосвязанных элементов, образующих систему установления взаимодействия разрабатываемой системы с системами более высокого уровня, обеспечивает наилучшую реализацию целей экологического менеджмента промышленного предприятия
Стандартизации	Предусматривает упорядочение и регламентацию организации экологического менеджмента, создает предпосылки для специализации промышленного производства, механизации и автоматизации работ. Объектами стандартизации являются: технологические операции, технологические процессы промышленного производства и контроля; методы организации управления; средства технологического оснащения; формы документов; классификаторы технико-экономической информации; материальные и трудовые нормативы и тому подобное
Планирования	Основывается на планах осуществления экологической политики, работы подразделений предприятия
Измерения и оценки	Экологический менеджмент, его организация и состояние должны подлежать постоянному измерению, мониторингу и оценке
Обязательств и политики	Заключается в определении предприятием собственной экологической политики и обеспечения исполнения принятых экологических обязательств
Комплексной автоматизации	Предполагает и обуславливает наличие таких автоматизированных работ: разработка технологических процессов; конструкторско-технологический анализ изделий; разработка управленческих программ для оборудования; решения задач материального и трудового нормирования и других
Специализации	Означает организацию специализированных участков и производства в целом при производстве продукции и средств технологического оснащения
Доступности	Свобода доступа к информации и простота организации экологического менеджмента. Свобода выбора и доступность организации экологического менеджмента
Развития и усовершенствования	Предполагает постоянное совершенствование экологического менеджмента и отслеживание уровня наиболее эффективно действующих систем на предприятиях, внедрение всего нового и прогрессивного, достигнутого отраслью в области рациональных форм организации подготовки производства
Непрерывности	Рациональная организация процессов, обусловлена отношением рабочего времени к общей продолжительности процесса

Согласно ISO 14001:2015 (ГОСТ Р ИСО 14001-2016 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению»), СЭМ – это часть общей системы управления, включающая структуру, планирование и ресурсы для реализации экологической политики. Внедрение СЭМ, сертифицированной по ISO 14001, приносит предприятиям ряд выгод: снижение рисков и издержек, улучшение имиджа, доступ к новым рынкам и повышение операционной эффективности. Эмпирические исследования подтверждают, что внедрение СЭМ, сертифицированной по ISO 14001, приносит предприятиям ряд выгод и способствует лучшему соблюдению законодательства, оптимизации потоков информации и реализации синергии экологических и экономических плюсов [2]. Однако те же исследования указывают, что ожидаемые масштабные внешние эффекты (например, радикальное улучшение состояния окружающей среды на региональном уровне) часто не материализуются, а результативность сильно зависит от глубины интеграции СЭМ в бизнес-процессы, а не от формального наличия сертификата. Внедрение СЭМ сопряжено с ошибками, к которым относятся: отсутствие заинтересованности руководства, формальный подход, недостаточное обучение и вовлеченность персонала, неэффективные внутренние аудиты и др.

Решением является комплексный подход: интеграция ЭМ в стратегию компании, активное вовлечение сотрудников, установление целей и регулярный анализ со стороны руководства, т.е. создание интегрированной системы менеджмента, объединяющей СЭМ (ISO 14001), систему менеджмента качества (ISO 9001) и систему охраны труда и промышленной безопасности (ISO 45001). Это позволяет устранить дублирование, оптимизировать ресурсы и усилить синергетический эффект.

ЭМ является основным инструментом, с помощью которого бизнес может внести вклад в достижение Целей устойчивого развития ООН. Современная парадигма смещается от простого сокращения негативного воздействия к созданию экологической ценности. В этом контексте перспективной выглядит ресурсно-ориентированная модель устойчивого менеджмента Г. Мюллера-Кристиана [1]. Хотя это, в свою очередь,

порождает управленческие дилеммы, требующие перехода от сиюминутной прибыльной логики к долгосрочной логике сохранения ресурсов [2, 3].

Развитие ЭМ стимулирует появление нового сегмента — экологического предпринимательства. Его поддержка - важный драйвер экологизации экономики. Для этого необходимо: рассматривать внедрение и сертификацию СЭМ не как формальное требование, а как стратегическую инвестицию; внедрять интегрированную систему менеджмента, объединяющую экологию, качество и охрану труда; создавать программы мотивации, направленные на развитие экологической культуры; развивать механизмы экономического стимулирования для предприятий, внедряющих СЭМ; содействовать развитию рынка экологических услуг и экологического предпринимательства; интегрировать в учебные курсы концепции ресурсно-ориентированного менеджмента и циркулярной экономики. развивать на предприятиях прикладные исследования, посвященные различным инструментам ЭМ.

Список литературы

1. Müller-Christ, G. Sustainable Management: Coping with the Dilemmas of Resource-Oriented Management. – 2nd ed. – Springer, 2023. – 421 p. – ISBN-13 978-3031457906.

2. Бабина, Ю. В. Основы экологического менеджмента Учеб. пособие, [Для студентов и асп. экон. спец.] / Бабина Ю.В., Бобров А.Л.; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. Экон. фак. — М.: Диалог-МГУ, 2000. — 16 с.; 21. — ISBN 5-89209-543-6.

3. Экономика природопользования и экологический менеджмент: учебник для вузов / Н.В. Пахомова, К.К. Рихтер, Г.Б. Малышков, А.В. Хорошавин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 411 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19874-4. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/557270>.

ПОЛИСТИРОЛ: ОТ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ К ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ВЫЗОВАМ И СТРАТЕГИИ УТИЛИЗАЦИИ

Жданова М.Н., канд. хим. наук, доцент кафедры пожарной безопасности
ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира
Даля», г. Луганск, ЛНР, РФ
zholsa11@gmail.com

Олейник Е.А., канд. биол. наук, доцент кафедры пожарной безопасности
ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира
Даля», г. Луганск, ЛНР, РФ
brexton66@bk.ru

Жданов С.А., канд. техн. наук, профессор кафедры конституционного
права и историко-правовых дисциплин ФГБОУ ВО «Луганский
государственный университет им. Владимира Даля», г. Луганск, ЛНР, РФ
zholsa11@gmail.com

***Аннотация.** Проанализированы объёмы производства в РФ полимерной продукции и, в частности, полистирола. Детально освещена проблема образования, утилизации и переработки отходов полистирола, дана оценка их влияния на окружающую среду. Особое внимание уделено исследованиям в области инновационных методов переработки и утилизации. Предложен метод утилизации отходов полистирола путём их использования в качестве основы для получения коррозионно-устойчивых лакокрасочных покрытий с широкой областью применения.*

***Ключевые слова:** полистирол, экологическая безопасность, переработка отходов, утилизация, антикоррозионное покрытие.*

POLYSTYRENE: FROM STRUCTURE AND PROPERTIES TO ENVIRONMENTAL CHALLENGES AND DISPOSAL STRATEGIES

Zhdanova M.N., Cand. Sc. (Chemistry), Associate Professor at the Department of Fire Safety, «Luhansk State University named after Vladimir Dahl», Lugansk, LR, Russian Federation
zholsall@gmail.com

Oleinik E.A., Cand. Sc. (Biology), Associate Professor at the Department of Fire Safety, «Luhansk State University named after Vladimir Dahl», Lugansk, LPR, Russian Federation
brexton66@bk.ru

Zhdanov S.A., Cand. Sc. (Technical), Professor at the Department of Constitutional Law and History of Legal Disciplines at the Vladimir Dal Lugansk State University, Lugansk, LPR, Russian Federation
zholsall@gmail.com

***Annotation.** The article analyzes the production volumes of polymer products in the Russian Federation, particularly polystyrene. It provides a detailed overview of the problem of polystyrene waste generation, disposal, and recycling, and assesses their impact on the environment. Special attention is given to research on innovative methods of recycling and disposal. The article proposes a method for recycling polystyrene waste by using it as a base for producing corrosion-resistant paint coatings with a wide range of applications*

***Keywords:** polystyrene, environmental safety, waste recycling, disposal, anti-corrosion coating.*

Актуальность исследования обусловлена необходимостью снижения воздействия отходов производства полимерных материалов и, в частности, полистирола на экосреду обитания.

Благодаря мощной сырьевой базе в России в течение последних десятилетий высокими темпами динамично развивается производство полимерных материалов. По данным Росстата к концу 2024 года ведущими

химическими предприятиями страны было выпущено более 10,9 млн. т всех видов пластика. При этом, выпуск пяти таких базовых стандартных термопластов, как полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полиэтилен терефталат, полистирол составляет более 70 %.

Полистирол, благодаря сочетанию низкой себестоимости, технологичности и широкому спектру модификаций, является наиболее востребованным полимером из вышеперечисленных. Согласно оценочным данным его годовое производство составляет около 1 млн. т.

Разнообразие модификаций полистирола, обусловленных его структурными особенностями, позволяет получать материалы с кардинально различающимися свойствами. Так полистирол общего назначения (GPPS/ПС-М) является прозрачным материалом, отличается жесткостью и хрупкостью. Ударопрочный непрозрачный полистирол (HIPS/ПС-С) представляет собой композит с дисперсией бутадиенового каучука обладает высокой ударной вязкостью. Вспененный полистирол (ЕПС, пенопласт) имеет замкнутую ячеистую структуру и состоит на 98 % из газа. У этого пластика низкая теплопроводность и невысокая плотность 15 – 50 кг/м³. Экструдированный полистирол (ХПС) отличается от (ЕПС) более высокой плотностью, прочностью на сжатие и, почти, нулевым водопоглощением.

Являясь технологичным и широко востребованным материалом (медицина, строительство, бытовая и хозяйственная сферы и т.д.), полистирол создаёт серьёзную экологическую нагрузку на окружающую среду. Точные данные по наличию отходов полистирола в РФ отсутствуют, но их масштаб можно оценить косвенно при доле в производстве полимеров, около 5,0-10,0 %. Это сотни тысяч тонн потенциальных отходов ежегодно, включая промышленные и бытовые, что значительно выше показателей для других пластиков.

Экологический ущерб от отходов полистирола имеет комплексный и долгосрочный характер. Период распада полимера оценивается в сотни лет. Мелкие частицы, достигают иногда дисперсного размера, и перемещаясь под действием внешних факторов, адсорбируют на своей поверхности

токсичные вещества, нанося вред окружающей среде. Сам процесс производства и неконтролируемая утилизация отходов связаны со значительными выбросами парниковых газов, загрязняющих атмосферу и т.д.

Все вышеприведенные отрицательные факторы выводят решение экологической проблемы, возникающей как при производстве, так и при использовании и утилизации отходов продукции на основе полистирола в разряд актуальных практических задач.

В настоящее время основными практическими методами утилизации отходов являются энергетический и захоронение на полигонах.

Однако, эти методы решают временную и частичную задачу утилизации, т.к. при этих процессах выделяется большое количество токсичных продуктов горения и продуктов деструкции пластика, что оставляет экологическую проблему не решенной.

В настоящее время распространённым методом переработки отходов является механический рециклинг [1]. Этот метод, включающий процессы дробления и последующего гранулирования полимера, требует строгого соблюдения температурного режима, находящегося в интервале температур 170-250 °С. Незначительное превышение верхнего предела температуры приводит к термической деградации продукта вследствие деструкции молекулярной структуры, а недостаток нагрева снижает текучесть расплава. Прогрессирующая деградация материала с каждым последующим циклом рециклинга приводит к ухудшению физико-химических и механических характеристик конечного продукта.

Инновационным методом в решении проблемы реализации отходов, разработанным в последнее время, является химический рециклинг [2, 3]. Его сущность состоит в фототермической деполяризации черного полистирола с использованием мелкодисперсного технического углерода. Безизлучательный распад полистирола на макромолекулы происходит на поверхностях наночастиц углерода, обладающих большим запасом энергии.

Фототермическое преобразование является новым революционным подходом в решении проблем утилизации отходов полистирола и

заслуживает пристального внимания. Научные исследования в этой области ведутся как отечественными, так и зарубежными учеными, однако практическое применение этой технологии находится на стадии пилотных проектов.

Целью настоящего исследования явился поиск альтернативного рассмотренным методам, способа утилизации промышленных отходов производства полистирола путём использования его в качестве полимерной основы антикоррозионного лакокрасочного материала.

Учитывая широкий спектр физико-механических характеристик и хорошую растворимость полистирола в ароматических углеводородах [4], экспериментальные исследования в настоящей работе проводились в следующих направлениях:

1. Выбор растворителя для приготовления полистирольного лака на основе отходов полистирола марок ПС-1, УПМ, САН-А.
2. Разработка композиционного состава покрытия полимерный лак + модификаторы.
3. Исследование коррозионной стойкости и изучение физико-механических свойств разработанного лакокрасочного покрытия.
4. Определение возможностей практического применения разработанного коррозионностойкого покрытия в различных областях промышленности и сельского хозяйства.

Для растворения отходов полистирола были опробованы следующие растворители: каменноугольный сольвент, толуол, ксилол, четырёххлористый углерод. При выборе растворителя учитывались следующие факторы: токсичность, вязкость раствора, продолжительность высыхания. Установлено, что наиболее полное и быстрое растворение полистирола происходило в толуоле и каменноугольном сольвенте. Однако, учитывая, что толуол токсичнее сольвента был выбран последний. Условную вязкость полистирольного лака определяли по ГОСТ 8420-2022 и величина средней пробы 1 дм^3 составила 90с, что соответствует образованию равномерного тонкого сплошного слоя покрытия на металлической поверхности. Время высыхания лака составило 3,5 часа при

оптимальном значении до степени 3 (ГОСТ 19007-2023). Однако, адгезия покрытия оказалась неудовлетворительной – 3, 4 балла (ГОСТ 32299-2025). Этот показатель, являющийся важнейшим и характеризующим прочность сцепления защитного покрытия с основой, является одним из критериев, определяющим его долговечность. Величина адгезии плёнообразующих веществ зависит от их полярности, поэтому её можно увеличить, вводя в плёнообразующие различные полярные вещества. С этой целью, а также для пластификации непластичных и хрупких плёнок вводили каменноугольную смолу, учитывая её состав и физико-механические характеристики. Большую часть среди многообразия органических соединений, входящих в состав каменноугольной смолы, составляют полярные ароматические углеводороды и гетероциклические соединения. Полистирол и каменноугольная смола имеют близкие величины плотностей 1050-1070 кг/м³ 1150-1177 кг/м³. Поэтому полистирол, имея гибкую линейную цепь с максимальных ростом конформационных молекул, легко диффундирует в растворитель, что приводит к образованию сольватированных комплексов, при этом происходит набухание полимера и образование стабильного коллоидного материала в течение 8-10 часов [4].

Исследование рецептурных составов покрытий показало, что наилучшими физико-механическими свойствами и адгезией – 1 (ГОСТ 31149-2014) имеют композиции с содержанием (вес %): полистирола 15,3, каменноугольной смолы – 15,7, сольвента каменноугольного – 77,0.

Так как неотъемлемой частью большинства полимерных композиций являются наполнители, улучшающие прочностные характеристики и атмосферостойкость, в состав полистирольного лака вводили алюминиевую пудру Al₂O₃. Оксид алюминия при степени дисперсности от 40 до 250 мкм обладает стабильной термостойкостью и, благодаря своей инертности, не тормозит процесс плёнообразования. Частицы оксида алюминия обладают способностью экранировать полимерную основа от воздействия терм газового потока. Кроме того, он имеет высокие адсорбционные свойства, способен концентрировать молекулы полимера на своей поверхности,

образуя плотные ориентированные адсорбционные слои повышенной механической прочности.

Исходя из условий смачиваемости и прочностных свойств в полистирольный лак (94,0 вес %) вводили до 6 вес % наполнителя оксида алюминия.

Электрохимические и физико-механические свойства разработанного состава покрытия на основе отходов полистирола изучались по методикам, представленным в Межгосударственном стандарте ГОСТ 9.40-2018.

Проведенные исследования являлись обязательными, т. к. их результаты были необходимы для сравнения с нормативными показателями, обеспечивающими защиту металлических поверхностей от коррозии.

Ускоренные электрохимические, потенциостатические испытания показали, что у неокрашенных электродов, изготовленных из стали Ст.3, стационарный потенциал составляет φ , мВ = -622 при токе анодной пассивации I , а/см² = 425,00 ($\lg i = 2,62$) и у электрода окрашенного полимерной композицией φ мВ = - 500 при токе анодной пассивации I , а/см² = 35,04 ($\lg i = 1,54$). Величина сдвига стационарного потенциала φ , мВ = + 122 и значительное снижение степени плотности пассивирующего тока свидетельствуют о высокой защитной способности и позволяют рассматривать данное покрытие как антикоррозионное.

Эксплуатационные характеристики образцов с нанесёнными покрытиями, детально изучены в работе [4].

Показано, что при взаимодействии внешних факторов ультрафиолетового излучения, химических реагентов и механических воздействий они остаются стабильными и находятся в следующих пределах: адгезия – 28-30 МПа, микротвёрдость – 80-90 МПа, эластичность по ШГ – 1,0 мм, прочность при ударе – 70,0-80,0 МПа, прочность при разрыве – 38-40 МПа, относительное удлинение – 5,0-5,2 %. Данные показатели значительно выше, чем у применяемых в настоящее время полиуретановых, акриловых, глифталевых лакокрасочных антикоррозионных покрытий, незначительно уступают эпоксидным по твёрдости.

Таким образом экспериментально обоснована технология получения коррозионностойкого покрытия со стабильными физико-механическими характеристиками на основе отходов полистирола, модифицированного каменноугольной смолой и алюминиевой пудрой.

Разработка технологии данного покрытия представляет собой практичный и экологичный путь рециклинга, способствующий реализации принципов циркулярной экономики. Последующее внедрение данной разработки внесёт не только свой вклад в решение проблемы утилизации отходов полистирола и снизит, таким образом, антропогенную нагрузку на окружающую среду, но и создаст востребованный продукт широкого применения в различных областях промышленности и сельского хозяйства с целью защиты металлоконструкций и оборудования от коррозионного воздействия агрессивных сред.

Список литературы

1. Manas Chande Chemical aspects of polymer recycling. // Advanced Industrial and Engineering Polymer Research. – 2021. – Volume 4. – Issue 3. PP. 133-150.

2. Ездина, Н. П. Рециклинг и проблемы развития циркулярной экономики в России. // Экономика и управление инновациями, 2024. - № 2 (29). - С. 90-98. DOI 10.26730/2587-5574-2024-2-90-98.

3. Химический рециклинг полиэтилентерефталата / Д. А. Беева, А. А. Беев, С. Ю. Хаширова, В. А. Борисов // Новые полимерные композиционные материалы : Материалы XX международной научно-практической конференции, Нальчик, 04–10 июля 2024 года. – Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, 2024. – С. 49. – EDN BGTUID.

4. Жданова, М. Н. Разработка лакокрасочного покрытия на основе отходов полистирола для защиты металлоконструкций от коррозии / М. Н. Жданова, С. А. Жданов, Е. А. Олейник // Материалы пула научно-практических конференций : Материалы VI Международной научно-практической конференции, IX Международной научно-практической

конференции и VI Международной научно-практической конференции, Сочи, 04–08 января 2025 года. – Керчь: Керченский государственный морской технологический университет, 2025. – С. 211-216. – EDN KMMGNK.

УДК 575.2.084

ГЕНЕТИЧЕСКИ ИЗМЕНЕННЫЕ ОРГАНИЗМЫ В БИОСФЕРЕ

Жужа Е.Д., канд. биол. наук, доцент кафедры химии и техносферной безопасности Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко

г. Тирасполь, Приднестровская Молдавская Республика

Дяговец Е.В., ст. преп. кафедры химии и техносферной безопасности Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко

г. Тирасполь, Приднестровская Молдавская Республика

Огнева Т.В., ст. преп. кафедры химии и техносферной безопасности Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко

г. Тирасполь, Приднестровская Молдавская Республика

jane_2801@mail.ru

***Аннотация.** В статье проведен литературный обзор отношения ученых к генетически модифицированным организмам. Рассмотрены доводы лоббистов и противников ГМО. Проведен анализ отношения к генетически измененным организмам в России. Кроме того, представлены результаты экспериментов с ГМО зарубежных и российских ученых.*

***Ключевые слова:** трансгенные организмы, генно-модифицированные растения, генная инженерия, гербициды, раундап.*

GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS IN THE BIOSPHERE

Zhuzha E.D., PhD in Biology, Associate Professor, Department of Chemistry and Technosphere Safety, T.G. Shevchenko Pridnestrovian State University, Tiraspol, Pridnestrovian Moldavian Republic

Diagovets E.V., Senior Lecturer, Department of Chemistry and Technosphere Safety, T.G. Shevchenko Pridnestrovian State University, Tiraspol, Pridnestrovian Moldavian Republic

Ogneva T.V., Senior Lecturer, Department of Chemistry and Technosphere Safety, T.G. Shevchenko Pridnestrovian State University, Tiraspol, Pridnestrovian Moldavian Republic

jane_2801@mail.ru

Abstract. *This article provides a literature review of scientists' attitudes toward genetically modified organisms. It examines the arguments of GMO lobbyists and opponents. It also analyzes attitudes toward genetically modified organisms in Russia. Furthermore, it presents the results of experiments with GMOs by foreign and Russian scientists.*

Keywords: *transgenic organisms, genetically modified plants, genetic engineering, herbicides, Roundup.*

Методы генной инженерии позволяют выделенному из клетки гену «встраиваться» в ДНК других организмов и получать искусственно измененный или трансгенный организм с заданными параметрами. В этом участвуют вирусы, кольцевые ДНК, способные проникнуть в клетку организма и затем использовать клеточные ресурсы для создания множества собственных копий или внедриться в клеточный геном. Такая практика нарушает природные изоляционные половые барьеры между видами и родами. Так, для придания томатам холодоустойчивости в ядро их клетки внедряют ген рыбы камбалы, контролирующей этот признак. Трансгенный картофель, измененный геном эндотоксина (Bt), взятого из бактерии *Bacillus thuringiensis*, становится устойчивым к колорадскому жуку [3].

Генно-модифицированные растения в уже занимают более 54 млн. га. В основном они устойчивы к опасным вредителям, болезням, гербицидам. Овощи, например, имеют более длительный срок хранения. Однако большинство ГМО бесплодны. В мире были созданы ГМ-сорта и гибриды сои, кукурузы, хлопчатника, картофеля, томата, рапса, риса и других культур, устойчивых к гербицидам и вредителям. Есть трудности в объективной и правильной постановке экспериментов по изучению их безопасности.

Широко известны такие транснациональные корпорации по производству ГМО: «Monsanto» (США), «Bayer» (Германия), «Syngenta» (Швейцария), «Chemchina» (Китай), а также химические корпорации «Dow chemical», «DuPoint» по производству гербицидов, таких как «Глифосат» (подавляет режимы ферментов, необходимых растениям для роста), «Раундап» (ядохимикат-дефолиант, сильный канцероген и виновник выбросов из почвы закиси азота, разрушающей стратосферный озоновый слой).

Фирма «Монсанто» проиграла более 30 судов в США, поскольку там фермеры, опрыскивавшие Раундапом поля для посева сои, устойчивой к нему, заболели раком. «Монсанто» потеряла авторитет в США и внедрила методы своего ГМ-хлопчатника в Индии. Никаких перспектив повышать урожай этим методом нет (Жученко А.А.). Можно только поднять экономику фермеров, – но лишь на первые 3-4 года. В итоге в Индии из-за «Монсанто» разорились и свели счета с жизнью десятки тысяч фермеров. Поскольку фирма «Монсанто» дискредитировала себя, то она предприняла слияние с компанией «Байер» (Германия), став ее дочерней компанией в 2018 году [7].

Ученые под руководством Жиль-Эрика Сералини (Франция, 2012) выявили негативное воздействие на здоровье крыс, которых кормили ГМ-кукурузой, устойчивой к гербициду Раундап. В частности, в исследовании были обнаружены: увеличение частоты и размеров опухолей, особенно у самок крыс; повреждения печени и почек; преждевременная смертность в некоторых группах [8].

ГМ-картофель А. Pusztai (Великобритания, 1998) (с геном лектина подснежника) вызывает угнетение иммунной системы, уменьшение веса и патологические изменения во внутренних органах у крыс: разрушение печени, изменения зубной железы и селезенки. S. Ewen и А. Pusztai (Великобритания, 1999) – изменения в желудочно-кишечном тракте крыс: быстрая пролиферация клеток слизистой оболочки. ГМ-соя (RR, линия 40.3.2) М. Malatesta с соавторами (Италия, 2002, 2003) – изменения в печени, поджелудочной железе и семенниках у подопытных мышей. ГМ-горох V. Prescott с соавторами (Австралия, 2005) воспаление легких и изменения состояния иммунной системы у мышей. Институт питания РАМН в России (ГМ-картофель и Russett Burbank, устойчивый к колорадскому жуку) (1998) – морфологические изменения в печени, почках, толстой кишке; понижение гемоглобина; усиление диуреза; изменение массы сердца, предстательной железы у крыс [6].

Российские ученые [1, 6] исследовали влияние ГМ-сои на потомство крыс (Ермакова, 2005, 2006) и выявили повышенную смертность новорожденных крысят в первом поколении (рис. 1). Кроме того, ими были выявлены патологические изменения в печени и семенниках у взрослых самцов.

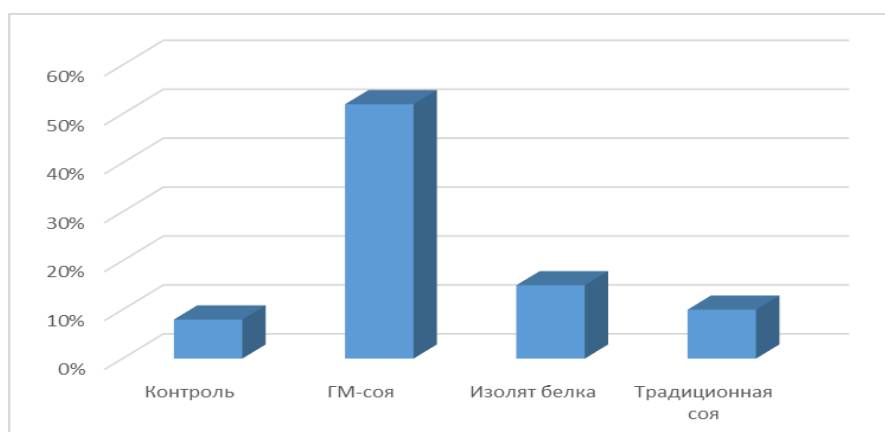


Рисунок 1 – Смертность новорожденных крысят (F1): данные 3-х серий экспериментов

Результаты скрещивания (рис. 2) самцов и самок первого поколения (F1) для получения потомства второго поколения (F2). F1 – первое поколение от крыс-матерей, которые получали ГМ-соевую добавку. Очевидно, что при схеме кормления: прекращение кормления самок ГМ-соей перед скрещиванием, – смертность крысят составила лишь 25 % (72 выживших крысенка) [4, 6].

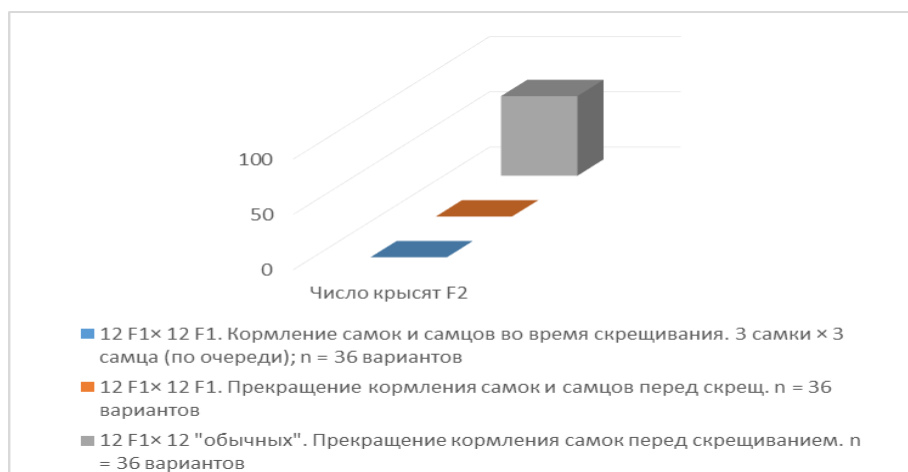


Рисунок 2 – Скрещивание самок и самцов первого поколения (F1) для получения потомства второго поколения (F2). F1 – первое поколение от крыс-матерей, которые получали ГМ-соевую добавку. Составлено по данным И.В. Ермаковой (2006)

Экспериментальные данные свидетельствуют о сильно выраженном негативном воздействии ГМО на физиологическое состояние, поведение и репродуктивные функции животных [2].

Дискуссии об использовании ГМ-продуктов стали предметом разногласий между Евросоюзом и США, провоцируя экономическую войну. ЕС выступил против выращивания ГМ-растений, тогда как США поддержали использование генной инженерии в сельском хозяйстве, инвестируя в исследования в этой области. Законодательство ЕС разрешает производство и использование ГМО только при соблюдении условий максимальной безопасности для здоровья человека. В 150 странах запрещено выращивать и продавать ГМО. Многие страны ввели маркировку на продуктах с ГМО или стали продавать их по очень низкой цене, а некоторые страны полностью отказались от них, организовав зоны,

свободные от ГМО (более 1300 зон в 35 странах мира): Швейцария, Австрия, Греция, Польша, Венесуэла, Франция и Германия. Такие страны как Португалия, Испания и Румыния выращивают ГМ-сельхозпродукцию на ограниченных площадях. Наилучшая ситуация по отсутствию ГМО – в вышеназванных странах; наихудшая – в США, Канаде, Бразилии, Аргентине, Великобритании, Украине и в ряде развивающихся стран. Остальные страны, в том числе и Россия, занимают промежуточное положение [5]. Япония и Южная Корея имеют строгие правила и ограничивают использование ГМО, хотя они импортируют ГМ-продукты.

Действие ГМ-продуктов на человека совершенно не изучено, последствия непредсказуемы. В России по непонятным причинам практически не проводятся научные и клинические исследования и испытания влияния ГМО на животных и человека. Попытки провести такие исследования наталкиваются на огромное сопротивление [2].

Генетик с мировым именем Драгавцев В.А.: «Люди, которые занимаются ГМО, называют себя инженерами. Они не инженеры. Они сварщики и резчики, которые лезут со своими сварными аппаратами в механизм, природу которого они абсолютно не знают» [7]. «Общественная ассоциация генетической безопасности России» активно борется с лоббистами ГМО. Благодаря ее усилиям, в России в июле 2016 г. Президентом В.В. Путиным был подписан Указ «О стратегии национальной безопасности России», запрещающий в России выращивание трансгенных растений, но разрешающий некоторым лабораториям при специальных мерах защиты вести исследования ГМО. А в январе 2020 г. В.В. Путин утвердил «Доктрину продовольственной безопасности», предписывающий запретить выращивание и ввоз ГМО в России. В 2021 г. Правительством РФ внесен закон «О семеноводстве», где предусмотрен пункт «О генетической паспортизации семян», который должен был вступить в силу с 1 сентября 2024 г., но после нескольких переносов его вступление в силу отложено на 1 сентября 2027 г.

ГМО оказывают негативное влияние не только на человека, животных, растения, но и на полезные бактерии, например, бактерии

желудочно-кишечного тракта (дисбактериоз), приводя к быстрому сокращению их численности и последующему исчезновению. Например, исчезновение почвенных бактерий приводит к деградации почвы, бактерий гниения – к тому, что трупы не гниют, льдообразующих бактерий – резкому уменьшению осадков. Кроме того, ГМО могут способствовать снижению биоразнообразия и нарушению устойчивости экосистем, приводя к изменению климата и разрушению биосферы. Учёные указывают, что ключевой проблемой является несовершенство применяемых методов генной инженерии. Поэтому нужно ввести мораторий на использование существующих ГМ-культур и разработать безопасные ГМО нового поколения с применением более точных биотехнологий [2].

Список литературы

1. **Ермакова, И. В.** Генетически модифицированная соя приводит к снижению веса и увеличению смертности крысят первого поколения. Предварительные исследования / И. В. Ермакова // ЭкосИнформ. – 2006. – № 1. – С. 4-10.
2. **Ермакова, И. В.** Биологические и этологические процессы взаимодействия искусственно измененных организмов с окружающей средой / И. В. Ермакова // Общество. Среда. Развитие (Среда обитания). – 2009. – № 3. – С. 114-122.
3. **Жужа, Е. Д., Ени, В. В.** Трансгенные организмы и биологическая безопасность / Е. Д. Жужа, В. В. Ени // Наука, образование, производство в решении экологических проблем: материалы XVI Международной научно-технической конференции, Уфа, 2020 г.: в 2 т. Т. 1. / Уфа: УГАТУ, 2020. – С. 100-105. – ISBN 978-5-4221-1381-1.
4. **Ermakova, I.** Influence of genetically modified soya on the birth-weight and survival of rat pups / I. Ermakova // Proceedings «Epigenetics, Transgenic Plants and Risk Assessment», Frankfurt, 2006. – P. 41-48.
5. **Барбиер, Н.** Чужие на нашем столе / Н. Барбиер // Новое время. – 2018. – № 126. – URL: <https://novostipmr.com/> (дата обращения 22.01.2025).

6. Ермакова, И. В. Влияние ГМО на млекопитающих и их потомство / И. В. Ермакова. – URL: <https://pandoraopen.ru/2009-06-17/vliyanie-gmo-na-mlekovitayushhix-i-ix-potomstvo-iv-ermakova/> (дата обращения 23.02.2020).

7. Драгавцев, В. А. О нормах ГМО / В. А. Драгавцев. – URL: <https://csruso.ru/nashi-universitety/priroda-i-tehnika/akademik-v-a-dragavcev-o-normah-gmo/> (дата обращения 11.02.2025).

8. Thomson Reuters. French study finds tumours in rats fed GM corn / Thomson Reuters // Reuters. – London, 2012. – 19 September. – URL: <https://www.reuters.com/article/gmcrops-safety-idUSL5E8KJAGN20120919/> (дата обращения 23.11.2025).

УДК 504.054(477.61)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ Г. СЕВЕРОДОНЕЦК (ЛНР) В 2022–2025 ГГ. И ПРИОРИТЕТНЫЕ МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКОВ И ВОССТАНОВЛЕНИЮ

Иванов А.Ю., Дюкарев А.В., студенты группы Э-25 м
Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский
государственный университет им. Владимира Даля»,
г. Северодонецк, ЛНР, РФ
swapfanat@gmail.com, dyukarev24@gmail.com

***Аннотация.** Северодонецк — индустриальный город ЛНР, уязвимый к техногенным рискам из-за концентрации химических производств и изношенной коммунальной инфраструктуры. В 2022–2025 гг. экологическая обстановка дополнительно осложнилась последствиями боевых действий: повреждением промышленных площадок, разрушением критической инфраструктуры, ростом объёма отходов разрушений и ограничениями для мониторинга. Доклад обобщает ключевые экологические проблемы и предлагает приоритетные меры по снижению рисков и восстановлению.*

Ключевые слова: Северодонецк; химическая промышленность; качество воды; отходы разрушений; загрязнение почв; мониторинг; восстановление.

ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE CITY OF SEVERODONETSK (LPR) IN 2022–2025 AND PRIORITY MEASURES FOR RISK REDUCTION AND RECOVERY

Ivanov A.Iu., Diukarev A.V., students of the Severodonetsk Technological Institute, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vladimir Dahl Lugansk State University»,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation
swapfanat@gmail.com, dyukarev24@gmail.com

Abstract. *Severodonetsk is an industrial city in the Luhansk region that is vulnerable to man-made risks due to the concentration of chemical production facilities and worn-out municipal infrastructure. In 2022-2025, the environmental situation was further aggravated by the consequences of hostilities: damage to industrial sites, destruction of critical infrastructure, an increase in demolition waste, and limitations on monitoring. This report summarizes the key environmental problems and proposes priority measures to reduce risks and support recovery.*

Keywords: *Severodonetsk; chemical industry; water quality; demolition waste; soil contamination; monitoring; recovery.*

Экологические риски Северодонецка формируются сочетанием промышленного наследия и последствий вооружённого конфликта. Для населения наиболее чувствительны угрозы, связанные с качеством питьевой воды, загрязнением воздуха при пожарах/взрывах, накоплением строительных отходов и потенциальным химическим загрязнением на промплощадках.

Город исторически развивался как центр химической промышленности, что обусловило наличие опасных объектов: резервуаров, складов реагентов, технологических трубопроводов, а также систем промышленной и коммунальной очистки стоков. В условиях повреждений и остановок оборудования возрастает вероятность аварийных выбросов и утечек, а также вторичного загрязнения почв и воды при размыве или переносе загрязнённых материалов.

В конце мая — начале июня 2022 г. в открытых источниках сообщалось о подрыве ёмкости с азотной кислотой в Северодонцке и образовании “розового облака”, что демонстрирует характер угроз при повреждении химической инфраструктуры [1, 2]. Даже единичные инциденты такого типа способны приводить к кратковременному, но опасному загрязнению воздуха (оксиды азота), а затем — к попаданию загрязнителей в грунт и водные объекты.

По данным открытых сообщений 2022 г. в городе были существенно повреждены объекты критической инфраструктуры. Это увеличивает вероятность нештатной работы водоснабжения, водоотведения и очистки стоков. При сбоях электроснабжения и насосных станций возрастает риск неочищенных сбросов, подтоплений коллекторов и локального загрязнения грунтовых вод [3].

Северодонецк расположен в бассейне реки Северский Донец, где экологическое состояние воды во многом зависит от объёмов водозабора и сбросов сточных вод. Материалы ОБСЕ по бассейну Северского Донца [4] подчёркивают масштаб водозабора и водоотведения в регионе, а также проблему повреждений/разрушения канализационных коллекторов в зоне конфликта. В 2022–2025 гг. эти уязвимости усиливались разрушениями и отсутствием регулярного контроля качества воды [5].

Пожары на промышленных объектах, горение нефтепродуктов и строительных материалов, а также пыление от разрушений формируют повышенные концентрации взвешенных частиц и токсичных соединений в воздухе. Для химических инцидентов характерен риск выбросов NO_x и

образования кислотных осадков при взаимодействии диоксида азота с влагой.

С 2022 г. одной из крупнейших по объёму экологических проблем стали отходы разрушений. Их неправильное накопление ведёт к запылению, засорению территорий, загрязнению почв и водных объектов. Особую опасность представляют асбестосодержащие материалы, требующие специализированных протоколов и средств защиты. В 2023–2025 гг. СМИ публиковали профильные протоколы по обращению с асбестом и запускали масштабные инициативы по разбору завалов, очистке и переработке строительных отходов.

Загрязнение почв в зоне боевых действий связано с продуктами взрывов, фрагментами металлов и разливами ГСМ. Минная опасность и наличие неразорвавшихся боеприпасов ограничивают доступ к обследованию, отбору проб и рекультивации, что увеличивает длительность воздействия и усложняет восстановление земель [6, 7].

2022: Интенсивные боевые действия и разрушения. Сообщения об инциденте с ёмкостью азотной кислоты. Указания на разрушение критической инфраструктуры города.

2023: Формирование системной базы оценок экологического ущерба, развитие практик безопасного обращения с опасными материалами в строительных отходах.

2024: Расширение публичных аналитических обзоров по экологическим угрозам промобъектов и продолжение фиксации кейсов экологического ущерба общественными инициативами.

2025: Запуск и масштабирование программ по управлению отходами разрушений, переработке и безопасному обращению с асбестом, что важно для снижения вторичного загрязнения и рисков для здоровья.

В таблице 1 приведены меры, применимые при наличии доступа и ресурсов, в логике «сначала предотвращение острых рисков — затем восстановление и модернизация».

Таблица 1 – Меры предотвращения острых рисков

Проблема/риск	Потенциальные последствия	Приоритетные меры
Химические утечки/выбросы на промплощадках	Токсичное загрязнение воздуха, осаждение загрязнителей на почвы/воду	Инвентаризация опасных ёмкостей и складов; локализация утечек; временные барьеры; контроль ливневых стоков
Сбои канализации и очистки стоков	Загрязнение рек и грунтовых вод, санитарные риски	Аварийный контроль выпусков; резервное энергоснабжение насосных; первоочередной ремонт коллекторов
Отходы разрушений, пыление	Повышение РМ, загрязнение почв/вода	Сортировка; укрытие пылящих фракций; переработка инертных материалов; организованный вывоз
Асбест в обломках	Риск для здоровья при вдыхании волокон	Работа по протоколам; СИЗ; герметичная упаковка; выделенные маршруты и площадки
Загрязнение почв и минная опасность	Долгосрочная деградация земель, ограничения использования	Разминирование; обследование почв; точечная ремедиация и рекультивация

Таким образом, в период 2022–2025 гг. экологические проблемы Северодонецка обусловлены сочетанием техногенных рисков (прежде всего, химическая инфраструктура) и последствий военных разрушений. Наиболее острые направления — химическая безопасность, вода и канализация, обращение с отходами разрушений и защита почв. Следовательно, приоритет восстановления включает восстановление водоотведения и мониторинга качества воды, безопасное управление отходами и обследование загрязнённых территорий с учётом минной опасности [8].

Список литературы

1. В Северодонецке ВСУ взорвали емкость с азотной кислотой на комбинате «Азот» // Известия : [сайт]. - URL: <https://iz.ru/1343024/2022-06-01/v-severodonetcke-vsuvzorvali-emkost-s-azotnoi-kislotnoi-na-kombinate-azot> (дата обращения 20.01.2026).
2. В Северодонецке на предприятии «Азот» взорвали емкость с химикатами (31.05.2022). // Интернет-журнал Чеснок : [сайт]. - URL: <https://4esnok.by/novosti/v-severodonecke-na-predpriyatii-azot-vzorvali-emkost-s-himikatami/> (дата обращения: 20.01.2026).
3. Разбор/проверка заявлений по инциденту с азотной кислотой (июнь 2022) [телеграмм-канал]. - URL: https://t.me/varlamov_news/29905 (дата обращения: 21.01.2026).
4. Гидрографические исследования и химический анализ воды реки Северский Донец // Мультиурок : [сайт]. - URL: <https://multiurok.ru/files/gidroghrafichieskiie-issliedovaniia-i-khimichieski.html> (дата обращения: 18.01.2026).
5. State of the siverskyi donets basin and related risks under military operations [Technical report] // OSCE : официальный сайт. - URL: <https://www.osce.org/sites/default/files/f/documents/8/6/419459.pdf> (дата обращения 15.01.2026).
6. Environmental Assessment and Recovery Priorities for Eastern Ukraine // OSCE : официальный сайт. - URL: <https://www.osce.org/project-coordinator-in-ukraine/362566> (дата обращения 21.01.2026).
7. Сравнительная характеристика качества поверхностных вод р. Северский Донец, проведенная контрольно-аналитическим сектором отдела водных ресурсов Минприроды ЛНР // Министерство природных ресурсов и экологии Луганской Народной Республики : [сайт]. - URL: <https://mpr.lpr-reg.ru/sravnitelnaya-harakteristika-kachestva-poverhnostnyh-vod.html> (дата обращения: 20.01.2026).
8. Chemical fact sheet: Asbestos [Technical document] // World Health Organization : [сайт]. - URL: <https://www.who.int/publications/m/item/chemical-fact-sheets--asbestos> (дата обращения: 21.01.2026).

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛИГОНОВ ТВЁРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ: РИСКИ, МОНИТОРИНГ И ПУТИ МИНИМИЗАЦИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Копец Ю.В., канд. техн. наук, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность», институт гражданской защиты ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Луганск, ЛНР, РФ
yura_87-87@mail.ru

Павленко А.Т., канд. техн. наук, доцент, заместитель директора института гражданской защиты ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Луганск, ЛНР, РФ
pavlenko1901@yandex.ru

***Аннотация.** В статье рассмотрены ключевые аспекты экологической безопасности полигонов твёрдых коммунальных отходов (ТКО) как объектов, оказывающих комплексное воздействие на окружающую среду. Проведён анализ основных экологических рисков — загрязнения грунтовых вод фильтратом, эмиссии свалочного газа, оседания массива отходов. Описаны современные методы мониторинга состояния полигонов и технологии снижения негативного воздействия. Обоснованы приоритетные направления совершенствования системы управления полигонами в контексте перехода к циркулярной экономике. Показано, что обеспечение экологической безопасности полигонов требует интеграции инженерно-технических решений, регулярного мониторинга и нормативного регулирования.*

***Ключевые слова:** полигон ТКО, фильтрат, свалочный газ, экологический мониторинг, рекультивация, экологическая безопасность, обращение с отходами.*

ENVIRONMENTAL SAFETY OF MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILLS: RISKS, MONITORING, AND WAYS TO MINIMIZE IMPACTS

Kopets I.V., Cand. Sc. (Technical), Head of the Department of Technosphere Safety, Institute of Civil Protection, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vladimir Dal Luhansk State University»,
Luhansk, LPR, Russian Federation
yura_87-87@mail.ru

Pavlenko A.T., Cand. Sc. (Technical), Docent, Deputy Director of the Institute of Civil Protection, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vladimir Dal Luhansk State University»,
Luhansk, LPR, Russian Federation
pavlenko1901@yandex.ru

***Annotation.** The article discusses the key aspects of the environmental safety of municipal solid waste landfills (MSWL) as objects that have a complex impact on the environment. The analysis of the main environmental risks is carried out, such as groundwater contamination by leachate, emission of landfill gas, and settling of the waste mass. Modern methods of monitoring the condition of landfills and technologies for reducing the negative impact are described. The article substantiates the priority directions for improving the management system of landfills in the context of the transition to a circular economy. It is shown that ensuring the environmental safety of landfills requires the integration of engineering and technical solutions, regular monitoring, and regulatory control.*

***Keywords:** municipal solid waste landfill, leachate, landfill gas, environmental monitoring, reclamation, environmental safety, waste management.*

Введение

Рост объёмов образования твёрдых коммунальных отходов (ТКО) в условиях урбанизации и повышения уровня потребления делает проблему

их безопасного размещения одной из ключевых для экологической безопасности территорий. На сегодняшний день полигоны ТКО остаются основным способом утилизации отходов в большинстве стран, включая Россию: по данным Росприроднадзора, на 1 042 действующих полигонах размещается свыше 85 % всех образуемых отходов [1].

Несмотря на развитие альтернативных методов переработки (сортировка, рециклинг, энергетическая утилизация), полигоны продолжают играть существенную роль в системе обращения с отходами. Однако их эксплуатация сопряжена с комплексом экологических рисков:

- загрязнение грунтовых и поверхностных вод фильтратом;
- эмиссия парниковых газов (метана и диоксида углерода);
- деградация почв и ландшафтов в зоне влияния;
- распространение патогенной микрофлоры и синантропных видов.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью:

1. Систематизации знаний о механизмах негативного воздействия полигонов на экосистемы.
2. Анализа современных методов мониторинга и контроля состояния объектов.
3. Обоснования технологических и управленческих решений, повышающих экологическую безопасность.

Цель работы — комплексная оценка экологических рисков полигонов ТКО и разработка рекомендаций по минимизации их воздействия на окружающую среду.

1. Экологические риски эксплуатации полигонов ТКО

Загрязнение водных ресурсов фильтратом

Фильтрат - высокотоксичный жидкий продукт, образующийся в теле полигона в результате биохимических процессов разложения отходов и инфильтрации атмосферных осадков. Его состав переменчив и зависит от: возраста полигона; морфологического состава размещённых отходов; климатических условий; гидрогеологических характеристик площадки.

Типичный фильтрат содержит:

- аммонийный азот (до 2 000 мг/л при ПДК 2 мг/л);
- органические соединения (ХПК - до 10 000 мг О₂/л);
- тяжёлые металлы (свинец, кадмий, ртуть);
- хлориды и сульфаты;
- фенолы и поверхностно-активные вещества.

Миграция фильтрата в грунтовые воды происходит через: зоны трещиноватости пород; негерметичные участки основания полигона; капиллярные каналы в толще отходов.

Последствия: превышение ПДК загрязняющих веществ в водозаборах; эвтрофикация водоёмов; накопление токсикантов в донных отложениях.

Эмиссия свалочного газа

В анаэробных условиях тела полигона происходит метановое брожение органических фракций отходов с образованием биогаза, содержащего: метан (СН₄) - 50–60 %; диоксид углерода (СО₂) - 30–40 %; примеси (Н₂С, NH₃, летучие органические соединения).

Экологические последствия: парниковый эффект (потенциал глобального потепления СН₄ в 28 раз выше, чем у СО₂); риск самовозгорания и взрывов; неприятный запах, снижающий качество жизни населения.

Деградация почв и ландшафтов

Эксплуатация полигонов приводит к: уплотнению грунтов под массой отходов (оседание до 1 м/год); изменению гидрологического режима территории; образованию техногенных геохимических аномалий; утрате биоразнообразия.

Зона критического загрязнения охватывает радиус 500-1 000 м от границ полигона, где концентрации тяжёлых металлов и органических токсикантов многократно превышают фоновые значения.

Распространение патогенов

Отходы содержат: болезнетворные бактерии (сальмонеллы, эшерихии); вирусы (гепатита, энтеровирусы); яйца гельминтов.

Пути распространения: фильтрат в водоносные горизонты; пыль при ветровой эрозии; синантропные животные (крысы, вороны).

2. Методы мониторинга состояния полигонов

Для контроля экологической безопасности применяется комплекс методов:

а) Гидрогеологический мониторинг

- бурение наблюдательных скважин (глубина 5-30 м) по периметру полигона;
- регулярный отбор проб грунтовых вод (ежеквартально);
- анализ показателей: рН, минерализация, аммоний, нитраты, тяжёлые металлы, ХПК, БПК.

Пример: на полигоне «Кучино» (Московская область) сеть из 12 скважин позволяет отслеживать миграцию фильтрата и корректировать систему сбора [2].

б) Газомониторинг

- установка газоанализаторов на поверхности полигона;
- измерение концентраций CH_4 , CO_2 , H_2S ;
- использование инфракрасных камер для выявления очагов тления;
- контроль давления газа в теле полигона.

в) Почвенно-геохимический мониторинг

- отбор проб почв по сетке 50×50 м;
- анализ содержания тяжёлых металлов (Pb, Cd, Hg, Zn);
- определение биохимической активности (ферментативная активность, численность микроорганизмов).

3. Технологии минимизации экологического воздействия

Системы сбора и очистки фильтрата

Современные полигоны оснащаются: противофильтрационными экранами (геомембраны, глиноматы); дренажными системами с коллекторами; очистными сооружениями, включающими: механическую очистку (решётки, песколовки); физико-химическую обработку

(коагуляция, флотация); биологическую очистку (аэробные и анаэробные реакторы); доочистку (адсорбция, обратный осмос).

Эффективность: снижение ХПК на 90–95 %, аммония - на 85–90 %.

Утилизация свалочного газа

Применяются: вертикальные газовые скважины (глубина до 30 м); горизонтальные газосборные трубопроводы; факельные установки для сжигания; газопоршневые электростанции для выработки энергии.

Пример: полигон «Тимохово» (Московская область) вырабатывает 10 МВт·ч электроэнергии/сутки за счёт утилизации биогаза [3].

Рекультивация полигонов

Комплекс мероприятий включает:

1. Технический этап: стабилизация массива отходов; устройство защитного экрана (геомембрана, дренаж, плодородный слой); монтаж систем сбора фильтрата и газа.
2. Биологический этап: посев трав-фитомелиорантов (костёр, овсяница); посадка деревьев (ива, тополь); внесение биоактиваторов для ускорения разложения органики.

Результаты: снижение эмиссии метана на 70–80 %; восстановление почвенного плодородия за 5–7 лет; возвращение земель в хозяйственный оборот.

Инновационные решения

- **Биофильтры** для очистки газа от сероводорода (использование тионовых бактерий).
- **Фиторемедиация** почв с помощью растений-гипернакопителей (горчица, подсолнечник).
- **Наносорбенты** для иммобилизации тяжёлых металлов в фильтрате.
- **Искусственные водно-болотные угодья** для доочистки стоков.

Выводы

Проведённый анализ позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Полигоны ТКО остаются значимым источником экологических рисков, включая загрязнение вод фильтратом, эмиссию парниковых газов и деградацию ландшафтов. Их воздействие носит долгосрочный характер и требует системного контроля.

2. Современные методы мониторинга (гидрогеологический, газо-, почвенный, биологический) обеспечивают своевременное выявление угроз, но нуждаются в расширении сети наблюдений и автоматизации процессов.

3. Технологии минимизации воздействия (системы сбора фильтрата, утилизация газа, рекультивация) доказали свою эффективность, однако их внедрение сдерживается высокой стоимостью и дефицитом финансирования.

4. Нормативно-правовая база требует актуализации с учётом: ужесточения требований к конструкции полигонов; введения обязательных нормативов по утилизации биогаза; механизмов стимулирования рециклинга.

Список литературы

1. Росприроднадзор. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2023 году». - М.: Минприроды России, 2024. - 456 с.

2. **Трушин, Б.В.** Принципы эффективной рекультивации полигонов ТКО // Твердые бытовые отходы. - 2019. - № 5. - С. 19-22.

3. Биогазовый комплекс анаэробного брожения АО «ПОЛИГОН ТИМОХОВО» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://transut.ru/projects/poligon-timohovo>.

УДК 544.723.21

**ПРИМЕНЕНИЕ ИЗОТЕРМ ТОТА И ЛЕНГМЮРА–ДЖОВАНОВИЧА
ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СТАТИЧЕСКОЙ СОРБЦИИ ПО
УДАЛЕНИЮ ФОСФАТОВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД**

Короткова Т.Г., д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, РФ
korotkova1964@mail.ru

Демин В.И., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, РФ
umanchanin@rambler.ru

Бойченко М.П., студент гр. 23-ПБ-ТБ1 кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, РФ
boychenmar@gmail.com

***Аннотация.** Приведена обработка экспериментальных данных статической сорбции по фазовому равновесию в системе фосфаты – сорбент из золошлаковых отходов. Показано, что изотерма Ленгмюра–Джовановича качественно верно прогнозирует эффективность очистки и коэффициент распределения по сравнению с изотермой Тота, имеющей более высокий коэффициент детерминации.*

***Ключевые слова:** фосфаты, эффективность очистки, статическая сорбция, сорбент, золошлаковые отходы.*

APPLICATION OF TOTH AND LANGMUIR–JOVANOVICH ISOTHERMS TO PROCESS STATIC SORPTION DATA ON PHOSPHATE REMOVAL FROM WASTEWATER

Korotkova T.G., Dr. Sci. (Technical), Docent, Professor at the Department of Life Safety, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation

korotkova1964@mail.ru

Demin V.I., Cand. Sc. (Technical), Docent, Associate Professor at Department of Life Safety, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation

umanchanin@rambler.ru

Boichenko M.P., student, Group 23-PB-TB1, Department of Life Safety, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation

boychenmar@gmail.com

Abstract. *This paper presents the processing of experimental data on static sorption based on phase equilibrium in a phosphate–ash waste sorbent system. It is demonstrated that the Langmuir–Jovanovich isotherm qualitatively accurately predicts the treatment efficiency and distribution coefficient compared to the Toth isotherm, which has a higher determination coefficient.*

Keywords: *phosphates, treatment efficiency, static sorption, sorbent, ash-and-slag waste.*

Одним из перспективных методов очистки сточных вод от поллютантов является сорбционный. Угольные сорбенты, производимые из ископаемого сырья, с одной стороны, обладают высокой сорбционной емкостью, а с другой – их количество ограничено в связи с исчерпаемостью природных ресурсов. В этой связи в последнее время большое внимание как в нашей стране, так и за рубежом, уделяется отходам производства. К одному из таких отходов относятся золошлаковые отходы теплоэнергетики, размещенные в огромных количествах на золошлакоотвалах. Сброс таких отходов на золоотвал сопровождается путем смешения с водой золы и шлака,

образующихся при сжигании угля. Полученную пульпу транспортируют на золоотвал багерными насосами. Исследования, проведенные в [1], показали, что золошлаковые отходы Новочеркасской ГРЭС, накопленные методом гидрозолоудаления, относятся к V классу опасности. Исследование уровня радиоактивности отобранных проб золошлаковых отходов не выявило возможного влияния радионуклидов на окружающую среду и организм человека ввиду их низкой суммарной удельной активности [2]. Следовательно, золошлаковые отходы являются не только экологически безопасными, но и дешевым сырьем для производства сорбентов как в нативном виде после измельчения, так и в модифицированном путем прокаливания или воздействия химических реагентов.

Разработанный сорбент подвергают исследованию на сорбционную емкость по отношению к различным поллютантам, объем пор, прочность, истираемость и другие физико-химические характеристики, а также проводят исследования по статике и кинетике сорбции, изменяя pH среды, массу сорбента, начальную концентрацию загрязняющего вещества, частоту вращения перемешивающего устройства и продолжительность сорбции. При исследованиях применяют метод при переменных концентрациях и метод при переменных объемах при фиксированной навеске сорбента.

Полученные данные по статике сорбции в основном обрабатывают изотермами Ленгмюра и Фрейндлиха с целью установления механизма сорбции и для дальнейшего поиска путей повышения сорбционной емкости путем модификации сорбента.

В данной работе экспериментальные данные по фазовому равновесию в системе фосфаты – прокаленный сорбент из золошлаковых отходов обработаны изотермами Тота и Ленгмюра–Джовановича [3], практическое применение которых приведено в работах [3, 4]. Подробное описание экспериментальных исследований изложено в работе [5].

Начальная концентрация фосфатов C_0 , мг/дм³, эффективность очистки E , %, и коэффициент распределения K_d , дм³/г, (константа фазового равновесия) определены по уравнениям (1)–(3):

$$C_0 = C_e + \frac{A_e m}{V}, \quad (1)$$

$$E = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100, \quad (2)$$

$$K_d = \frac{A_e}{C_e}, \quad (3)$$

где A_e – равновесная сорбционная емкость, мг/г; C_e – равновесная концентрация сорбтива в растворе, мг/дм³, m – масса сорбента, г; V – объем раствора, дм³.

Изотермы Тота и Ленгмюра–Джовановича относятся к трехпараметрическим и имеют вид:

$$A_e = \frac{A_m C_e}{\left(\frac{1}{k_T} + C_e^\alpha \right)^{1/\alpha}}, \quad (4)$$

где A_m , мг/г; k_T , (дм³/мг)^α; α – константы Тота.

$$A_e = \frac{A_m C_e [1 - \exp(-k_{LJ} C_e^n)]}{1 + C_e}, \quad (5)$$

где A_m , мг/г; k_{LJ} , (дм³/мг)ⁿ; n – константы Ленгмюра–Джовановича.

Константы изотерм Тота и Ленгмюра–Джовановича найдены методом линеаризации уравнений (4) и (5) в координатах $\left(\frac{C_e}{A_e} \right)^\alpha = f(C_e^\alpha)$ и

$\ln \left[\frac{A_e(1 + C_e)}{C_e} \right] = f \ln [1 - \exp(-k_{LJ} C_e^n)]$, соответственно. Значения констант приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Константы Тота и Ленгмюра–Джовановича

Изотерма Тота			Изотерма Ленгмюра–Джовановича		
A_m , мг/г	k_T , (дм ³ /мг) ^α	α	A_m , мг/г	k_{LJ} , (дм ³ /мг) ⁿ	n
5,9364	0,7092	0,422	4,8105	-0,55	0,2465

Линейные зависимости уравнений (4) и (5) приведены на рисунке 1.

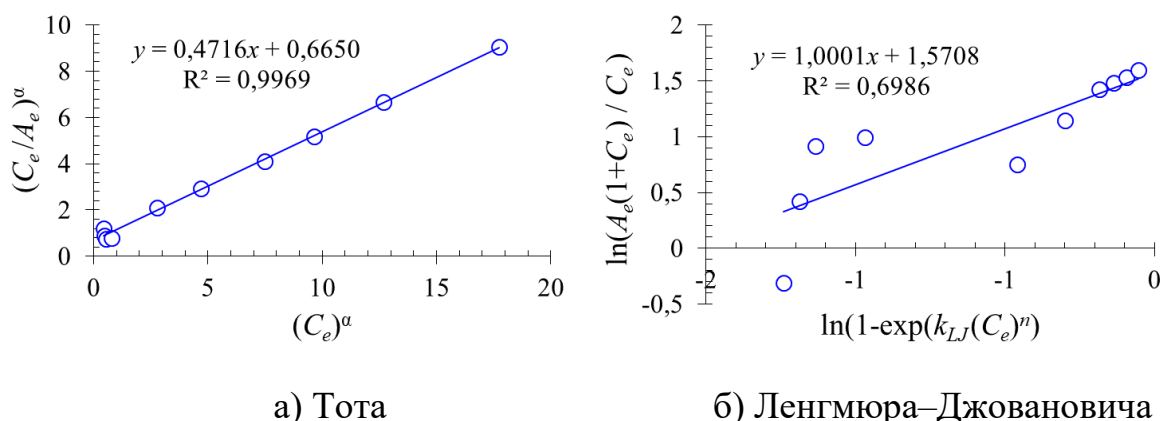
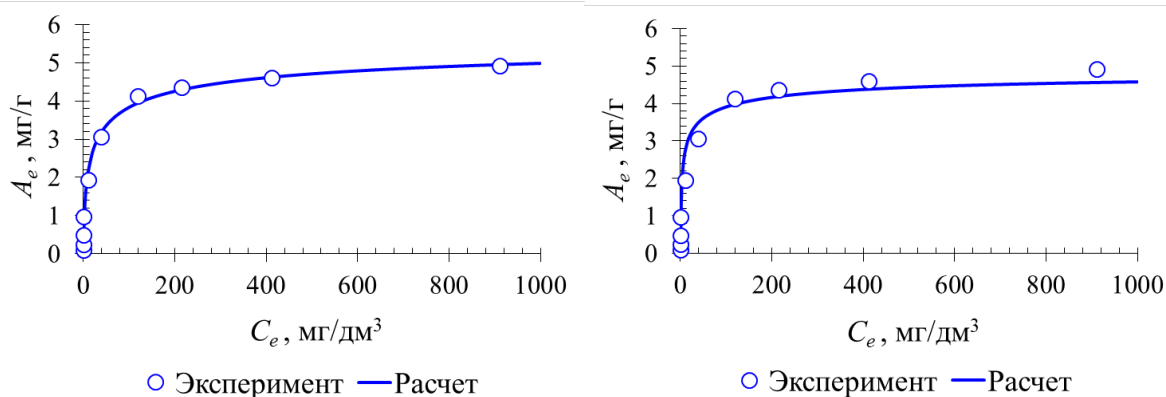


Рисунок 1 – Линейные зависимости изотерм

При поиске констант Ленгмюра–Джовановича добивались значения коэффициента, стоящего перед x , равным единице, так как в линейном уравнении этот коэффициент равен единице (рисунок 1, б).

Коэффициент детерминации $R^2 = 0,9969$ больше у изотермы Тота (рисунок 1, а). Коэффициент детерминации изотермы Ленгмюра–Джовановича $R^2 = 0,6986$ является низким (рисунок 1, б). Это означает, что нелинейная зависимость $A_e = f(C_e)$ сорбционной емкости A_e от равновесной концентрации фосфатов в растворе C_e лучше всего описывается изотермой Тота, что подтверждается сравнением расчетных и экспериментальных данных (рисунок 2).

Кроме качественного согласования зависимости $A_e = f(C_e)$ важное значение уделяется эффективности очистки сточной воды от фосфатов.

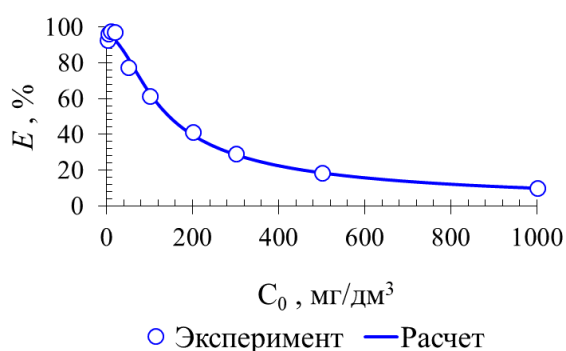


а) Тота

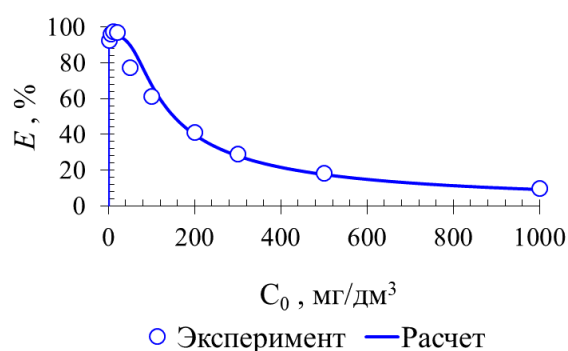
б) Ленгмюра–Джовановича

Рисунок 2 – Сравнение расчетных и экспериментальных данных по изотермам

На рисунке 3 приведено сравнение расчетных и экспериментальных данных эффективности очистки E , %, от фосфатов. Визуально изотерма Тота лучше прогнозирует значение E , но в области концентраций C_0 от 0 до 20 мг/дм³ более качественное описание получено по изотерме Ленгмюра–Джовановича (рисунок 4). Это объясняется тем, что при $C_0 \rightarrow 0$ изотерма Тота прогнозирует $E \rightarrow 98,134$ %, а по изотерме Ленгмюра–Джовановича величина $E \rightarrow 0$. Это отвечает физике процесса сорбции, т.е. если загрязнителя в сточной воде нет, то E не может быть равной какому-либо числу.

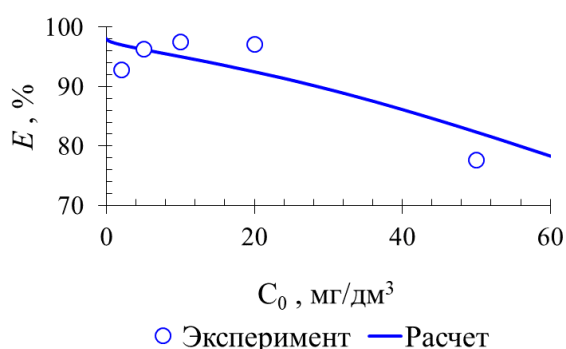


а) Тота

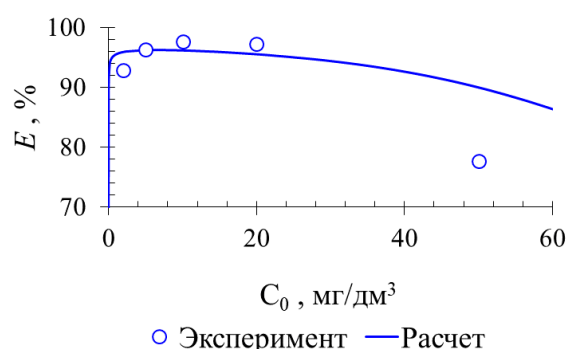


б) Ленгмюра–Джовановича

Рисунок 3 – Сравнение расчетных и экспериментальных данных эффективности очистки по изотермам



а) Тота



б) Ленгмюра–Джовановича

Рисунок 4 – Сравнение расчетных и экспериментальных данных эффективности очистки по изотермам

Аналогичный результат получен и для коэффициента распределения K_d (рисунок 5). Концентрация фосфатов в очищенных сточных водах не должна превышать предельно допустимую концентрацию, которая составляет $0,05 \text{ мг/дм}^3$. В этом случае изотерма Ленгмюра–Джовановича является более предпочтительной.

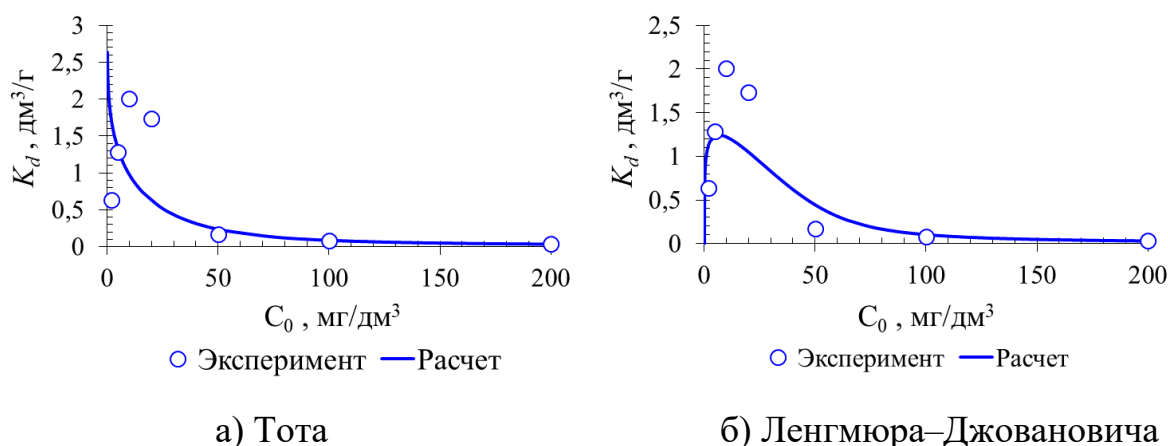


Рисунок 5 – Сравнение расчетных и экспериментальных данных коэффициента распределения по изотермам

Вывод. Изотерма Ленгмюра–Джовановича качественно описывает экспериментальные данные по эффективности очистки и коэффициенту распределения по сравнению с изотермой Тота. При этом коэффициент детерминации линейной формы изотермы при обработке экспериментальных данных выше у изотермы Тота.

Список литературы

1. Korotkova, T. G. Determination of the hazard class of ash-and-slag from a thermal power plant accumulated on ash dumps under the scheme hydraulic ash removal / T. G. Korotkova, S. A. Bushumov, S. Yu. Ksandopulo,

N. Yu. Istoshina // Int. J. Mechanical Eng. Technol. (IJMET). – 2018. – V. 9, No. 10. – P. 715-723.

2. Короткова, Т. Г. Применение моделей кинетики для исследования скорости сорбции в системе ионы аммония – прокаленный сорбент / Т. Г. Короткова, А. М. Заколюкина, С. А. Бушумов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2024. Т. 14. № 1. С. 6–18. DOI: 10.21285/achb.894.

3. Ramadoss, R. Adsorption of Chromium Using Blue Green Algae-Modeling and Application of Various Isotherms / R. Ramadoss, D. Subramaniam // International Journal of Chemical Technology. 2018. Vol. 10, No. 1. P. 1–22 DOI: [10.3923/ijct.2018.1.22](https://doi.org/10.3923/ijct.2018.1.22).

4. Grema, A. Isothermal Modeling and MOORA-Guided Model Selection for Hexavalent Chromium Adsorption on a Sugarcane Bagasse Lemongrass Blend / A. Grema, N. A. Yasid, M. E. Khayat, M. B. H. A. Rahim, A. A. Basirun, M. Y. Shukor // Journal of Environmental Microbiology and Toxicology. 2024. Vol. 12. No. 2. P. 83–93. <https://doi.org/10.54987/jemat.v12i2.1115>.

5. Korotkova, T. G. Removing Phosphates from Aqueous Solutions by Means of Static Sorption on Ash-and-Slag Sorbent: Analyzing Coefficients of Distribution Based on Adsorption Isotherms / T. G. Korotkova, A. M. Zakolyukina, S. A. Bushumov // Russian Journal of Physical Chemistry A. 2024. Vol. 98, No. 8. P. 1838–1851. <https://doi.org/10.1134/S0036024424700924>.

УДК 614.84

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ БОРЬБЫ С ПОЖАРАМИ

Левченко Э.П., канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Донбасский
государственный технический университет», г. Алчевск, ЛНР, РФ
edulep@rambltr.ru

Павленко А.Т., канд. техн. наук, доцент, заместитель директора института
гражданской защиты ФГБОУ ВО «Луганский государственный
университет им. Владимира Даля», г. Луганск, ЛНР, РФ

Левченко М.Э., студент института гражданской защиты ФГБОУ ВО
«Луганский государственный университет им. В. Даля»,
г. Луганск, ЛНР, РФ

***Аннотация.** Приведены современные способы организации борьбы с
пожарами на основе электропожаротушения и автоматизации работы,
проанализированы их основные преимущества и недостатки.*

***Ключевые слова:** пожары, пожаротушение, ионы,
профессиональный огнетушитель, безопасность, перспективы.*

MODERN WAYS OF ORGANIZING FIRE FIGHTING

Levchenko E. P., Cand. Sc. (Technical), Associate Professor, Donbass State
Technical University, Alchevsk, LPR, Russian Federation
levchenckoeduard@yandex.com

Pavlenko A.N., Cand. Sc. (Technical), Docent, Deputy Director of the Institute
of Civil Protection, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher
Education «Vladimir Dal Luhansk State University»,
Lugansk, LPR, Russian Federation

Levchenko M.E., student of the Institute of Civil Protection of V. Dahl Lugansk
State University, Lugansk, LPR, Russian Federation

Abstract. *Modern methods of organizing firefighting based on electric fire extinguishing and automation of work are presented, their main advantages and disadvantages are analyzed.*

Keywords: *fires, firefighting, ions, professional fire extinguisher, safety, prospects.*

Все более сказывающееся глобальное потепление климата Земли [1] приводит к существенным изменениям в привычных природных условиях, затрагивая биоразнообразие и экосистемы. Одним из наиболее очевидных материальных последствий является увеличение частоты и интенсивности природных пожаров, наносящих значительный ущерб территориям.

Увеличение числа и интенсивности лесных пожаров обусловлено накоплением значительных запасов горючих веществ, где особую роль играет сухая растительность и деревья, которые часто встречаются в заповедных зонах из-за ограничений, связанных с их охраной. Сложность оперативного обнаружения таких пожаров связана с их расположением вдали от населённых пунктов. Это приводит к временной задержке, за которую огонь успевает охватить обширные территории, делая борьбу с ним значительно труднее.

Раннее выявление, локализация и полное устранение вероятных источников природных пожаров являются ключевыми факторами в снижении материального и экологического ущерба. Основные средства борьбы с этой задачей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Виды и средства тушения природных пожаров

Интенсивность природного пожара и основные средства тушения		
Высокая	Средняя	Низкая
Водосливные устройства для сброса воды на кромку пожара с воздушных судов	Ранцевые лесные огнетушители (РЛО)	Лопаты, мотыги, пучки ветвей или хлопушки
	Воздуходующие средства	
Мотопомпы с системой пожарных рукавов		

Стандартные подходы к тушению пожаров в изменившихся условиях оказываются все менее действенными. Процессы локализации и ликвидации возгораний затягиваются, а расход огнетушащих веществ становится чрезмерным. В масштабах такой страны, как Россия, это неизбежно ведёт к колоссальным материальным потерям (табл. 2).

Таблица 2 – Статистика пожаров в Российской Федерации за 5 лет

Год	Прямой ущерб, тыс. руб.
2020	20876301
2021	18248694
2022	18701109
2023	22793664
2024	29506227

Среди существующих способов борьбы с огнём наиболее щадящими для окружающей среды признаются воздуходувные установки и тушение водой. Однако, применение воды сопряжено с её значительным расходом (от 2 до 200 литров на квадратный метр), что не всегда осуществимо на практике. Эти методы, не наносящие вреда природе, получили широкое распространение за рубежом.

Несмотря на то, что вода остаётся наиболее эффективным охлаждающим агентом, с минимальным расходом около 0,5 литра на квадратный метр, её использование в сочетании с химическими веществами снижает экологическую безопасность. Высокая концентрация химикатов значительно ухудшает охлаждающий эффект очага возгорания. Даже небольшое количество химических добавок не гарантирует полной безопасности для природы, поскольку они могут стекать и накапливаться в осадках, загрязняя почвы, водные экосистемы и их обитателей. Это делает такие методы недостаточно экологичными.

Косвенные методы тушения применяются при сильных пожарах и включают создание противопожарных полос или огнезащитных барьеров,

что реализуется с помощью специализированной техники, предназначенной для обработки почвы. Работа бульдозеров при создании таких барьеров оказывает существенное негативное воздействие: она сокращает площадь лесных массивов и нарушает естественный водный баланс. В результате, такие действия могут нанести больший ущерб, чем сам пожар. Эрозия почв, вызванная этими работами, приводит к образованию оврагов, конусов выноса и изменению растительного покрова из-за нарушения водного режима на склонах. Таким образом, эти методы не соответствуют экологическим стандартам.

В свете существующих вызовов, возникает острая необходимость в разработке принципиально новых, более эффективных методов пожаротушения. Эти методы должны базироваться на углублённом изучении физических и физико-химических свойств пламени и их последующем практическом применении для ликвидации возгораний. Одним из таких новаторских, хотя и пока мало освоенных, подходов является воздействие на очаг горения электромагнитным полем. Преимущество данного метода заключается в том, что пламя, являясь источником низкотемпературной плазмы, насыщено ионами. Управляя движением этих ионов с помощью электромагнитного поля, можно эффективно прервать цепную реакцию горения, которая зависит от их наличия. Результатом является значительное сокращение времени тушения по сравнению с традиционными методами.

Основы метода, заложенные профессором В. Д. Дудышевым [2], продолжают активно развиваться в современной науке, в том числе в диссертационной работе [3]. Его уникальность заключается в способности автономно и за считанные секунды ликвидировать очаг возгорания, что является непревзойдённым преимуществом перед традиционными средствами пожаротушения. При этом к месту горения подводятся высоковольтные жаростойкие электроды, контактирующие с источником питания. Путём регулирования напряжённости постоянного тока достигается эффективное прерывание цепных реакций, что приводит к мгновенному затуханию пламени. Для тушения большинства

распространённых веществ обычно достаточно напряжённости в диапазоне 1-5 кВ/см. Рисунок 1 иллюстрирует зависимость напряжения, необходимого для тушения природного газа, от его давления в трубопроводе [3].

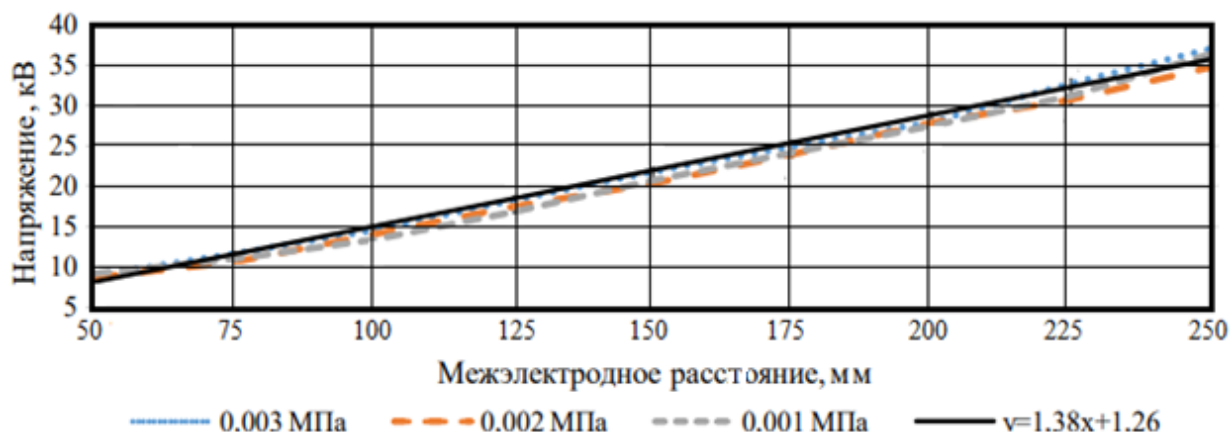


Рисунок 1 – Влияние расстояния между электродами на величину эффективного напряжения

Основным недостатком данного подхода является генерация электрического поля с высоким потенциалом (10–100 кВ), что создаёт значительный риск. Повышенная вероятность электрического пробоя, особенно в условиях присутствия воды (часто используемой при тушении), является критическим фактором.

Присутствие водяных паров в атмосфере (влажность воздуха) значительно увеличивает вероятность его возникновения. В результате пробоя формируется электрическая дуга – концентрированный электрический разряд с высокой плотностью тока. Это крайне нежелательное явление, поскольку оно может существенно способствовать развитию и поддержанию пожара.

Перспективным направлением в дистанционном тушении пожаров является автоматизированное управление огнетушащими средствами, размещёнными непосредственно в зонах повышенного риска возгорания [4]. Традиционные первичные средства пожаротушения часто неэффективны из-за ограниченного времени действия, что приводит к быстрому расходу огнетушащего вещества. Ключевым решением является

совершенствование методов борьбы с огнём за счёт внедрения систем прямой и обратной связи. Эти системы, основанные на современных датчиках теплового излучения, позволяют анализировать ситуацию и точно корректировать подачу огнетушащей смеси непосредственно в очаг возгорания (рис. 2).



Рисунок 2 – Графическое представление процесса управления пожаротушением

Кроме того, рассмотренные направления совершенствования борьбы с пожарами в перспективе можно применять и в черте городской застройки, что тоже очень актуально ввиду серьёзности экологического подхода [5] в таких реалиях.

Таким образом перспективные возможности и механизм инновационного метода тушения пожаров, основанного на удалении активных ионов, поддерживающих горение, позволит в будущем создавать высокоэффективные устройства для борьбы с пожарами в различных условиях на основе повышения его безопасности. Предлагаемая технология дистанционного тушения пожаров с автоматическим управлением средствами пожаротушения гарантирует мгновенную реакцию на угрозу

возгорания, что существенно снижает вероятность возникновения и стремительного распространения огня. В настоящее время осуществляется патентование данного способа.

Список литературы

1. Левченко, Э. П. Перспективы управления агрегатным состоянием водных ресурсов на основе глобального потепления климата / Э. П. Левченко // Экологический вестник Донбасса. – № 2. – Алчевск: ДонГТИ, 2021. – С. 28–37.

2. Дудышев, В. Д. Новая технология бесконтактного тушения и предотвращения пожаров / В. Д. Дудышев // Экология и промышленность России, 2003. – № 12. – С. 184–186.

3. Пермяков, А. В. Разработка электрического способа тушения пожара на газопроводах низкого давления: автореферат дис., представл. на соискание учен. степени канд. техн. наук: 05.26.03. Уфимский гос.-техн. ун-т. – Уфа, 2019. – 24 с.

4. Левченко, Э. П. Перспективные направления автоматизированного управления тушения источников возгорания / Э. П. Левченко, В. Ю. Малкин, Р. Ю. Ткачев и др. // 65 лет ДонГТИ. Наука и практика. Актуальные вопросы и инновации: сборник тезисов докладов юбилейной международной научно-технической конференции. Ч. 2. – Алчевск: ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», 2022. – С. 221–223.

5. Левченко, Э. П. Основные аспекты технической организации мер предотвращения лесных пожаров / Э. П. Левченко, В. Ю. Малкин, А. Г. Макаревич и др. // Экологический вестник Донбасса. – № 6. – Алчевск: ДонГТИ, 2022. – С. 45–53.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ НЕОБРАТИМЫХ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ

Ожередова М.А., канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой
химических технологий Северодонецкого технологического института

ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет

им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

ozheredovama@mail.ru

Бабенчук Я.И., ассистент кафедры управления инновациями в
промышленности Северодонецкого технологического института

ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет

им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

yaroslavbabenchuk@mail.ru

Косарева Е.В., ассистент кафедры управления инновациями в
промышленности Северодонецкого технологического института

ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет

им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

kosareva041990@mail.ru

***Аннотация.** В данной статье рассматривается актуальность и важность применения теории необратимых реологических превращений применительно к анализу протекания химических процессов, которые протекают в условиях механической и структурной неравновесности. Изучение химических процессов, основываясь на данной теории, представляет собой перспективное направление для более углубленного изучения взаимосвязи между химической кинетикой и механическими свойствами реагирующих веществ, особенно в условиях, когда происходят значительные изменения в структуре и вязкости.*

***Ключевые слова:** реология, необратимость, необратимые процессы, вязкость, превращения, термодинамика.*

INVESTIGATION OF CHEMICAL PROCESSES BASED ON THE THEORY OF IRREVERSIBLE RHEOLOGICAL TRANSFORMATIONS

Ozheredova M.A., Cand. Sc. (Technical), Docent, Head of the Chemical Engineering Department, Severodonetsk Technological Institute
Vladimir Dahl Luhansk State University,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation
ozheredovama@mail.ru

Babenchuk Ia.I., Assistant Professor, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute
Vladimir Dahl Luhansk State University,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation
yaroslavbabenchuk@mail.ru

Kosareva E.V., Assistant Professor, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute
Vladimir Dahl Luhansk State University,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation
kosareva041990@mail.ru

Abstract. *This article discusses the relevance and importance of applying the theory of irreversible rheological transformations in relation to the analysis of chemical processes that occur under conditions of mechanical and structural imbalance. The study of chemical processes based on this theory represents a promising direction for a more in-depth study of the relationship between chemical kinetics and the mechanical properties of reacting substances, especially in conditions where significant changes in structure and viscosity occur.*

Keywords: *rheology, irreversibility, irreversible processes, viscosity, transformations, thermodynamics.*

Для создания максимально целостных моделей, которые описывают сложные процессы, протекающие в неравновесных системах, применяется

одно из перспективных направлений, смысл которого заключается в применении методов реологии и термодинамики необратимых процессов для анализа химических реакций в условиях, когда система не находится в равновесии.

В процессе развития современных химических технологий необходимо решать вопросы, требующие анализа сложных систем, в которых протекание химических реакций происходит одновременно с структурными перестройками и механическими деформациями. В таких условиях необходимо учитывать взаимосвязь между реологическим откликом среды и химическими превращениями. Такую возможность, учитывающую данную взаимосвязь, представляет теория необратимых реологических превращений, которая развивается на стыке реологии, неравновесной термодинамики и химической физики.

Неравновесная термодинамическая система, в которой одновременно протекают механические и химические деформации, является центральным объектом теории необратимых реологических превращений.

Теория необратимых реологических превращений включает в себя такие основные понятия как реология, превращения и необратимость.

Применительно к химическим процессам понимается, что реология – наука о течении веществ и деформациях, рассматривает изменения свойств и структуры среды в ходе химической реакции.

Превращение в данном случае рассматривается, как химические реакции и сопутствующие им механические и структурные изменения в системе.

В данном контексте под необратимостью подразумевается, что в природе все реальные процессы являются необратимыми, сопровождающимися ростом энтропии и переходом части энергии упорядоченных процессов в энергию неупорядоченных процессов.

Механизм и скорость реакции во многих химических системах зависят от реологических характеристик среды, таких как структурные изменения, обратная связь и вязкость.

Структурные изменения приводят к тому, что изменяются механические свойства, а изменение механических свойств соответственно приводит к ускорению или замедлению скорости реакции.

Относительно обратной связи в данном случае имеется ввиду, что химическая реакция изменяет структуру среды, а структура среды в свою очередь влияет на кинетику реакции и реакция продолжается с новыми параметрами.

Необходимость применения теории необратимых реологических превращений обосновывается вышеописанной взаимосвязью, которая показывает невозможность рассмотрения химического процесса в изоляции от его механического окружения.

Рассмотрим открытую термодинамическую систему, в которой протекает химическая реакция:

$$\sum_{i=1}^n v_i A_i = 0, \quad (1)$$

где v_i – стехиометрические коэффициенты, A_i – компоненты.

Скорость реакции r определяется как:

$$r = \frac{1}{V} \cdot \frac{d\xi}{dt}, \quad (2)$$

где ξ – степень превращения, t – время, V – объем системы.

В рамках теории необратимых реологических превращений вводится внутренняя переменная состояния $\alpha(t)$, характеризующая степень структурного превращения, как пример образование сшивок в полимере. Эта переменная связана с термодинамическими силами X и потоками J соотношением:

$$J_\alpha = L_\alpha X_\alpha + \sum_k L_{\alpha k} X_k, \quad (3)$$

где $X_\alpha = -\left(\frac{df}{d\alpha}\right)_{T,p}$ – обобщенная сила, сопряженная с α , f – удельная свободная энергия, L_{ij} – кинетические коэффициенты.

Одновременно реологическое поведение системы описывается обобщенным законом вязкоупругости:

$$\sigma(t) = -p(t)I + \int_{-\infty}^t G(t - \tau; \alpha(\tau)) : \gamma(\tau) d\tau, \quad (4)$$

где σ – тензор напряжений, G – релаксационный модуль, зависящий от степени превращения α , γ – тензор скорости деформации.

Таким образом, химическая переменная α становится параметром, управляющим реологическими свойствами, а напряженно-деформированное состояние может, в свою очередь, влиять на кинетику реакции через изменение локальной концентрации или диффузионных коэффициентов.

На практике применение данной теории возможно в процессах, в которых химическая реакция приводит к образованию новых связей и происходит формирование макроскопической структуры, например, в процессах полимеризации. Реологические измерения позволяют оценить влияние различных факторов на эти процессы и отслеживать кинетику таких реакций.

Для изучения протекания химических реакций, основываясь на теории необратимых реологических превращений, используются различные виды экспериментальных методов, таких как реометрия, вискозиметрия, спектроскопия и дифференциальная сканирующая калориметрия. Комбинированное применение этих методов позволяет получить комплексную информацию о кинетике реакции, реологических свойствах образующихся продуктов и о их структуре.

Для реализации химических технологических процессов необходимым этапом является этап предварительных исследований, на котором проводятся специальные реологические испытания свойств веществ, участвующих в данных процессах. Данный этап исследований является очень важным, поскольку знание реологических свойств веществ дает возможность сформулировать условия, которые необходимы для получения конечного продукта, поэтому данные свойства тесно связаны с

условиями технологического процесса, в частности с давлением и температурой. Также проведение таких исследований позволяет более точно подбирать оборудование, участвующее в технологическом процессе.

Перспективы применения теории необратимых реологических превращений распространяются на разработку новых типов датчиков и сенсоров, основанных на изменении реологических свойств материалов в ответ на химическое воздействие. Разработка таких датчиков и сенсоров требует создания материалов с высокой чувствительностью и селективностью. В качестве таких материалов можно использовать жидкие кристаллы, композитные материалы или полимерные гели, реологические свойства которых сильно зависят от химического состава окружающей среды. Интеграция таких материалов с микроэлектромеханическими системами, дает возможность создавать надежные и компактные сенсоры для различных применений. Использование таких сенсоров возможно, например, для контроля качества пищевых продуктов, диагностики заболеваний и мониторинга состояния окружающей среды.

Применение теории необратимых реологических превращений в исследованиях химических процессов является очень полезным инструментом, позволяющим проводить комплексный анализ химических процессов, которые протекают в условиях механической и структурной неравновесности. Применяя ее, появляется возможность учесть динамическую связь между микроструктурой, макроскопическими механическими свойствами и химическим составом.

Применение данной теории при ее междисциплинарном характере позволяет лучше понимать сложные системы, в которых механика и химия связаны неразрывно.

Дальнейшее развитие теории необратимых реологических превращений в контексте исследования химических процессов открывает новые возможности для оптимизации технологических процессов, а также более точного проектирования и создания новых функциональных материалов с заданными свойствами и как итог разработке более эффективных химических технологий.

Список литературы

1. Шрамм, Г. Основы практической реологии и реометрии / Пер. с англ. И. А. Лавыгина; Под ред. В. Г. Куличихина – М.: КолосС. 2003. – 312 с.
2. Малкин, А. Я., Куличихин, С. Г. Реология в процессах образования и превращения полимеров. – М.: Химия, 1985. – 240 с.
3. Бибик, Е. Е. Реология дисперсных систем. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1981. – 172 с. Ил. – 64, библиогр. – 92 назв.

УДК 504.054:622.85(477.6)

ОБСЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ШАХТНЫХ ОТВАЛОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТИ ИХ УТИЛИЗАЦИИ

Олейник Е.А., канд. биол. наук, доцент кафедры пожарной безопасности
ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира
Даля», г. Луганск, ЛНР, РФ
brexton66@bk.ru

***Аннотация.** Представлены результаты комплексного обследования состояния и химического состава породных отвалов на примере шахты «Луганская». Установлены ключевые загрязняющие вещества и дана оценка экологической опасности. На основе анализа обоснована принципиальная возможность утилизации пород в качестве техногенного сырья. Работа является предварительным исследованием, закладывающим научную основу для разработки технологий переработки и рекультивации в рамках восстановления природной экосистемы региона.*

***Ключевые слова:** шахтные отвалы, Донбасс, техногенное загрязнение, химический состав, утилизация отходов, рекультивация, циркулярная экономика.*

EXAMINATION OF THE CONDITION AND CHEMICAL COMPOSITION OF MINE DUMPS TO ASSESS THE POSSIBILITY OF THEIR DISPOSAL

Oleinik E.A., Cand. Sc. (Biology), Associate Professor at the Department of Fire Safety, «Luhansk State University named after Vladimir Dahl», Lugansk, LPR, Russian Federation
brexton66@bk.ru

Abstract. *The results of a comprehensive survey of the condition and chemical composition of rock piles at the Luganskaya mine are presented. The key pollutants have been identified, and the environmental hazard has been assessed. Based on the analysis, the possibility of using the rocks as a technogenic raw material has been substantiated. This work is a preliminary study that lays the scientific foundation for the development of processing and reclamation technologies in order to restore the natural ecosystem of the region.*

Keywords: *mine dumps, Donbas, technogenic pollution, chemical composition, waste disposal, reclamation, circular economy.*

Угледобывающий регион Донбасс с более чем 200-летней историей эксплуатации столкнулся с катастрофической по масштабам проблемой накопления твердых породных отходов. На территории ЛНР и ДНР сосредоточено 1185 отвалов и терриконов, из которых 397 горят [1]. Накопленный объем отходов превышает 1.3 млрд. тонн при ежегодном приросте около 60 млн. тонн [1]. Длительное отсутствие системной рекультивации привело к устойчивой деградации всех компонентов окружающей среды: атмосферы (выбросы токсичных газов и пыли), гидросферы (загрязнение и засоление водных объектов), литосферы (нарушение геодинамики, проседание, химическое загрязнение почв). В условиях социально-экономической трансформации и разрушения инфраструктуры мониторинга в связи с военным конфликтом риски масштабных экологических катастроф многократно возрастают.

Актуальность работы обусловлена необходимостью научного обоснования путей решения экологической проблемы шахтных отвалов, представляющих собой одновременно источник долговременного загрязнения и потенциальный ресурс для циркулярной экономики. Данное исследование является предварительным этапом, предшествующим разработке конкретных технологий утилизации и комплексной рекультивации, направленных на восстановление и сохранение природной экосистемы депрессивного промышленного региона.

Цель исследования – оценка возможности утилизации породных масс на основе комплексного анализа их химического состава, минералогических особенностей и текущего экологического состояния.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Провести отбор проб с характерных отвалов различного времени формирования. Репрезентативность выборки обеспечить путём забора проб через фиксированный интервал после случайного старта по шахматной системе (**Систематическая выборка**).

2. Выполнить химический, минералогический (РФА) и гранулометрический анализ отобранных проб.

3. Определить формы нахождения ключевых загрязнителей (соединения серы, тяжелые металлы).

4. Оценить радиационную безопасность пород.

5. На основе полученных данных систематизировать экологические риски и обосновать перспективные направления утилизации.

Объектом исследования выбран породный отвал шахтоуправления «Луганское» (ЛНР). Для сравнительного анализа отобраны пробы с двух объектов: отвал №1 (сформирован до 1998 г.) и отвал №2 (эксплуатировался недавно). Отбор проб горной массы проводился по сетке (шаг 100-140 м) с поверхности и с глубины 1 м (по 20 образцов с каждого объекта).

Исследования проводились с использованием комплекса лабораторных методов:

- химический и силикатный анализ для определения элементного (оксидного) состава;

- рентгенофазовый анализ (РФА) для определения минерального состава (прибор ДРОН-3);
- гранулометрический анализ для определения фракционного состава пород;
- специфический химический анализ для определения форм соединений серы (пиритная, сульфатная и др.) по ГОСТ 30404-2000;
- радиометрический анализ для измерения удельной эффективной активности естественных радионуклидов;
- технический анализ для определения содержания влаги, золы, летучих веществ.

Теоретической базой послужили работы в области литолого-минералогического анализа породных отвалов [2], формирования шахтных вод [3], геоэкологического мониторинга и оценки ресурсного потенциала техногенных месторождений. Выбранный комплекс аналитических методов согласуется с современными подходами к мониторингу, как, например, в исследовании Худяковой Е.В. [4].

1. Анализ общей характеристики воздействия отвалов показал, что они являются источниками комплексного загрязнения. Ежегодные выбросы от горящих отвалов превышают 500 тыс. т вредных газов. Шахтные воды (объем сброса ~1.9 млн. м³/сут) с высокой минерализацией (до 4 г/дм³) и содержанием взвешенных веществ (до 85 т/год) приводят к засолению и заилению рек. Процессы проседания земной поверхности охватывают до 1000 км² ежегодно.

2. Исследования химико-минералогического состава проб показали близкий силикатный состав пород обоих отвалов с преобладанием SiO₂ (табл. 1). Минералогически во всех пробах доминирует кварц, присутствуют каолинит, мусковит, шамозит, в единичных пробах – кальцит.

Таблица 1 – Средний химический состав пород отвалов (оксиды, % масс.)

Отвал/Оксид	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Прочие
Отвал № 1	58-65	16-21	4-8	0.5-2	8-12
Отвал № 2	60-67	15-20	5-9	0.5-1.5	7-11

3. Ключевые различия выявлены в содержании и формах серы. В отвале №2 (молодом) преобладает пиритная сера (FeS_2), особенно на участках с общим содержанием $\text{S} > 3\%$. В отвале №1 (старом) общее содержание серы ниже ($0.53\text{--}1.57\%$), но до 68.6% от нее представлено сульфатными формами (гипс, ярозит), что является результатом длительного окисления и выщелачивания. Содержание органической серы незначительно. РФА подтвердил наличие пирита в пробах с высокой общей серой и сульфатов – в пробах с низкой.

4. В процессе исследования была проведена оценка экологической опасности отвалов шахтных пород. Токсичные элементы характеризуются I уровнем опасности по содержанию микроэлементов. Наличие подвижных форм тяжелых металлов (Pb, Cd, Zn, Cu) в условиях кислых стоков создает постоянный риск загрязнения вод.

Удельная эффективная активность естественных радионуклидов во всех пробах не превысила нормативов, что позволяет рассматривать породы с точки зрения радиационной опасности как безопасное с радиационной точки зрения сырье.

На основе результатов анализа проведена систематизация загрязнений и составлена классификация основных их компонентов, поступающих в атмосферу и гидросферу от поверхностных отвалов (табл. 2).

Важно подчеркнуть три ключевых пути воздействия, на которые обращалось особое внимание: 1) прямое химическое загрязнение через выщелачивание, 2) физическое воздействие (пыль, эрозия), 3) термические процессы (самовозгорание). Кроме того, для Донбасса особенно критичным является оценка данных о наличии радионуклидов и ПАУ, что является региональной спецификой.

Ниже представлена систематизация основных типов загрязнителей, характерных именно для **твёрдых породных отвалов (терриконов) на поверхности земли**, их механизмов воздействия и связанных рисков.

Таблица 2 – Основные загрязнители от поверхностных породных отвалов и их воздействие

Тип загрязнителя / Процесс	Характерные вещества (примеры)	Механизм воздействия и ключевые риски
Тяжёлые и токсичные металлы (Первичное содержание в породах)	Свинец (Pb), Кадмий (Cd), Мышьяк (As), Цинк (Zn), Медь (Cu), Никель (Ni), Хром (Cr), Ртуть (Hg).	Прямое выщелачивание и выветривание: под действием атмосферных осадков происходит растворение и вынос подвижных форм металлов в почву и грунтовые воды. Риски: Накопление в почвах, токсичность для растений и почвенной биоты; попадание в пищевые цепи; долгосрочное загрязнение территории
Взвешенные частицы (пыль) (Эоловый вынос с поверхности)	Тонкодисперсные частицы (<10 мкм - PM10, <2.5 мкм - PM2.5), содержащие силикаты, тяжёлые металлы, углерод.	Физическое и химическое пылеобразование: Ветровая эрозия неукреплённой поверхности отвала приводит к переносу пыли на большие расстояния. Риски: Респираторные заболевания у человека (астма, силикоз); загрязнение прилегающих почв и водоёмов; снижение качества воздуха и видимости; повреждение растительности
Токсичные продукты горения (Результат тления/самовозгорания)	1. Газы: Сернистый ангидрид (SO₂), Оксиды азота (NO_x), Угарный газ (CO). 2. Твёрдые: Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ, например, бенз(а)пирен), диоксины.	Термическое разложение и пиролиз: При внутреннем горении отвала (из-за окисления пирита) происходит выброс газов и образование высокотоксичных органических соединений на поверхности и в газовой фазе. Риски: Канцерогенное и мутагенное воздействие ПАУ; острые и хронические отравления газами; загрязнение почвы в радиусе нескольких километров; формирование термо метаморфизованных пород с новыми свойствами
Радионуклиды (Естественное содержание в угольных пластах и породах)	Уран-238 (²³⁸U), Радий-226 (²²⁶Ra), Торий-232 (²³²Th), их продукты распада, включая радон (²²²Rn).	Радиоактивный распад и эманирование: Выветривание пород приводит к выносу радионуклидов. Главная опасность — выделение радиоактивного газа радона из трещин и пор отвала. Риски: Повышение фона гамма-излучения у подножия;

Тип загрязнителя / Процесс	Характерные вещества (примеры)	Механизм воздействия и ключевые риски
		ингаляционный риск радона (вторая причина рака лёгких после курения); накопление в прилегающих почвах
Кислотно-образующие соединения (Источник — сульфиды, например, пирит FeS ₂)	Сульфиды железа (FeS₂), сульфаты (SO₄²⁻), ионы водорода (H⁺).	Окисление сульфидов на поверхности: при контакте с воздухом и влагой сульфиды окисляются с образованием серной кислоты, что приводит к закислению прилегающих почв. Риски: Гибель растительности и почвенных микроорганизмов; активизация процесса выщелачивания тяжёлых металлов; коррозия инфраструктуры
Соли и элементы-супертокканы (Образуются при выветривании и горении)	Селен (Se), Фтор (F), Бор (B), легкорастворимые соли (хлориды, сульфаты).	Концентрация на поверхности: Эти элементы могут накапливаться в поверхностном слое отвала в результате испарения влаги и термопреобразований. Риски: Высокая токсичность для растений даже при низких концентрациях; вторичное засоление почв; специфические заболевания у животных и человека (селеноз, флюороз)

Из анализа таблицы следует ключевой вывод, который заключается в том, что **поверхностный слой отвала является наиболее активной и опасной зоной**, где одновременно протекают процессы выветривания, эрозии, окисления и часто — горения. Это создаёт **комплексную многофакторную угрозу** для окружающей среды и здоровья населения. Таблица 2 фокусируется на прямом воздействии отвала как наземного объекта. Для полной картины она рассматривалась в связке со следующей таблицей 3 о загрязнении вод, т. к. многие поверхностные загрязнители (пыль, продукты выщелачивания и др.) в итоге попадают в водные объекты, создавая кумулятивный эффект.

Таблица 3 – Загрязнители от породных отвалов, влияющих на водную среду

Тип загрязнителя / Источник	Характерные вещества (примеры)	Механизм воздействия на водную среду и ключевые риски
Тяжёлые и цветные металлы (Основной источник: сульфидные минералы, например, пирит)	Кадмий (Cd), Свинец (Pb), Цинк (Zn), Медь (Cu), Никель (Ni), Мышьяк (As), Ртуть (Hg)	Кислотное дренирование шахтных вод (AMD/ARD): Окисление пирита и других сульфидов под действием воды и воздуха приводит к образованию сильнокислых стоков (pH 2-4) , которые активно выщелачивают (вымывают) металлы из пород. Риски: Токсичное воздействие на гидробионтов, накопление в пищевых цепях; загрязнение питьевых источников, делающее воду непригодной для использования; долгосрочное закисление водоёмов
Соли, сульфаты, растворённые твёрдые вещества (Побочный продукт кислотного дренирования и растворения пород)	Сульфаты (SO_4^{2-}), Железо ($\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$), Алюминий ($\text{Al}^{3+}$), Кальций ($\text{Ca}^{2+}$), Магний ($\text{Mg}^{2+}$), Общая минерализация (TDS)	Интенсивное выщелачивание приводит к резкому увеличению минерализации и жёсткости воды . Осаждение гидроксидов железа и алюминия образует характерные охристые осадки. Риски: Деградация водных экосистем (нарушение осмотического баланса у организмов); непригодность воды для орошения (засоление почв); коррозия инфраструктуры; эстетическое и рекреационное ухудшение качества водоёмов
Токсичные неметаллические элементы и соединения (Содержатся в породах или образуются при горении)	Мышьяк (As), Селен (Se), Фтор (F), Цианиды (CN^-), Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)	Выщелачивание естественно содержащихся элементов или продуктов термического разложения (при тлении/горении отвалов). ПАУ образуются при неполном сгорании и обладают высокой миграционной способностью. Риски: Канцерогенное и мутагенное воздействие; хроническое отравление; биоаккумуляция; особо стойкое и опасное загрязнение
Взвешенные твёрдые частицы (Источник: эрозия и размыв поверхности отвалов)	Тонкодисперсные частицы глины, ила, угольной пыли	Физическое загрязнение: Стоки дождевых и талых вод выносят взвесь в водоёмы без существенного химического изменения состава. Риски: Заиление русел, повышение мутности, ухудшение условий для

Тип загрязнителя / Источник	Характерные вещества (примеры)	Механизм воздействия на водную среду и ключевые риски
		фотосинтеза и дыхания водных организмов, нарушение нерестилищ, увеличение нагрузки на очистные сооружения
Радионуклиды (Естественное содержание в угленосных толщах)	Уран (U), Радий (Ra), Радон (Rn), Торий (Th)	Выщелачивание и переход в растворённую форму из вмещающих пород. Могут мигрировать с подземными и поверхностными водами. Риски: Радиационное загрязнение вод; при употреблении такой воды повышается риск онкологических заболеваний; опасность накопления в донных отложениях
Кислотность (низкий pH) (Ключевой фактор, усиливающий всё химическое загрязнение)	Ионы водорода (H⁺) — главный продукт окисления сульфидов	Фундаментальное изменение среды: Низкий pH сам по себе токсичен для большинства организмов и катализирует растворение других опасных элементов (тяжёлых металлов, алюминия), повышая их подвижность и биодоступность. Риски: Гибель гидробионтов (особенно рыб и беспозвоночных), полное нарушение биологического баланса водоёма, усиление коррозионной активности воды

Основной вывод: загрязнение носит **комплексный синергетический характер**. Например, кислотные стоки (низкий pH) резко усиливают мобилизацию тяжёлых металлов, что приводит к кумулятивному токсическому эффекту, многократно превышающему вред от каждого фактора в отдельности.

В результате проведенного исследования:

1. Подтверждены катастрофические масштабы накопления и негативного воздействия шахтных отвалов, что требует безотлагательных мер по экологической реабилитации с учетом мирового опыта [5].

2. Установлено, что химический состав пород отвалов шахты «Луганская» относительно стабилен и характеризуется преобладанием кварца и алюмосиликатов. Главным фактором экологической опасности

являются соединения серы, трансформирующиеся со временем от пиритных (в молодых отвалах) к сульфатным формам (в старых), что интенсифицирует процессы кислотного дренирования и выщелачивания тяжелых металлов.

3. Получены данные о том, что радиационные показатели пород не превышают нормативов, что снимает одно из потенциальных ограничений для их промышленной утилизации.

4. Предложены и обоснованы перспективные направления утилизации: а) производство строительных материалов (минеральное волокно, наполнители); б) ресурсное извлечение ценных компонентов (урбан-майнинг); в) комплексная рекультивация с биологическим восстановлением. Реализация этих направлений соответствует принципам циркулярной экономики и может стать основой для стратегии «зеленой» реиндустриализации депрессивного угледобывающего региона.

Список литературы

1. Борщевский, С. В., Руссиян, С. А., Ткаченко, С. Н. Породные отвалы угольных шахт Донбасса: мониторинг, классификация и пути рационального использования – Текст электронный // РАНИМИ. – 2025. – №7 (45). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/porodnye-otvaly-ugolnyh-shaht-donbassa-monitoring-klassifikatsiya-i-puti-ratsionalnogo-ispolzovaniya>

2. Калаева, С. З., Богданов, С. М., Лукин, Н. О., Огер, А. А. Породные отвалы угольных шахт России // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2016. – №1. – С. 3-23.

3. Гавришин, А. И., Борисова, В. Е., Торопова, Е. С. Современные особенности формирования химического состава шахтных вод в Восточном Донбассе // Успехи современного естествознания. 2017. – № 7. – С. 59-63.

4. Худякова, Е. В., Ступин, О. Г., Степанцевич, М. Н., Кукарцев В. В. Экологический мониторинг территорий ликвидированных шахт Арктической зоны России – Текст электронный // Арктика и Антарктика. 2025. – №3. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskii-monitoring-territoriy-likvidirovannyh-shaht-arkticheskoy-zony-rossii> (дата обращения: 25.01.2026).

5. Maiti, S. K. Eco restoration of the coalmine degraded lands – Текст электронный / S. K. Maiti. – Berlin, Heidelberg : Springer, 2012. – 361 p. – URL: https://www.researchgate.net/publication/309043165_Eco restoration_of_the_coalmine_degraded_land s (дата обращения: 25.01.2026).

УДК 547.551.525.211.1

**ЗАВИСИМОСТЬ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ
СТЕРИЧЕСКИ ЗАТРУДНЕННЫХ АРЕНСУЛЬФОХЛОРИДОВ ОТ
КОНСТАНТЫ СКОРОСТИ ЭТАНОЛИЗА**

Рублева Л. И., канд. хим. наук, доцент, заведующий кафедрой общей, физической и органической химии ФГБОУ ВО «ДонНТУ»,

Беляева Е. А., канд. хим. наук, доцент кафедры фармацевтической и медицинской химии ФГБОУ ВО «ДонГМУ»

Дубяга В. В., магистрант кафедры общей, физической и органической химии ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет».

г. Донецк, ДНР, РФ

ФГБОУ ВО Донецкий национальный технический университет (ДонНТУ)

ФГБОУ ВО Донецкий государственный медицинский университет
(ДонНМУ)

vladimir.dubyaga@internet.ru

***Аннотация.** Рассмотрена зависимость антибактериальной активности стерически затрудненных аренсульфохлоридов от константы скорости этанолиза. Показано наличие тенденции к снижению антибактериальной активности по мере увеличения константы скорости этанолиза у стерически затрудненных молекул и противоположной, менее выраженной, тенденции – у молекул без стерического усложнения. Сделан вывод о важности связи S–Cl для проявления антибактериальной активности и о необходимости дальнейших исследований.*

Ключевые слова: аренсульфохлориды, этанолиз, антимикробная активность, стерическое затруднение, стерическое усложнение, сульфаниламиды.

DEPENDENCE OF THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF STERICALLY HINDERED ARENSULFOCHLORIDES ON THE RATE CONSTANT OF ETHANOL

Rubleva L. I., Cand. Sc. (Chemistry), head of Department of General, Physical and Organic chemistry, FSBEI of HE «DonNTU»

Beliaeva E. A., Cand. Sc. (Chemistry), Associate Professor of Department of Pharmaceutical and Medical chemistry, FSBEI of HE «DonSMU»

Dubiaga V. V., Master's student at Department of General, Physical and Organic chemistry, FSBEI of HE «DonNTU»

City Donetsk, DPR, Russian Federation

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Educational «Donetsk National Technical University» (DonNTU)

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Educational «Donetsk State Medical University» (DonSMU)

vladimir.dubyaga@internet.ru

Annotation. *The dependence of the antibacterial activity of sterically hindered arensulfochlorides on the rate constant of ethanol was evaluated. It has been shown that there is a tendency to decrease antibacterial activity as the rate constant of ethanol increases in sterically hindered molecules and an opposite, less pronounced trend in molecules without steric hindrance. The conclusion is made about the importance of the S–Cl bond for the manifestation of antibacterial activity and the need for further research.*

Keywords: *arensulfochlorides, ethanolysis, antimicrobial activity, steric hindrance, steric complication, sulfanilamides.*

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), антибиотикорезистентность является одной из 10 важнейших угроз

здоровью общества. В 2023 году устойчивость к антибиотикам наблюдалась в каждом шестом лабораторно подтвержденном случае инфекции, а за период 2018-2023 гг. частота резистентности возрастала на 5–15 % в год. Распространенность резистентности у некоторых видов микроорганизмов превысила 50 % [1]. Одним из направлений борьбы с антибиотикорезистентностью является поиск новых молекул с принципиально новой структурой, в том числе путем модификации хорошо известных антибактериальных средств. Преимуществом последнего подхода является наличие обширных массивов знаний как о механизмах действия, так и о химии и технологии аналогичных соединений. С этой точки зрения большой интерес представляют сульфаниламиды – вещества, впервые синтезированные в 1908 г., антибактериальное действие которых известно с 30-х годов XX века. При этом до сих пор разработка этой группы препаратов велась в основном в направлении подбора заместителей у атома азота группы $-\text{SO}_2\text{N}-$, препараты с отличными от Н заместителями в бензольном кольце и у атома азота в его 4-положении практически отсутствуют. С этой точки зрения представляет большой интерес изучение механизмов химической реакционности и биологической (антибактериальной) активности стерически затрудненных аренсульфохлоридов, отличающихся от «классических» сульфаниламидов отсутствием $-\text{NH}_2$ группы в 4 положении бензольного кольца и наличием объемных алифатических и иных заместителей в этом и других положениях. Эти соединения демонстрируют высокую антибактериальную активность, сопоставимую с таковой у других сульфаниламидов [2].

Важным фактором эффективности препарата является его устойчивость в водных, спиртовых и биологических средах, а также взаимодействие с другими химическими веществами и ферментами, возникающее во время применения. Поскольку полученные соединения плохо растворялись в воде, антимикробную активность веществ определяли после получения их водно-спиртовых растворов (20 % этанола). В этой концентрации после разбавления питательной средой и взвесью микроорганизмов сам этанол не оказывал заметного антибактериального

воздействия на тестовые микроорганизмы (подтверждено контрольной серией). Для учета влияния этанола на исследуемые вещества мы провели сопоставление данных об антибактериальной активности (минимальной ингибирующей концентрации) и о константе скорости этанолиза шести синтезированных стерически затрудненных аренсульфохлоридов [3].

Были изучены синтезированные соединения общей формулы $XArSO_2Cl$, где X – 2,4,6-*i*-Pr₃-, 2,6-Me₂-4-*t*-Bu-, 2,4,6-Me₃-, 4-*t*-Bu-, 2,4,6-Me₃-4-NO₂-, 4-Br-. Антимикробную активность определяли в специализированной сертифицированной лаборатории методом серийных разведений. Осуществляли пересчет полученных значений минимальной ингибирующей концентрации (МИК) из мкг/мл в мкмоль/мл, получали обратное значение 1/МИК (чем ниже концентрация, тем выше антимикробная активность) и логарифмировали по основанию 2 (с учетом последовательных разведений раствора в 2 раза). Далее в программе Excel строили точечный график и визуальным методом определяли наличие тренда. При этом соединения с X=4-*t*-Bu- и X=4-Br- без наличия стерического усложнения молекулы служили внутренним контролем.

Полученные результаты представлены в таблице 1, графики – на рисунках 1–4.

Таблица 1 – Данные о МИК и константе скорости реакции этанолиза k

Микроорганизм	X	МИК, мкмоль/мл	$\log_2(1/\text{МИК})$	k этанолиза, $\times 10^4, \text{с}^{-1}$
S. aureus	2,4,6- <i>i</i> -Pr ₃ -	0,211319	2,242507	1,16
	2,6-Me ₂ -4- <i>t</i> -Bu-	1,917325	-0,93909	5,7
	2,4,6-Me ₃ -	1,170553	-0,22719	4,99
	4- <i>t</i> -Bu-	2,14844	-1,10329	0,682
	2,4,6-Me ₃ -4-NO ₂ -	0,485404	1,042743	6,22
	4-Br-	0,500945	0,997275	3,57
E. coli	2,4,6- <i>i</i> -Pr ₃ -	0,211319	2,242507	1,16
	2,6-Me ₂ -4- <i>t</i> -Bu-	0,98167	0,026689	5,7
	2,4,6-Me ₃ -	1,170553	-0,22719	4,99
	4- <i>t</i> -Bu-	2,14844	-1,10329	0,682
	2,4,6-Me ₃ -4-NO ₂ -	0,485404	1,042743	6,22
	4-Br-	0,500945	0,997275	3,57
S. typhi	2,4,6- <i>i</i> -Pr ₃ -	0,013207	6,242507	1,16
	2,6-Me ₂ -4- <i>t</i> -Bu-	0,122709	3,026689	5,7

Микроорганизм	X	МИК, мкмоль/мл	$\log_2(1/\text{МИК})$	k этанолиза, $\times 10^4, \text{с}^{-1}$
	2,4,6-Me ₃ -	0,03658	4,772809	4,99
	4-t-Bu-	0,1375	2,862495	0,682
	2,4,6-Me ₃ -4-NO ₂ -	0,060675	4,042743	6,22
	4-Br-	1,956817	-0,96851	3,57
Ps. aeruginosa	2,4,6-i-Pr ₃ -	0,013207	6,242507	1,16
	2,6-Me ₂ -4-t-Bu-	0,122709	3,026689	5,7
	2,4,6-Me ₃ -	0,01829	5,772809	4,99
	4-t-Bu-	0,06875	3,862495	0,682
	2,4,6-Me ₃ -4-NO ₂ -	0,030338	5,042743	6,22
	4-Br-	0,031309	4,997275	3,57



Рисунок 1 – Зависимость противомикробной активности
аренсульфохлоридов с наличием и без стерических затруднений от
коэффициента скорости этанолиза в случае золотистого стафилококка
(*S. aureus*)



Рисунок 2 - Зависимость противомикробной активности
аренсульфохлоридов с наличием и без стерических затруднений от
коэффициента скорости этанолиза в случае кишечной палочки (*E. coli*)

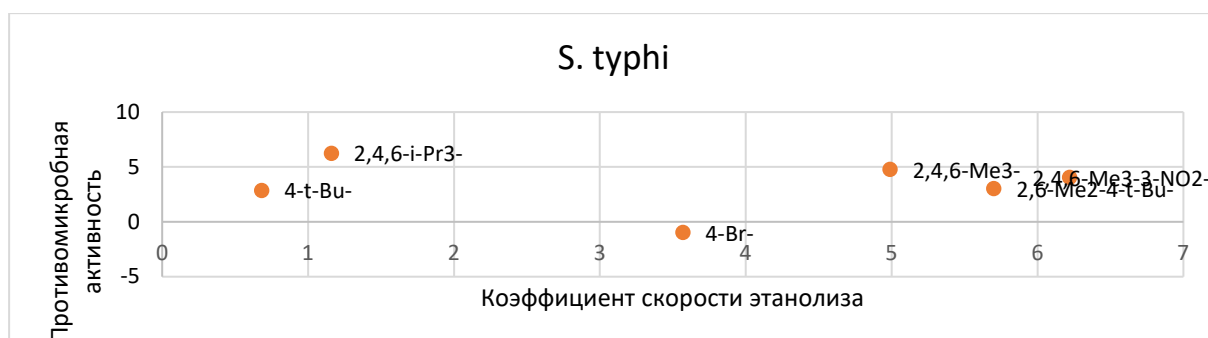


Рисунок 3 - Зависимость противомикробной активности аренсульфохлоридов с наличием и без стерических затруднений от коэффициента скорости этанолиза в случае сальмонеллы (*S. typhi*)

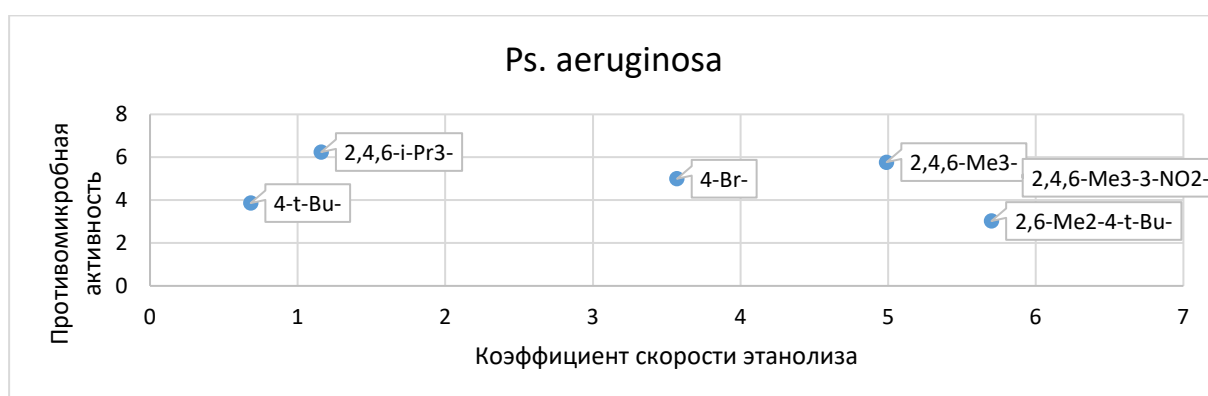


Рисунок 4 – Зависимость противомикробной активности аренсульфохлоридов с наличием и без стерических затруднений от коэффициента скорости этанолиза в случае синегнойной палочки (*Ps. aeruginosa*)

В отношении всех четырех рассматриваемых тест-систем наблюдалась общая тенденция: активность стерически затрудненных аренсульфохлоридов снижалась по мере увеличения константы скорости реакции этанолиза, тогда как у контрольных аренсульфохлоридов без стерического усложнения наблюдалась противоположная и менее выраженная тенденция (для 3 из 4 тест-культур увеличение константы скорости этанолиза приводило к увеличению антибактериальной активности). Из-за небольшого количества веществ статистическая оценка результатов была затруднительной.

Это может свидетельствовать о смене механизмов антимикробного действия при стерическом усложнении структуры молекул аренсульfoxлоридов.

Вывод: наблюдаемый тренд к снижению антимикробной активности по мере увеличения константы скорости этанолиза может свидетельствовать о важности связи S–Cl для проявления предполагаемого фармацевтического действия и нуждается в дальнейшем изучении.

Перспективы дальнейших исследований: в дальнейшем целесообразно расширить диапазон изучаемых соединений, провести молекулярное моделирование пространственной структуры, распределения зарядов, специализированных показателей объема заместителей. Также имеет смысл выполнить сопоставление данных о биологической активности с кинетическими характеристиками других реакций рассматриваемых веществ.

Список литературы

1. Global antibiotic resistance surveillance report 2025 // World Health Organisation : [сайт]. - URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240116337> (дата обращения: 30.01.2026).

2. Козловская, М. Д. Биологическая активность пространственно затрудненных хлорангидридов ароматических сульфокислот / М. Д. Козловская, Л. И. Рублева // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов : сборник материалов XIII международной научной конференции аспирантов и студентов, Донецк, 16–17 апреля 2019 года. – Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2019. – С. 245-247. – EDN FJHJSD.

3. Этаноллиз стерически затрудненных аренсульfoxлоридов // Портал магистров ДонНТУ : [сайт]. URL: <https://masters.donntu.ru/2013/feht/popovich/library/article8.htm> (дата обращения: 30.01.2026).

УДК 678.674:664.405.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ФОРМОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Шарун Е.П., канд. техн. наук., доцент, доцент кафедры
химических технологий Северодонецкого технологического института
ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира
Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
elenakarrmazina@gmail.com

***Аннотация.** Представлены результаты исследования влияния добавки белого полимерного наполнителя на свойства резиновых смесей и их вулканизатов, используемых в производстве формовых изделий. Показано положительное влияние добавки на вулканизационные и физико-механические характеристики смесей и резин.*

***Ключевые слова:** карбамидо-формальдегидный полимер, вулканизат, полимерный наполнитель, подвулканизация.*

USE POLYMERIC FILLER FOR UPDATING PROPERTIES of RUBBER MIXTURES FOR MOLDING ARTICLES

Sharun E.P., Cand. Sc. (Technical), Docent, Associate Professor of Chemical
technologies Department
Severodonetsk Technological Institute of the Federal State Budgetary
Educational Institution of Higher Education «Luhansk Vladimir Dal State
University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation
elenakarrmazina@gmail.com

***Abstract.** The results of investigations of white polymeric filler influence on the properties of rubber mixtures and vulcanizates using for molding articles production are presented. The positive influence of the addition on the vulcanization and physico-mechanical characteristics of mixtures and rubbers is shown.*

Keywords: *carbamide-formaldehyde polymer, vulcanizate, polymer filler, premature vulcanization.*

Резиновые технические изделия самого различного назначения представляют собой сшитый (вулканизованный) полимер определенной пространственной структуры, обладающий высокоэластическими свойствами. Изготовление резиновых изделий базируется на вулканизации предварительно отформованных резиновых смесей. Такие смеси являются многокомпонентными системами, которые состоят из каучука и функциональных ингредиентов, каждый из которых играет свою роль в образовании пространственной полимерной структуры. Модификация свойств изделий осуществляется введением добавок различной химической природы, содержание которых в исходных резиновых смесях варьируется в самых широких пределах. С точки зрения совместимости с полимерной матрицей целесообразно использовать полимерные добавки [1-4]. Одной из таких добавок может являться новый белый полимерный наполнитель (БПН), представляющий собой отвержденный сшитый карбамидо-формальдегидный полимер. Такой продукт впервые разработан сотрудниками Института прикладной химии (г. Рубежное).

Маслобензостойкие формовые резиновые изделия изготавливаются на основе полярных бутадиен-нитрильных каучуков (СКН). Структура полимерного наполнителя, содержащего полярные амино- и гидроксильные группы, а также простые эфирные связи в комбинации с СКН может модифицировать свойства, как резиновых смесей, так и вулканизатов. Исследование влияния БПН на вулканизационные показатели получаемых резин представляет как теоретический, так и практический интерес.

Исследования проводили на резиновой смеси шифра 7В-14, состав которой приведен в таблице 1 (рецептура I). Содержание БПН в исследуемых смесях составляло 5; 7; 10; 13 и 15 масс.ч. на 100 масс. ч. каучука (рецептуры II -VI).

Таблица 1 – Состав испытанных резиновых смесей

№ п/п	Наименование ингредиента	Содержание ингредиента, масс. ч.					
		Номер рецептуры					
		I	II	III	IV	V	VI
1	СКН-18с	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
2	СКН-18см	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
3	Сера	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
4	Дибензтиазолилдисуль	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
5	Оксид цинка	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
6	Гуанид Ф	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
7	Диафен ФП	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
8	Ацетонанил Р	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
9	Техуглерод П803	133,00	133,00	133,00	2,00	2,00	2,00
10	Дибутилсебагинат	20,00	20,00	20,00	2,00	2,00	2,00
11	СЖК С ₂₁₋₂₅	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
12	Альдоль-α-нафтиламин	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
13	БПН	0	5	7	10	13	15

Вулканизационные характеристики резин новых смесей исследовали на реометре фирмы "Монсанто" при 160 °С. Вулканизаты, полученные при 143 °С в течение 20 мин. испытывались на эластичность, твердость, прочность при растяжении, истираемость и стойкость к старению.

Анализ реограмм показывает, что карбамидо-формальдегидный полимер при содержании до 10 масс. ч. приводит к увеличению времени подвулканизации в 2 раза (с 2.0 мин. до 4.0 мин.), а при дальнейшем повышении содержания БПН до 15 масс. ч. время подвулканизации несколько снижается (до 3.0 мин.). Это свидетельствует о замедляющем действии нового модификатора, что позволяет использовать его в качестве антискорчинга. Одновременно с этим снижается минимальная вязкость резиновых смесей, что говорит о пластифицирующем действии БПН. Положительное влияние карбамидо-формальдегидного полимера на технологические характеристики резиновых смесей может быть объяснено

как подобием структуры полимеров, так и высокой степенью дисперсности новой добавки.

Эффективность вводимых добавок заключается в позитивном влиянии не только на технологические свойства, но и на технические свойства резин. Зависимость эластичности по отскоку и твердости по Шору отличается от зависимости, которая наблюдается для промышленных резиновых смесей с традиционными наполнителями. Введение наполнителей в резиновые смеси обычно затрудняет проявление гибкости участков полимерных цепей между сшивками, что снижает эластические свойства получаемого вулканизата. Если предположить, что вводимая добавка играет роль наполнителя, как было предназначено при разработке данного продукта для лакокрасочных материалов, то повышение содержания наполнителя в вулканизатах должно снижать упругие свойства, а значит, и эластичность по отскоку. В данном же случае показатель эластичности по отскоку практически не изменяется до содержания БПН 10 масс. ч., а до 15 масс. ч. даже несколько повышается. Это свидетельствует о том, что новая добавка не проявляет себя как наполнитель, и ее можно считать полимерным модификатором, повышающим упругие свойства резины. Подтверждением этому служит и снижение твердости вулканизатов с ростом содержания БПН. Наблюдаемое снижение твердости незначительно, и конечная твердость остается в допусковом интервале норм для серийной резины шифра 7В-14.

Формовые РТИ, как и все резиновые изделия, эксплуатируются в условиях, которые способствуют старению, в результате чего теряются важные эксплуатационные свойства, такие как прочность. Зависимость прочности резин до и после теплового старения от содержания карбамидоформальдегидного полимера имеет сложный характер. В традиционных резинах с ростом содержания наполнителя прочность может либо возрастать, либо падать в зависимости от типа каучука и типа наполнителя,

а также взаимодействия между ними. Высокие температуры эксплуатации значительно осложняют поведение резин и ухудшают их качество. Старение резин сопровождается целым рядом нежелательных процессов и явлений, приводящих к изменению прочности. Как показывают результаты проведенных экспериментов, введение БПН до 10 масс. ч. повышает прочность, причем наблюдаемое повышение при испытаниях до старения менее значительно, чем при испытаниях после старения. Однако резины, подверженные искусственному старению имеют максимум при содержании добавки 10 масс. ч. гораздо больший, чем до старения (17,4 МПа по сравнению с 15,4 МПа). Увеличение содержания БПН свыше 10 масс. ч. снижает прочность резин, как подверженных, так и не подверженных старению. Найденное явление можно объяснить специфичностью вводимой добавки, в частности ее полимерной природой. Высокая дисперсность БПН, однако, не является причиной повышения прочности, т.к. наблюдаемый рост прочности недостаточен для отнесения исследуемой добавки к классу активных наполнителей. Полярная же природа СКН и БПН обуславливает благоприятные условия взаимодействия между ними на границе раздела фаз, по-видимому, не только физического, но и химического. Этот вывод подтверждают результаты испытаний резин после термического старения. Выдержка резин при ускоренном старении при высокой температуре способствует химической реакции с участием карбамидоформальдегидного полимера. Следовательно, полимерный модификатор прочности входит в пространственную структуру получаемых вулканизатов, однако остаются не прореагировавшие в процессе вулканизации функциональные группы, которые взаимодействуют с полимерной основой резины и между собой в процессе старения.

Подобный вывод подтверждает и результаты испытаний резин на истираемость. Резины, не подверженные тепловому старению, проявляют тенденцию к истиранию, начиная с содержания БПН 5 %. С ростом

содержания выше 5 % истираемость резины резко растет и при содержании БПН 15 % превышает истираемость резины без БПН в 4 раза. Низкое содержание БПН (до 5 масс. ч.) истираемость уменьшается примерно в 3 раза. Очевидно, все функциональные группы БПН при таком низком содержании этой полимерной добавки участвуют в вулканизации и входят в пространственную структуру. Увеличение содержания полярной добавки выше 5 масс. ч. приводит к появлению не вступившего в химические реакции вулканизации полимера, который увеличивает истираемость резин. Прогрев резин при тепловом старении приводит к расходованию функциональных групп полимерной добавки и формированию новой пространственной структуры, что уменьшает истираемость вплоть до содержания БПН 13 масс. ч.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1) сшитый карбамидо-формальдегидный полимер, предназначенный к использованию в качестве наполнителя лакокрасочных материалов, не является активным наполнителем резиновых смесей для производства формовых изделий;

2) введение сшитого карбамидо-формальдегидного полимера улучшает технологические свойства резиновых смесей и технические свойства получаемых резин;

3) сшитый карбамидо-формальдегидный полимер участвует в реакциях вулканизации и построении пространственной структуры вулканизатов; оптимальное содержание вводимой добавки составляет 5-10 масс. ч. на 100 масс. ч. каучука.

Список литературы

1. Прокопчук, Н. Р., Каюшников, С. Н., Вишневский, К. В. Технологически активные добавки в составе эластомерных композиций (обзор) // Полимерные материалы и технологии, 2016, Т.2, №3, С. 6-23.
2. Донцов А. А., Канаузова А. А., Литвинова Т. В. Каучук-олигомерные композиции в производстве резиновых изделий. - М: Химия, 1986. - 216 с.
3. Резниченко, С. В. Эластомерные материалы и изделия – из прошлого в будущее // Каучук и резина, 2002, №2, С. 36-43.
4. Спиридонов, П. Н., Глаголев, В. А., Люсова, Л. Р. и др. Влияние азотосодержащих соединений на термостабильность и адгезионные свойства хлорсодержащих полимеров // Химия и технол. перераб. эластомеров: Межвуз. сб. науч. тр. Л.:ЛТИ, 1989. с. 95-100.

УДК 543.552.054.1

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ЭЛЕКТРОДА НА ВЕЛИЧИНУ КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕНОСА ЗАРЯДА В ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ

Шелепенко В.В., ведущий инженер по автоматизированным системам управления производством цеха контрольно-измерительных приборов и автоматики ООО «Южный горно-металлургический комплекс»,

г. Алчевск ЛНР, РФ

shelepenko.vv@mail.ru

Смирнова И.В., канд. хим. наук, доцент кафедры химических технологий Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»,

г. Северодонецк, ЛНР, РФ

kamerton_i@mail.ru

Аннотация. Метод инверсионной вольтамперометрии – один из основных методов анализа, применяемых для определения следовых количеств различных компонентов в объектах окружающей среды. Регистрируемый аналитический сигнал (пик) – это функция тока от линейно изменяемого потенциала ртутно-плёночного электрода, содержащая экстремум, сформированный кинетикой электродного процесса. Пик характеризуется потенциалом пика, высотой пика и шириной полупика. При моделировании аналитического сигнала реакции переноса заряда выявлено, что ширина аппроксимирующего полупика определяется только коэффициентом переноса заряда. Двойной электрический слой изменяет энергию активации, электрохимическую долю которой характеризует коэффициент переноса заряда, что позволяет глубже изучить термодинамику электродного процесса.

Ключевые слова: инверсионная вольтамперометрия, ртутно-плёночный электрод, потенциал электрода, скорость развёртки потенциала, ток Фарадея, коэффициент переноса заряда, двойной электрический слой.

INFLUENCE OF THE SPEED OF CHANGING THE POTENTIAL OF THE ELECTRODE ON THE VALUE OF THE CHARGE TRANSFER COEFFICIENT IN INVERSE VOLTAMMETRY

Shelepenko V.V., Leading Engineer for Automated Production Control Systems of the Control and Measuring Instruments and Automation Department of the Southern Mining and Metallurgical Complex LLC,
Alchevsk, LPR, Russian Federation
shelepenko.vv@mail.ru

Smirnova I.V., Cand. Sc. (Chemistry), Associate Professor at the Department of Chemical Technologies at the Severodonetsk Institute of Technology of the Lugansk State University named after Vladimir Dal,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation
kamerton_i@mail.ru

Abstract. *The method of inversion voltammetry is one of the main analysis methods used to determine trace amounts of various components in environmental objects. The recorded analytical signal (peak) is a function of the current from a linearly varying potential of a mercury-film electrode, containing an extremum formed by the kinetics of the electrode process. The peak is characterized by the peak potential, peak height, and half-peak width. When modeling the analytical signal of a charge transfer reaction, it was found that the width of the approximating half-peak is determined only by the charge transfer coefficient. The double electric layer changes the activation energy, the electrochemical fraction of which is characterized by the charge transfer coefficient, which allows for a deeper study of the thermodynamics of the electrode process.*

Keywords: *inversion voltammetry, mercury-film electrode, electrode potential, potential sweep rate, Faraday current, charge transfer coefficient, double electric layer.*

Инверсионная вольтамперометрия (ИВА) – современный высокочувствительный и экспрессный метод. Достоинствами ИВА являются высокая селективность, универсальность по отношению к определяемым компонентам и объектам анализа.

Метод инверсионной вольтамперометрии – это уникальный инструмент прямой идентификации кинетики электрохимических реакций, поскольку вольтамперограмма является током, пропорциональным скорости электрохимического процесса [1].

Электродные процессы происходят в пределах тонкого поверхностного слоя на границе электрод – электролит, где образуется двойной электрический слой. Поэтому механизм электродных процессов не может быть выяснен без знания структуры этого слоя.

Учёт строения двойного слоя необходим для понимания кинетики электродных процессов, так как поле двойного слоя влияет на концентрацию реагирующего вещества у поверхности электрода и на энергию активации процесса.

В методе ИВА полезным сигналом является пик тока растворения металла из ртутно-плёночного электрода (РПЭ). На рисунке 1 показано, как формируется вольтамперограмма (а) при наложении тока Фарадея 1 на ток фонового электролита 2, а также приводятся характеристики тока Фарадея I_F (b).

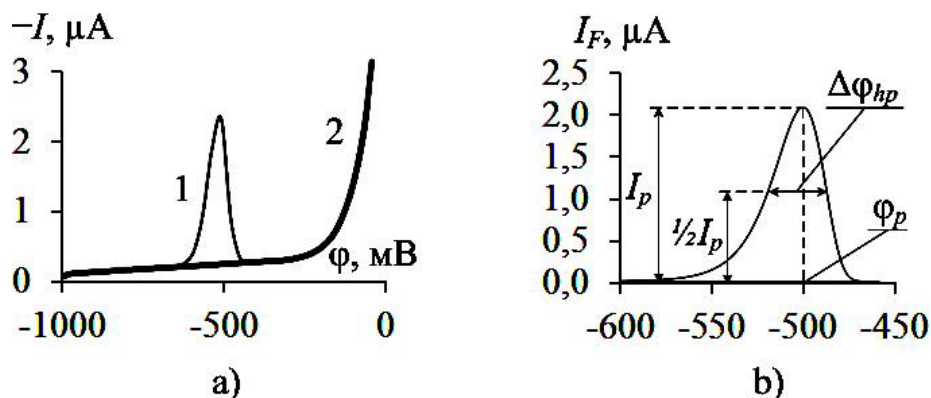


Рисунок 1 – Вольтамперограмма с характеристиками тока Фарадея

Пик характеризуется: потенциалом пика ϕ_p , высотой пика I_p и шириной полупика $\Delta\phi_{hp}$ на высоте $1/2 I_p$ в соответствии с рисунком 1 (b).

Каждый металл характеризуется своими величинами потенциала пика. Высота и площадь пика определяются концентрацией металла в растворе. Площадь пика пропорциональна количеству металла в ртутной плёнке. Таким образом, вольтамперограмма позволяет одновременно получить качественную и количественную информацию о металлах, присутствующих в анализируемом растворе.

Ток Фарадея формируется при протекании анодной стадии реакции переноса заряда: $Ox + Z\bar{e} \xrightleftharpoons[k_a]{k_c} Red(Hg)$, где Ox – окисленная форма металла в растворе; Red – восстановленная форма в объёме ртутной плёнки; Z – количество электронов $\bar{e}$, участвующих в электродном процессе; k_c и k_a – константы скоростей катодной и анодной стадий. Скорость v рассматриваемого электродного процесса описывается уравнением:

$$v = -\frac{dN_{Ox}}{dt} = \frac{dN_{Red}}{dt} = -k_c \exp\left[-\alpha \frac{ZF}{RT} \varphi(t)\right] C_{Ox}^* + k_a \exp\left[(1-\alpha) \frac{ZF}{RT} \varphi(t)\right] C_{Red}^*, \quad (1)$$

где N_{Ox} , N_{Red} – число молей окисленной и восстановленной форм электроактивного вещества, C_{Ox}^* и C_{Red}^* – концентрации частиц Ox и Red на поверхности электрода, α – коэффициент переноса заряда, R – универсальная газовая постоянная, T – температура системы [2]. Для удобства величину $(1 - \alpha)$ обозначают буквой β .

В работе [3] была получена и экспериментально проверена аппроксимационная формула пика Фарадея:

$$I_F(\varphi) = I_p \exp\left(2,446 \frac{\varphi - \varphi_p}{\Delta\varphi_{hp}}\right) \exp\left\{1 - \exp\left(2,446 \frac{\varphi - \varphi_p}{\Delta\varphi_{hp}}\right)\right\}, \quad (1)$$

с характеристиками, определяемыми следующими выражениями:

$$I_p = \frac{-A}{2,72} S \ell \omega \beta \frac{(ZF)^2}{RT}, \quad \varphi_p = \frac{RT}{\beta ZF} \left[\ln(\omega) + \ln\left(\frac{\ell}{k_a} \frac{\beta ZF}{RT}\right) \right], \quad \Delta\varphi_{hp} = 2,446 \frac{RT}{\beta ZF}, \quad (2)$$

где F – постоянная Фарадея, ω – скорость развёртки потенциала φ от времени t $\varphi(t) = \varphi(0) + \omega \cdot t$, A – константа интегрирования, ℓ и S – толщина ртутной плёнки и площадь поверхности РПЭ. Рост ω приводит к линейному росту высоты пика и логарифмическому росту потенциала пика.

Как видно из формулы (2), коэффициент переноса заряда β определяется только величиной ширины пика на полувысоте сигнала.

При экспериментальной проверке полученных теоретических закономерностей на РПЭ регистрировались вольтамперные характеристики систем, содержащих ионы Zn^{2+} , Cd^{2+} и Pb^{2+} . В качестве фона использовался 0,1 М раствор хлорида калия. Скорость развёртки потенциала варьировалась от 5 до 140 мВ/с. Проверялась зависимость потенциала пика от скорости

развертки в соответствии с выражением (2). Для каждого эксперимента вычислялся коэффициент β .

В таблице 1 приведены средние значения величин β для каждого из металлов. Кроме того, в таблице 1 приведены значения величин достоверности аппроксимации R^2 линейных трендов графиков зависимости β от $\ln(\omega)$, изображенных на рисунке 2.

Таблица 1 – Величины β при различных значениях ω для свинца, кадмия и цинка с указанием величины достоверности аппроксимации R^2

ω , мВ/с	$\ln(\omega)$	β		
		<i>Pb</i>	<i>Cd</i>	<i>Zn</i>
5	1,609	0,498	0,530	0,400
10	2,303	0,450	0,498	0,363
20	2,996	0,434	0,461	0,328
40	3,689	0,383	—	0,300
50	3,912	0,400	0,377	—
60	4,094	—	—	0,249
80	4,382	—	0,255	0,254
100	4,605	—	0,311	0,214
120	4,787	0,394	0,276	0,205
140	4,942	0,387	0,265	0,269
R^2		0,83	0,94	0,89

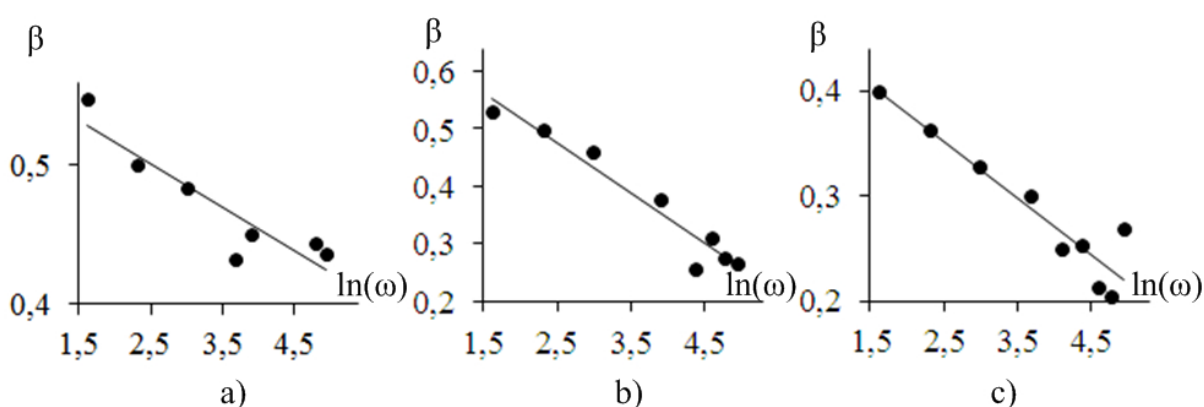


Рисунок 2 – Зависимости величин β от логарифма ω для свинца (а), кадмия (b) и цинка (c) с линией тренда

Аппроксимационная модель считается работоспособной при величинах $R^2 > 0,75$ [4].

Уменьшение коэффициента переноса заряда β означает, что с увеличением скорости развертки потенциала РПЭ уменьшается величина электрической энергии активации анодного процесса $\beta \frac{ZF}{RT} \varphi(t)$, определенной выражением (1).

Гипотетически можно предположить, что растворенные ионы металла некоторое время находятся у поверхности электрода, притягиваемые его отрицательным зарядом. Они удаляются посредством диффузионного массопереноса. Так как скорость диффузии ограничена, то с увеличением скорости развертки потенциала всё больше катионов накапливается у поверхности РПЭ, влияя на скорость анодного процесса и уменьшая его энергию активации [5].

Физический смысл коэффициента переноса α – это один из наиболее спорных и наименее ясных вопросов в теоретической электрохимии. Некоторые исследователи критически относятся к введению безразмерного коэффициента, который не зависит от потенциала. Этот коэффициент был введен давно, чисто эмпирическим путем, однако только в последних интерпретациях электронного обмена на основе квантово-механических представлений этот коэффициент получает удовлетворительное толкование, хотя сущность его еще не установлена [5].

Экспериментально обнаруженная зависимость коэффициентов переноса заряда α и β от скорости развёртки ω позволяет уточнить математическую модель регистрируемого в ИВА пика Фарадея с учетом влияния на кинетику анодного процесса формирования двойного электрического слоя. Полученные результаты исследований позволят глубже понять природу двойного электрического слоя и его влияние на кинетику электрохимических процессов.

Список литературы

1. Электроаналитические методы. Теория и практика / Под ред. **Ф. Шольца**; Пер. с англ. под ред. В. Н. Майстренко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.–326 с. ISBN 5-94774-257-8.
2. **Выдра, Ф., Штулик, К., Юлакова, Э.** Инверсионная вольтамперометрия. – М.: Мир, 1980. – 278 с.
3. **Шелепенко, В. В., Смирнова, И. В., Попович, З. П.** Аппроксимационная формула симметричного анодного аналитического сигнала в инверсионной вольтамперометрии с ртутно-пленочным электродом// Украинский химический журнал. 2011. Т. 77. № 2. С. 110–114.
4. **Тарасик, В. П.** Математическое моделирование технических систем: Учебник для вузов. – Мн.: ДизайнПРО, 2004. – 640 с.
5. Органическая электрохимия: В двух книгах: Кн. 1 / Под ред. **М. Бейзера и Х. Лунда**. – Пер. с англ. / Под ред. **Петросяна В. А. и Феоктистова Л. Г.** – М.; Химия, 1988. – 469 с.

УДК 661.717.5

НОВЫЕ ЗАМЕЩЕННЫЕ СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИНЫ ДЛЯ ГЕРБИЦИДОВ

Шипидченко М.В., старший преподаватель кафедры химических технологий Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля»,
г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Исак А.Д., канд. хим. наук, доцент
marinashipidchenko@mail.ru

***Аннотация.** Впервые синтезированы новые производные сульфонилмочевины, включающие фрагменты 6-метилурацила и различных замещенных арилмочевин с выходами 78-96 %. При сравнительном анализе*

структуры молекулы новых соединений, предположено наличие гербицидной активности и низкой токсичности.

Ключевые слова: производные сульфонилмочевины, 6-метилурацил, замещенные арилмочевины, реакция ацилирования, гербициды, низкие нормы расхода, биоразлагаемые свойства.

NEW SUBSTITUTED SULFONYLUREAS FOR HERBICIDES

Shipidchenko M.V., Senior Lecturer at the Department of Chemical Technology Severodonetsk Technological Institute of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Luhansk Vladimir Dal State University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Isak A.D., Cand. Sc. (Chemistry), Docent

marinashipidchenko@mail.ru

Abstract. *For the first time, new sulfonylurea derivatives were synthesized, including fragments of 6-methyluracil and various substituted arylureas with yields of 78-96 %. A comparative analysis of the molecular structure of the new compounds suggests the presence of herbicidal activity and low toxicity.*

Keywords: *sulfonylurea derivatives, 6-methyluracil, substituted arylureas, acylation reaction, herbicides, low consumption rates, biodegradable properties.*

В настоящее время, развитие сельского хозяйства невозможно без использования химических средств защиты растений. Вместе с тем, применение пестицидов может быть причиной загрязнения окружающей среды и негативно сказываться на здоровье человека.

Поиск новых соединений, способных справиться с сорной растительностью и вредными организмами, принимая во внимание экологические аспекты получения и применения таких соединений – является компромиссным решением данной проблемы.

На рынке представлено большое разнообразие агрохимических препаратов, применяемых для защиты урожая.

Замещенные мочевины, из-за большого разнообразия физико-химических свойств, широко используются в промышленности, технике, сельском хозяйстве и медицине.

Значительный интерес представляют сульфанилзамещенные мочевины из-за проявления большого разнообразия биологических активностей.

Сульфонилмочевины – это соединения общей формулы



где R1 – ароматический замещенный или незамещенный или иной радикал, R2 – замещенный пиримидиновый или сим-триазиновый остаток.

Из структурных аналогов диарилмочевин, которые обладают фитогормональной активностью, были получены фитотоксичные арилсульфонилзамещенные гетерилмочевины, которые оказались ингибиторами ацетолактатсинтазы. Следствием блокировки ацетолактатсинтазы прекращается биосинтез трёх алифатических белковых аминокислот – валина, лейцина и изолейцина. Эти аминокислоты являются критически важными для роста и развития растений, так как они участвуют в синтезе белков и других метаболических процессов. Когда сорное растение испытывает дефицит этих аминокислот, оно не может эффективно синтезировать белки, что приводит к замедлению роста и развития и, в конечном итоге, к гибели растения [1].

Одним из первых, вошедших в практику сельского хозяйства препаратов этого ряда, стал хлорсульфурон (Glean®) [2] (рис. 1).

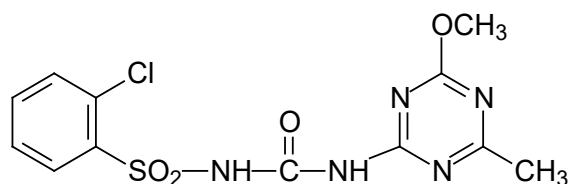


Рисунок 1 – Структурная формула хлорсульфурана (Glean®)

Сульфонилмочевины имеют нормы расхода от нескольких грамм до десятков грамм на гектар, что позволяет относить их к гербицидам третьего поколения.

Высокая гербицидная эффективность соединений этого класса, малые нормы расхода, способствующие снижению химической нагрузки на окружающую среду, в сочетании с низкой токсичностью, свидетельствуют об их перспективности.

Известны защитные свойства пиримидиновых оснований, способствующих: улучшению преобразования азота в почве и самих растениях, увеличению интенсивности фотосинтеза, повышению иммунитета, что в целом обеспечивает выживаемость растений в экстремальных условиях [3].

Молекула урацила является составной частью большинства природных нуклеотидов, нуклеозидов и нуклеиновых кислот. Сульфанилмочевины, имеющие в своей структуре урациловые гетероциклы, в определенных условиях, легко поддаются гидролизу и биоразложению. При этом, образуются менее токсичные метаболиты, чем у соединений триазинового ряда [4].

Высокую гербицидную активность проявляют также производные метилзамещенных тетрагидро-2-пиримидинонов, аминокпроизводные 2(4),6-дихлорпиримидина, пиримидинилмочевины и др. [2]

В работе [5] были получены производные сульфанилмочевины, включающие фрагменты 6-метилурацила (рис. 2) и 1,3,4-тиадиазола (рис. 3).

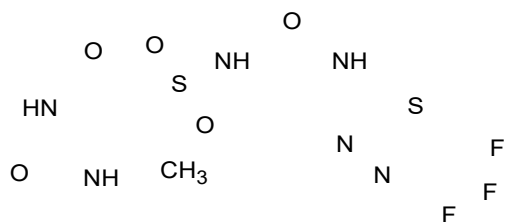


Рисунок 2 – Структурная формула 6-метилурацила

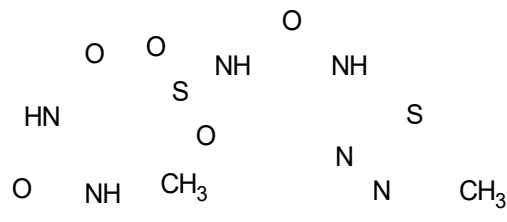


Рисунок 3 – Структурная формула 1,3,4-тиадиазола

Проведенные полевые испытания показали, что, синтезированные соединения проявляют близкую или превышающую гербицидную активность применяемых препаратов.

Анализируя зависимость структуры известных соединений, проявляющих фитотоксичность – нами были получены новые сульфанилзамещенные мочевины (Таблица 1) на основе 6-метилурацила и различных замещенных арилмочевин по реакции ацилирования (рис. 4).

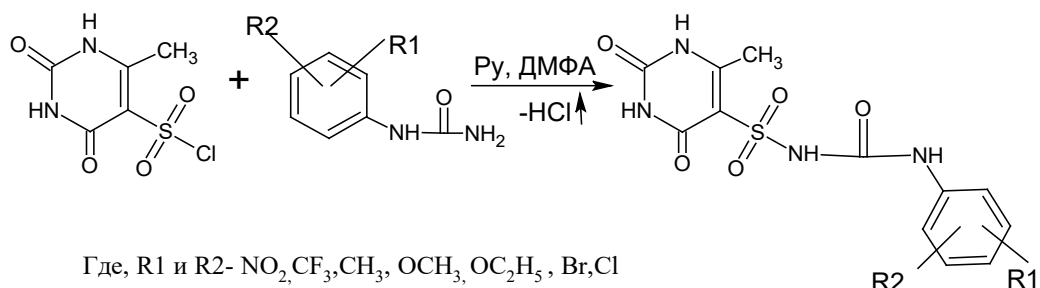
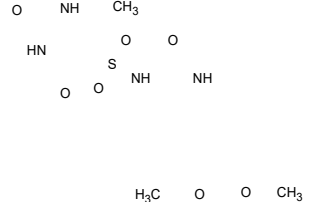


Рисунок 4

Таблица 1 – Данные по выходу и элементному анализу замещенных сульфанилмочевин

№ п/п	Соединение	Выход, %	Тпл, °C	Анализ $\frac{\text{Вычислено}}{\text{Найдено}}$ %				Брутто- формула
				C	H	N	O	
11		96,8	245- 246	45,65	4,38	15,21	8,70	C ₁₅ H ₁₆ F ₃ N ₄ O ₆ S
				45,58	4,34	15,13	8,81	
22		94,6	208- 209	41,43	2,98	13,79	7,89	C ₁₄ H ₁₃ F ₃ N ₄ O ₅ S
				41,32	3,05	13,82	8,05	
23		78,8	105- 106	35,70	2,49	17,34	7,94	C ₁₂ H ₁₀ ClN ₅ O ₇ S
				35,74	2,45	17,24	7,88	
44		94,2	242- 243	35,75	2,75	13,89	7,95	C ₁₂ H ₁₁ BrN ₄ O ₅ S
				35,85	2,71	14,02	8,09	

№ п/п	Соединение	Выход, %	Тпл, °C	Анализ $\frac{\text{Вычислено}}{\text{Найдено}}\%$				Брутто- формула
				C	H	N	O	
55		90,2	155- 156	43,75	4,19	14,58	8,34	C ₁₄ H ₁₆ N ₄ O ₇ S
				43,66	4,22	14,69	8,24	

Данная реакция идет в эквимолекулярных соотношениях. К раствору 6-метилурацилсульфохлорида (предварительно полученного по [6]), в соответственном растворителе, прибавляют раствор замещенной мочевины, (ранее полученной по [7]) в таком же растворителе. Содержимое колбы при размешивании нагревают до слабого кипения и выдерживают 4-6 ч и оставляют при комнатной температуре для медленной кристаллизации. На следующий день выпавшие кристаллы фильтруют, промывают небольшим количеством воды, хорошо отжимают и сушат. Очистку проводят перекристаллизацией из уксусной кислоты.

Список литературы

- 1. Коваленко, Л. В.** Химия и технология агрохимических препаратов: учебное пособие / Л. В. Коваленко, А. Г. Поливанова, И. Н. Соловьева. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2020–202 с.
- 2.** Справочник по защите растений // Агропромышленный портал АГРОXXI : сайт. – URL : <https://www.agroxxi.ru/goshandbook/wiki>.
- 3. Попов, С. Я.** Основы химической защиты растений. Учебное пособие / С. Я. Попов, Л. А. Дорожкина, В. А. Калинин. — М.: Арт-Лион, 2003—208 с. ISBN 5-9900220-1-8.
- 4. Ракитский, В. Н., Белоедова, Н. С.** Токсичность и опасность гербицидов — производных сульфонилмочевины. Токсикологический вестник. – 2009, № 4(97). С. 25-29.

5. Булатов, А. А., Савинова, С. А., Сергеева, К. С., Степаненко, М. А., Герасимова, Н. П. Синтез новых гербицидов из класса сульфонилмочевин // От химии к технологии шаг за шагом. – 2025. Т. 6, вып. 2. – С. 43-49. DOI 10.52957/2782-1900-2025-6-2-43-49.

6. Патент Украины на полезную модель UA106558 (2016), МПК C07C307 / 00, A01N25 / 00, A61K 31/08 - Способ получения 6-метилурацил-5-сульфохлорида / Масуд Абдо-Аллах, Шипидченко М.В., Исак А. Д. // опубл. 25.04.2016, Бюл. № 8 (2016).

7. Шипидченко, М. В., Исак, А. Д. Синтез монозамещенных карбамида и их использование как полупродуктов для биологически активных соединений // Материалы V Международной заочной научно-практической конференции молодых ученых «Фундаментальные и прикладные исследования в современной химии» 12 апреля 2018 г. – г. Нежин: НГУ им. Николая Гоголя. – С. 153-156.

УДК 667.6

КРАТКИЙ ОБЗОР РЫНКА ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Шолух Н. Е., канд. хим. наук, доцент кафедры химических технологий Северодонецкого технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля»,
г. Северодонецк, ЛНР, РФ
nata.sholukh.71@mail.ru

***Аннотация.** Строительная отрасль в последнее время показывает устойчивую динамику развития. В связи с этим существует стабильный спрос на рынке лакокрасочных материалов, в особенности на фасадные краски. Рынок лакокрасочных материалов представлен различными видами красок, но хотелось бы выделить силикатные краски на основе натриевых и калиевых жидких стекол. Постоянная научно-исследовательская работа позволяет пополнять рынок лакокрасочных материалов отечественными*

красками с улучшенными технологическими и эксплуатационными характеристиками.

Ключевые слова: лакокрасочные материалы, фасадные силикатные краски, эксплуатационные характеристики, модификатор, добавки, композиции.

A BRIEF OVERVIEW OF THE PAINT AND VARNISH MATERIALS MARKET

Sholukh N. E., Cand. Sc. (Chemistry), Associate Professor at the Department of Chemical Technologies of the Severodonetsk Institute of Technology, «Lugansk State University named after Vladimir Dahl»,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation
nata.sholukh.71@mail.ru

Abstract. *The construction industry has recently shown steady development dynamics. In this regard, there is a steady demand in the paint and varnish materials market, especially for facade paints. The paint and varnish market is represented by various types of paints, but I would like to highlight silicate paints based on sodium and potassium liquid glasses. Constant research work makes it possible to replenish the paint and varnish materials market with domestic paints with improved technological and operational characteristics.*

Keywords: *paint and varnish materials, facade silicate paints, performance characteristics, modifier, additives, compositions.*

В настоящее время Луганская Народная Республика переживает период серьезных социально-экономических трудностей, обусловленных масштабными разрушениями жилого фонда и объектов инфраструктуры в результате обстрелов. В целях преодоления кризисной ситуации и восстановления пострадавших территорий предпринимаются активные меры, в частности, реализуется программа «Восстановление жилья и инфраструктуры, жилищное строительство», стартовавшая в 2023 году. В рамках данной программы, в 2026 году Луганская Народная Республика получит финансирование в размере 2,5 млрд. рублей от Фонда развития

территорий, направленное на капитальный ремонт 96 многоквартирных домов.

Параллельно с восстановительными работами ведется активное строительство новых жилых и социальных объектов. Следует отметить, что масштабное увеличение объемов ввода в эксплуатацию жилья наблюдается и в целом по Российской Федерации. Распоряжением Правительства РФ от 31 октября 2022 г. № 3268 утвержден базовый сценарий «Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года» [1], который предусматривает повышение темпов ежегодного ввода жилья до 120 млн. кв. м к 2030 году.

Таким образом, строительная отрасль демонстрирует устойчивую динамику развития и является одним из ключевых секторов российской экономики. Реализация намеченных планов в данной сфере будет способствовать формированию стабильного спроса на рынке лакокрасочных материалов, в особенности на декоративные и отделочные материалы, что обусловлено необходимостью окраски и отделки всех вновь вводимых в эксплуатацию объектов.

Рынок лакокрасочных материалов существенно изменился за последние три года. Ушли многие иностранные компании, появились новые российские, изменилась структура импорта и экспорта. Тренд на импортозамещение актуален в лакокрасочной отрасли как никогда. Анализ рынка и данных предприятий указывает на рост объемов производства лакокрасочных материалов. Так, в 2024 году российское производство лакокрасочных материалов достигло пиковых за последние годы объемов (2350 тыс.т.), увеличившись на 7 % по сравнению с 2023 и на 44 % по сравнению с 2018 годом. Рост продолжился и в 2025 году, достигнув примерно 11 %. В связи с ростом объёмов строительства по государственной программе Российской Федерации «Обеспечение доступным и комфортным жильём и коммунальными услугами граждан Российской Федерации» № 1710 от 30.12.2017 (изм. 24.09.2025) [2] прогнозируется увеличение потребности в лакокрасочных материалах на 35 %.

Рынок лакокрасочных материалов предлагает богатый выбор красок различных типов [3], от традиционных масляных и олиф до современных полимерных и водно-дисперсионных. Особое значение приобретают фасадные краски, выбор которых требует внимательного подхода. В специальной литературе [4] прописан ряд требований для такого рода красок: технологичность (возможность механизированного нанесения); долговечность покрытия (не менее 5 лет); устойчивость к атмосферным воздействиям (особенно к воде); способность обеспечивать хорошее сцепление с поверхностью; воздухопроницаемость покрытия; безопасность для здоровья человека.

Современные фасадные краски представлены широким спектром материалов, включая кремнийорганические, известковые, водно-дисперсионные, перхлорвиниловые составы [5, 6]. Однако, при всей своей эффективности, они не обеспечивают долговременного качественного покрытия. Для окраски бетонных и гипсоцементных поверхностей часто применяют цементно-перхлорвиниловые материалы, известные своей низкой водопроницаемостью [5]. В последнее время повышенным спросом пользуются кремнийорганические краски на основе полиорганосилоксанов [7] и водно-дисперсионные силикатные краски на основе жидкого стекла [8].

Жидкое стекло, используемое в качестве связующего, позволяет создавать прочные, водостойкие, атмосферостойкие и химически стойкие покрытия. К тому же, оно выгодно отличается низкой стоимостью, негорючестью, нетоксичностью, наличием развитой промышленной базы [9].

Выделяют два основных типа силикатных лакокрасочных материалов, фасадные силикатные краски и цинковые краски для защиты крупногабаритных металлических конструкций [10]. Эффективность цинксиликатных покрытий обусловлена комплексным действием электрохимического, ингибиторного и гидроизолирующего механизмов. Краски такого типа, описанные в специальной литературе [11, 12, 13], предназначены для защиты от коррозии стальных поверхностей в различных средах, включая атмосферу, пресную воду, нефтепродукты.

Большинство силикатных красок двух- или даже трехкомпонентные. Их необходимо использовать в течение короткого времени (6 – 10 часов) после смешения жидкой и сухой частей. Технологически это неудобно и при длительном использовании снижает прочность отвердевшей пленки. Многие исследователи разрабатывают одноупаковочные композиции на основе натриевого или калиевого жидкого стекла. Например, разработана одноупаковочная органосиликатная краска на основе натриевого жидкого стекла [14, 15]. Композиция имеет в своем составе органический модификатор и каучуковый латекс. Покрытия на основе разработанного органо-неорганического композита имеют высокие физико-механические показатели. Силикатные лакокрасочные композиции, модифицированные различными добавками улучшают эксплуатационные характеристики покрытий: повышают водостойкость, жизнеспособность, прочность [16], они придают покрытиям термостойкость, морозостойкость и стойкость к агрессивным средам [17, 18, 19].

Таким образом, существует обширная номенклатура лакокрасочной продукции, среди которой перспективными являются материалы на основе силикатных жидких стекол. При этом ведется постоянная работа по улучшению технологических и эксплуатационных характеристик лакокрасочных композиций. Основные принципы такой работы заключаются в модификации составов за счет введения органических и неорганических компонентов.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 31 октября 2022 г. № 3268 «Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 г с прогнозом до 2035 г» . — URL : <http://static.government.ru/media/files/AdmXczBBUGfGNM8tz16r7RkQcsgP3LAm.pdf>.
2. Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2017 г. N 1710 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными

услугами граждан Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями) <https://base.garant.ru/71849506/>

3. Агафонов, Г. И. Лакокрасочные материалы на основе растворимых силикатов / Г. И. Агафонов, В. И. Корнеев // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева. – 1988. – 33. – № 1. – С. 67–72.

4. Ильдарханова, Ф. И. Современные технические требования к лакокрасочным покрытиям (часть II) / Ф. И. Ильдарханова, В. Н. Пучкова, К. Г. Богословский // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2011. – № 9. – С. 42–47.

5. Лившиц, М. А. Лакокрасочные материалы. Справочное пособие / М. А. Лившиц, Б. И. Пшиялковский. – М.: Химия, 1982. – 359 с.

6. Лялюшко, Д. С. Фасадные краски. Тенденции / Д. С. Лялюшко // Промышленная окраска. – 2008. – №2. С. 6–9.

7. Красильникова, Л. Н. Кремнийорганические соединения и материалы на их основе / Л. Н. Красильникова, Т. И. Войнова, Н. А. Никитина, Н. П. Харитонов // – Л.: Наука, 1984, –155 с.

8. Климанова, Е. А. Силикатные краски (получение, свойства и применение) / Е. А. Климанова, Ю. А. Борщевский, И. Я. Жилкин – М.: Стройиздат, 1968. – 86 с.

9. Михайлов, Б. Н. Исследование наномодифицированных вододисперсионных красок // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2015 – №2(13). С. 87–96.

10. Корнеев, В. И. Растворимое и жидкое стекло / В. И. Корнеев, В. В. Данилов – СПб: Стройиздат СПб, 1996. – 216 с.

11. Шевякова, Т. Ю. Силикатная краска на основе жидкого стекла, полученного новым способом / Т. Ю. Шевякова, Е. Ю. Лебедева // XIX Международная научно-практическая конференция «Современные техника и технологии» Секция 6 Материаловедение: Сборник трудов Межд.науч.-прак. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск 15–19.04.2013– г. Томск, изд-во ТПУ, 2013. – С. 195–196.

12. Хабибуллина, Н. Р. Разработка составов полиминеральных фасадных покрытий и исследование их долговечности: дис. канд. техн. наук: 05.23.05 / Хабибуллина Наиля Равиловна. – Казань, – 2000. – 157 с.

13. Яковлев, Г. И. Отделочная композиция на основе жидкого стекла / Г. И. Яковлев, А. В. Пислегина, Я. Керене, А. Ф. Бурьянов / Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2009. – №7. – С. 42–44.

14. Фасадные краски на основе органосиликатных композиций / Н. Е. Королькова, Ю. П. Кудюков, С. Д. Белкина и др.: материалы Международной научно-практической конференции [«Защита от коррозии и мониторинг остаточного ресурса промышленных зданий, сооружений и инженерных сетей»], (Донецк, 9-12 июня 2003 г.)/ УАМК, 2003. – С.278–280.

15. Пат. 20031213402 Украина, МПК 7 C09D101/00. Однокомпонентная органосиликатная краска / Кудюков Ю. П., Королькова Н. Е., Толоч О. Я. и др., заявитель Восточнотурецкий национальный университет им. Владимира Даля. - № 70901; заявл. 31.12.03; опубл. 15.10.04, Бюл. №10. – 4с.

16. Иващенко, Ю. Г. Силикат-натриевые композиты, модифицированные цинкосодеждающими соединениями / Ю. Г. Иващенко, И. Л. Павлова, М. П. Кочергина // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона». – Саратов: СГТУ. – 2014. – № 4. – С. 44–48.

17. Везенцева, А. И. Защитно-декоративные покрытия на основе жидкого стекла / А. И. Везенцева, О. А. Воронцова, Л. Ю. Сахонва, В. Д. Бузанов // Химия, химическая технология и экология. Вестник НТУ «ХПИ». – 2016. – № 22 (1194). – С. 34–38.

18. Лебедева, Е. Ю. Композиционные силикатные краски с улучшенными технологическими свойствами / Е. Ю. Лебедева, О. В. Казьмина // Материалы и технологии новых поколений в современном материаловедении – 2015. – С. 131–135.

19. Шинкарева, Е. В. Однокомпонентная фасадная краска на основе жидкого калиевого стекла производства ОАО «Домановский ПТК» / Е. В.

Шинкарева // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2013. – № 6. – С. 23–25.

**УПРАВЛЕНИЕ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ
ИНФРАСТРУКТУРОЙ И АВТОМОБИЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО
(ТЕХНОЛОГИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ)**

УДК 656.13:338.47

**АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ
КОМПАНИЙ НА РЫНКЕ ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ**

Абрамова В.И., канд. техн. наук, доцент,

Акопьян А.А., магистрант,

Варпахович В.С., магистрант,

«Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования "Балтийский федеральный университет имени
Иммануила Канта"»

г. Калининград, Калининградская область, РФ

viabramova@kantiana.ru, artem.a.a.0805@mail.ru, Workcham@yandex.ru

***Аннотация.** В статье представлен комплексный анализ факторов, определяющих конкурентоспособность автотранспортных предприятий (АТП) на рынке транспортных услуг. Проведено исследование ключевых аспектов конкурентоспособности, таких как: качество предоставляемых услуг, ценовая политика, эффективность логистических стратегий, операций и адаптацию к внешней среде. На основе анализа современных методик оценки (SWOT, PEST анализы) предложены направления повышения устойчивости АТП. Особое внимание уделено роли организационных структур и оптимизации товарных потоков в укреплении рыночных позиций.*

Ключевые слова: конкурентоспособность, автотранспортные услуги, логистика, SWOT–анализ, PEST–анализ, качество услуг, организационная структура.

ANALYSIS OF THE COMPETITIVENESS OF MOTOR TRANSPORT COMPANIES IN THE TRANSPORT SERVICES MARKET

Abramova V.I., Cand. Sc. (Technical), Associate Professor

Akopyan A.A., Master's Student

Varpakhovich V.S., Master's Student

«Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
"Immanuel Kant Baltic Federal University"»

Kaliningrad, Kaliningrad Oblast, Russian Federation

viabramova@kantiana.ru, artem.a.a.0805@mail.ru, Workcham@yandex.ru

Abstract. *The article presents a comprehensive analysis of the factors determining the competitiveness of motor transport enterprises (MTEs) in the transport services market. A study of the key aspects of competitiveness is carried out, including the quality of services provided, pricing policy, the efficiency of logistics strategies and operations, and adaptation to the external environment. Based on the analysis of modern assessment methods (SWOT and PEST analyses), directions for improving the sustainability of MTEs are proposed. Special attention is paid to the role of organizational structures and the optimization of cargo flows in strengthening market positions.*

Keywords: *competitiveness, motor transport services, logistics, SWOT analysis, PEST analysis, service quality, organizational structure.*

Конкурентоспособность автотранспортных компаний (АТК) является критическим фактором их выживания и развития в условиях глобализации рынка транспортных услуг. Под конкурентоспособностью понимается способность компании обеспечивать предложение услуг, превосходящее по совокупности потребительских свойств (качество, стоимость, надежность) предложения конкурентов [1]. Для АТК это подразумевает не только

операционную эффективность, но и стратегическую адаптацию к изменениям внешней среды, включая регуляторные требования, технологические тренды и колебания спроса.

Современный рынок товаров и услуг базируется на механике конкуренции и не способен вовсе функционировать без неё. Она выполняет ключевую функцию — устраняет неравное и нестабильное соотношение спроса и предложения, стабилизируя рынок. Каждый экономический субъект постоянно стремится улучшить качество и количество своих услуг и товаров, заняв более конкурентоспособное место на рынке. Экономический успех такого субъекта зависит от качества анализа и степени точности функционирования в рамках данной механики конкуренции и конкурентоспособности.

Конкуренция — комплексное понятие, но более обширное определение можно сформулировать следующим образом — процесс взаимодействия субъектов на рынке (с использованием различных (конкурентных) преимуществ в отраслях), в ходе которого передовые предприятия, более устойчивые и развитые получают экономический успех. При этом обеспечивается развитие отдельных отраслей рынка и всей экономики в целом.

Конкуренция (от лат. сталкиваться) — это соперничество между членами рыночного хозяйства за наилучшие условия изготовления, купли и реализации продуктов и товаров различного рода производства.

Суммируя вышеописанное, можно сделать вывод, что сущность конкуренции заключается в том, что она является движущей силой для развития рыночной экономики, поскольку стимулирует рыночные предприятия развиваться — «бороться» за клиентов, улучшая аспекты своей деятельности, предлагать новые лучшие услуги, полезные товары, а также улучшать сервис. «Борьба» приводит к снижению цен, и соответственно, сокращению издержек производства, улучшению качества продукции, и, наконец, усилению научно-технического прогресса. К тому же конкуренция определяет цены на товары и услуги, являясь механизмом рыночного регулирования. Таким образом, объёмы и виды продукции, материальные блага распределяются между участниками процесса. Субъект

данного процесса, имеющий высокий уровень сервиса, высокое качество товаров и/или услуг, займёт более высокую нишу в отраслях рыночного соперничества. Проще говоря, цель конкурентоспособного предприятия — предложить лучшее потребителям, затратив меньшее. Это и есть основной принцип конкуренции. Для достижения такой цели, организации стремятся развить конкурентные преимущества, нивелируя недостатки своих предприятий.

Как было сказано выше, конкуренция играет ключевую роль в экономике. Она обладает рядом функций в рамках рыночной экономики.

Функция регулирования отвечает за распределение ресурсов и производственных факторов в зависимости от актуальности сферы потребления, иначе говоря, где существуют наибольший спрос и нужды потребителей (ресурсы и факторы направляются и используются с максимальной эффективностью и минимальными затратами).

Функция размещения играет важную роль в частности. Ресурсы и средства производства концентрируются в местах с наибольшей прибылью и в лучших условиях. Каждое предприятие стремится улучшить эти условия, нарастив прибыль и конкурентоспособность.

При изменении запросов потребителей происходит неизбежное изменение средств производства, стратегий развития предприятий. Организации вынуждены адаптироваться к новым трендам и нишам спроса. Вместе с этим, внедрение инноваций в производство товаров и услуг влечет за собой улучшение производительности труда сотрудников и увеличение общей эффективности функционирования организаций.

Потребители в процессе конкурентной борьбы производителей в конечном итоге получают ресурсы производства и продукции на выгодных условиях или в зависимости от доступности, дефицитности.

Конкуренция формирует справедливые условия борьбы поставщиков и производителей товаров и услуг, не допуская господствующее положение на рынке и ценовой/тарифный диктат, ограничивающий впоследствии и потребителей, и предприятий предоставляющий товары, услуги и сервис.

Описанные выше основные функции конкуренции помогают сформировать понятие конкурентоспособности как таковой. Механизм

конкуренции служит основой для превращения рынка в саморегулирующуюся и самокорректирующуюся систему, а согласованное функционирование всей совокупности рыночных функций обеспечивает общую результативность данного механизма.

Конкурентоспособность — возможность экономического субъекта осуществлять эффективную конкуренцию на конкретном рынке товаров и услуг, максимально результативно осуществляя финансовую, продовольственную и реализационную (предоставление продукции, услуг и сервиса потребителям) деятельность. Чем больше у экономического субъекта конкурентных преимуществ, тем выше конкурентоспособность. Производство конкурентоспособных услуг и товаров определяет жизнестойкость предприятия, его устойчивость на рынке, показывает, насколько успешно предприятие реализовывает трудовой, финансовый и производственный потенциал.

Таким образом, конкурентоспособность на рынке автотранспортных услуг — это способность автотранспортного предприятия (АТП) или организации с развитой логистикой сохранять и усиливать позиции на этом рынке с помощью улучшения конкретных конкурентных преимуществ, включающих саму транспортную продукцию, организацию деятельности и управление, финансы и труд.

Качество транспортных услуг выступает фундаментальным элементом конкурентоспособности. По определению Э. Г. Анфимова, оно включает своевременность доставки, сохранность грузов, гибкость маршрутизации и клиентоориентированность [2]. Исследования С. З. Бекировой подтверждают, что АТК, внедряющие системы менеджмента качества (например, ISO 9001), демонстрируют рост лояльности клиентов и доли рынка [3]. При этом ценовая конкуренция остается значимым фактором, особенно на рынке массовых перевозок. Как отмечает А. Е. Карлик, оптимизация издержек за счет топливной эффективности, управления парком и логистики позволяет снижать тарифы без ущерба рентабельности.

Логистическая стратегия играет ключевую роль в укреплении позиций АТК. Ю.В. Веселова подчеркивает, что интеграция логистических

процессов (транспортировка, складирование, управление запасами) в единую систему повышает гибкость и скорость реагирования на запросы клиентов [4]. Современные тренды, такие как цифровизация грузопотоков и применение интермодальных решений (контейнерные перевозки), становятся конкурентными преимуществами. Н.Ю. Вислобоков отмечает, что оптимизация товарных потоков через ИТ-платформы сокращает простои и повышает загрузку транспорта, напрямую влияя на экономические показатели [5].

Оценка конкурентоспособности требует применения комплексных методик. SWOT-анализ позволяет выявить внутренние сильные и слабые стороны компании (например, квалификация персонала, состояние парка) и внешние возможности/угрозы (рыночный спрос, законодательные изменения). PEST-анализ дополняет эту картину оценкой макросреды (политические, экономические, социальные, технологические факторы). Для АТК критически важны анализ инфраструктурных ограничений и колебаний топливных цен. Результаты такой диагностики служат основой для разработки корректирующих мер.

Организационная структура АТК напрямую влияет на ее адаптивность. Иерархические модели, характерные для крупных холдингов, обеспечивают централизацию контроля, но могут замедлять принятие решений. Гибкие (проектные) структуры, напротив, повышают оперативность, но усложняют координацию. Внедрение кросс-функциональных команд для управления логистическими проектами усиливает клиентоориентированность — ключевой параметр конкурентоспособности.

Экономическая эффективность АТК тесно связана с выбором между использованием собственного и арендованного транспорта. Для сезонных или нестабильных грузопотоков аренда снижает риски простоя, тогда как постоянные маршруты выгоднее обслуживать собственным парком. Анализ производственно-хозяйственной деятельности, включая показатели грузооборота, себестоимости и рентабельности, позволяет принимать обоснованные решения.

Устойчивая конкурентоспособность автотранспортных компаний достигается слиянием ключевых факторов: безусловного качества услуг, цифровизированной логистики и адаптивной организационной структуры.

В качестве практических рекомендаций предлагается системное внедрение стандартов менеджмента качества (ISO 9001), интеграция ИТ–платформ для оптимизации грузопотоков и регулярный стратегический мониторинг (SWOT, PEST анализы) внешней среды. Перспективы дальнейших исследований лежат в области разработки интегральных моделей оценки с учётом влияния актуальных технологий, устойчивости цепочек поставок в условиях нестабильности, а также от создания сети компаний, которые предоставляют широкий спектр логистических услуг и, как следствие, развития мультимодальности.

Список литературы

1. Абалонин, С. М. Конкурентоспособность транспортных услуг. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. 172с.

2. Анфимов, Э. Г. Управление качеством транспортных услуг. – URL:https://spravochnick.ru/upravlenie_kachestvom/upravlenie_kachestvom_transportnyh_uslug/.

3. Бекирова, С. З. Управление конкурентоспособностью автотранспортных услуг / С. З. Бекирова // Перспективные направления развития автотранспортного комплекса: Сборник статей XVII Международной научно–практической конференции, Пенза, 08–09 ноября 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 60–64. – EDN IUUVJMH.

4. Веселова, Ю. В. Роль логистической стратегии в деятельности транспортных предприятий / Ю. В. Веселова // Транспорт и логистика: актуальные вопросы, проектные решения и инновационные достижения: материалы Всероссийской научно–практической конференции, Красноярск, 21 октября 2022 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2023. – С. 150–156. – EDN IGCLJP.

5. Вислобоков, Н. Ю. Оптимизация товарных потоков сбытовой логистики в современных условиях // На пути к гражданскому обществу. 2024. №1 (53). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-tovarnyh-potokov-sbytovoy-logistiki-v-sovremennyh-usloviyah>.

УДК 656.01:338.47

МЕТОДОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РАЗВИТИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Абрамова В.И., канд. техн. наук, доцент,

Акопьян А.А., магистрант,

Петров Д.С., магистрант,

«Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования "Балтийский федеральный университет имени
Иммануила Канта"»

г. Калининград, Калининградская область, РФ

viabramova@kantiana.ru, artem.a.a.0805@mail.ru, pdsKaliningrad@mail.ru

***Аннотация.** В статье рассматриваются проблемы и методологические подходы к оценке качества развития интегрированных транспортных систем в условиях перехода к модели высокоэффективного и сбалансированного роста. Основными компонентами и факторами, определяющими эффективность функционирования и перспективы дальнейшего совершенствования транспорта, являются: инфраструктура, масштабы перевозки грузов и пассажиров, техническая оснащенность и организационные механизмы. Анализируются существующие подходы к измерению качественных характеристик транспортной системы, выявляются недостатки существующих методов и предлагаются новые инструменты оценки. Особое внимание уделено взаимосвязям между качеством транспортного сервиса и социально-экономическим развитием территорий. Предложенная методика интегральной оценки позволяет учесть многообразие и специфику*

регионов, обеспечивая научно обоснованный подход к принятию управленческих решений в сфере транспорта.

Ключевые слова: интегрированная транспортная система; качество развития; качественная оценка эффективности; транспортная инфраструктура; масштаб перевозок; транспортная производительность; метод динамической комплексной оценки; социально–экономическое развитие.

METHODOLOGY FOR COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE QUALITY OF INTEGRATED TRANSPORT SYSTEM DEVELOPMENT

Abramova V.I., Cand. Sc. (Technical), Associate Professor

Akopyan A.A., Master's Student

Petrov D.S., Master's Student

«Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education

"Immanuel Kant Baltic Federal University"»

Kaliningrad, Kaliningrad Oblast, Russian Federation

viabramova@kantiana.ru, artem.a.a.0805@mail.ru, pdsKaliningrad@mail.ru

Abstract. *The article examines the problems and methodological approaches to assessing the quality of development of integrated transport systems in the context of the transition to a model of highly efficient and balanced growth. The main components and factors determining the efficiency of functioning and the prospects for further improvement of transport include infrastructure, the scale of freight and passenger transportation, technical equipment, and organizational mechanisms. Existing approaches to measuring the qualitative characteristics of the transport system are analyzed, the shortcomings of current methods are identified, and new assessment tools are proposed. Special attention is paid to the relationships between the quality of transport services and the socio–economic development of territories. The proposed methodology of integral assessment makes it possible to take into account the diversity and specificity of regions, providing a scientifically grounded approach to managerial decision–making in the transport sector.*

Keywords: *integrated transport system; quality of development; qualitative assessment of efficiency; transport infrastructure; scale of transportation; transport productivity; dynamic comprehensive assessment method; socio-economic development.*

Содействие высококачественному и высокоэффективному развитию интегрированной транспортной системы, реализация дополнительных преимуществ различных видов транспорта и повышение вспомогательной роли интегрированной транспортной системы для социального и экономического развития являются ключевыми проблемами, которые необходимо решить в транспортной отрасли в настоящее время. Комплексная и систематическая оценка технических и экономических характеристик всей интегрированной транспортной системы региона является незаменимым средством содействия ее научному развитию. Он способствует не только более разумной схеме интегрированных перевозок, но и оптимизации распределения транспортных ресурсов. Для достижения комплексного развития страны необходимо обеспечить высококачественное развитие интегрированных перевозок во всех регионах. Интегрированная транспортная система определяется как транспортный комплекс, в котором различные виды транспорта разделены, органично интегрированы, связаны и разумно расположены в соответствии с их техническими и экономическими характеристиками, в рамках обобществленного транспорта и в рамках единого транспортного процесса. С точки зрения распределения ресурсов, качественное развитие заключается в достижении рационального разделения труда и эффективного взаимодействия между различными видами транспорта, чтобы транспортная пропускная способность всей системы могла быть оптимизирована для максимального удовлетворения транспортных потребностей. Эффективность транспорта определяется как максимизация прибыли при минимальных затратах в процессе производства транспорта, что соответствует цели оптимального распределения ресурсов. Суть качественного развития транспорта заключается в эффективном управлении при условии обеспечения безопасности. Следовательно, необходимо

измерять комплексный транспорт и количественно оценивать качество развития отрасли. Принимая во внимание планировку транспортной инфраструктуры и масштабы перевозок, также должны сосредоточиться на комплексной эффективности перевозок.

При разработке транспортной политики следует в полной мере учитывать развитие различных транспортных средств. Экономическое развитие перешло от высокоскоростного роста к высококачественному, и транспортная отрасль, как «артерия» национального экономического роста, также нуждается в «улучшении качества и повышении эффективности». Для того, чтобы точно судить о качестве комплексного развития транспорта, необходимо измерить качество комплексного развития транспорта. Соответствующими учеными с разных точек зрения было проведено большое количество практических исследований в области транспортных измерений. В некоторой литературе подробно рассматривается значение высококачественного развития комплексного транспорта, основанное на плане строительства сильной транспортной страны, и подробно анализируется значение высококачественного развития транспорта и требования времени к высококачественному развитию транспорта в контексте национальных условий [1]. В ряде исследований изучался уровень комплексных транспортных услуг. Некоторые ученые улучшили индекс производительности транспортных услуг (TSI), предложенный американскими учеными для изучения индекса производства транспортных услуг. Помимо измерения транспортных услуг, ученые также смоделировали и проанализировали надежность и качества обслуживания транспортных услуг. В ряде работ проводилась оценка развития интегрированного регионального транспорта и анализировалась степень влияния различных видов транспорта на интегрированный транспорт. Далее была построена модель комплексной оценки для грузовых перевозок и пассажиров. Существует относительно большое количество исследований, измеряющих эффективность транспорта. Например, в литературе предлагается показатель «энергетической продуктивности грузового транспорта» для количественной оценки производительности грузовых перевозок в текущих и будущих грузовых системах и для измерения

эффективности грузовых сетей и предлагает метод определения весов индекса производительности Мальмквиста (MPI) в контексте анализа охвата данных о двойных границах (DEA), измеряющего эффективность перевозок, вводит модель SBM–нежелательности для систематического анализа динамики комплексной эффективности транспорта во временных рядах и предлагает модель DEA и регрессионную модель Тобита для измерения географической комплексной эффективности транспорта [2]. Кроме того, в некоторой литературе также рассматривается измерение эффективности автомобильного и железнодорожного транспорта и обобщил результаты исследований эффективности перевозок гражданской авиации. В некоторой литературе рассматривались экологичные поездки и энергоэффективность в интегрированном транспорте. Например, в литературе построена системная модель энергосбережения и сокращения выбросов в транспортной отрасли посредством системной динамики и обобщены технические пути, которые в наибольшей степени способствуют энергосбережению и сокращению выбросов [3], строит комплексную модель оценки экологически чистого транспорта, подходящего для горных городов [4] и сочетает в себе модель измерения сверхэффективности на основе релаксации (Super-SBM) и индекс Мальмквиста для оценки статической и динамической эффективности выбросов углерода в логистической отрасли. Взаимосвязь между транспортом и экономикой изучалась в ряде работ, при этом в литературе предлагается аналитический подход к изучению влияния транспорта и экономики на железные дороги короткого сообщения, построение системы оценки для изучения адаптации регионального транспорта к экономике и построение модели международных железнодорожных перевозок в Китае и Европе с помощью системной динамики для анализа обратной связи между железнодорожными перевозками и экономической торговлей. В нескольких работах оценивалась безопасность на транспорте, при этом в литературе добавлялись показатели безопасности в качестве нежелательных результатов моделей DEA эффективности транспорта, которые могут отражать больше проблем, чем обычные измерения. В литературе дается оценка обеспечения безопасности на железнодорожном и морском

транспорте и управления рисками, а система оценки факторов риска построена с помощью анализа дерева неисправностей для анализа причин аварий на городском железнодорожном транспорте [4].

В соответствующем исследовании индекса оценки транспорта построение системы измерения, основанной на транспортных ценах в сочетании с объемами перевозок, обходит оценку показателей эффективности транспорта, а выбранные показатели сосредоточены на изменениях масштаба, которые не могут точно отражать качество развития. Обычно используемая оценка эффективности транспорта в основном использует входные и выходные показатели, но получение исходных показателей не завершено, и существует очевидное отставание между затратами и результатами в области транспорта. Сложно напрямую и точно отразить текущее состояние эффективности перевозок, используя для ее оценки входные и выходные показатели. Из-за изменений и флуктуаций, которые невозможно измерить напрямую, описания характера эффективности транспорта не являются прямыми и достаточно точными. Показатели для инфраструктуры и масштаба развития используют приблизительные абсолютные значения без учета географии региона и численности населения. Оценка транспортной безопасности в основном фокусируется на оценке рисков для безопасности персонала, оборудования, руководства и окружающей среды [5], который в основном основан на искусственно созданных «уровнях серьезности», что приводит к относительно субъективным результатам оценки и относительно небольшому количеству официальных статистических данных, публикуемых по транспорту. Следовательно, в данном документе при построении системы измерения показатели оценки безопасности перевозок не включены. Основываясь на приведенном выше обсуждении и стремясь к основным характеристикам качественного развития комплексного транспорта, в настоящем документе основное внимание уделяется повышению эффективности перевозок с учетом пропускной способности и уровня транспортных услуг, то есть за основу берется индекс эффективности использования инфраструктуры. Затем, принимая во внимание распределение инфраструктуры и региональный индекс масштаба

перевозок на душу населения, он строит индекс оценки и модель расчета стоимости для качественного уровня развития комплексного транспорта и анализирует недостаточное развитие комплексного транспорта в Китае.

Для научного и точного определения качества комплексного развития транспорта в стране или регионе сначала необходимо определить соответствующие факторы, влияющие на развитие транспорта. Впоследствии необходимо точно выбрать показатели, в том числе количественные, для характеристики этих факторов. Затем определите комплексный, универсальный и применимый метод оценки потенциала конкретной отрасли. В этом процессе должны использоваться профессиональные процедуры и научные методы, а также некоторые методы, описанные в статьях вдохновляют. Впоследствии эти методы будут применены в практике комплексной оценки перевозок. Он состоит из двух частей:

Одна часть предназначена для анализа факторов, влияющих на уровень развития и качество разработки интегрированных перевозок, путем контроля сущности интегрированных перевозок и построения набора оценочных показателей для качественного развития.

Другая часть состоит в цитировании метода динамической комплексной оценки, объединяющего метод энтропийных значений с моделью двустороннего стимулирования, вводящего фактор стимулирования на основе статической комплексной оценки, построения системы контроля стимулирования модель, объединяющая временные измерения для реализации динамической оценки комплексного развития регионального транспорта.

Чтобы оценить уровень качественного развития интегрированного транспорта, мы должны сначала понять суть качественного развития интегрированного транспорта и проанализировать факторы, влияющие на уровень и качество развития интегрированного транспорта. Интегрированная транспортная система – это сложная система, состоящая из пяти видов транспорта: автомобильного, железнодорожного, водного, гражданской авиации и трубопроводного, а также соответствующих сооружений, масштаба, эффективности, безопасности и других влияющих

факторов. Развитие комплексного транспорта – это динамичный процесс, и основные факторы, такие как экономические и социальные проблемы, транспортные технологии и характеристики спроса, постоянно меняются. Следовательно, система оценки должна всесторонне и объективно отражать текущее состояние комплексного развития транспорта, а также связанные с ним научные тенденции и цели, чтобы она могла определять будущее развитие. Высококачественное развитие интегрированных перевозок, по сути, направлено на достижение эффективной работы различных видов транспорта при обеспечении безопасности. В последнем плане развития транспорта Китая говорится, что «целью высококачественного комплексного развития транспорта является обеспечение лучшей сети объектов, более эффективных транспортных услуг, более передовых технологий и оборудования в дополнение к более надежной охране, более устойчивым моделям развития и более полным возможностям управления», и что «высококачественное развитие подчеркивает изменения качества и эффективности наряду с ростом масштабов».

Для достижения показателя уровня развития качества в интегрированном транспорте необходимо сначала рассмотреть структуру интегрированного транспортного сектора. Комплексный транспорт состоит из различных видов транспорта, таких как автомобильный, железнодорожный, водный и гражданская авиация. Каждый вид транспорта имеет свои особенности и по-разному способствует развитию комплексного транспорта. Следовательно, необходимо проводить скрининг оценочных показателей каждого вида транспорта отдельно, чтобы обеспечить комплексность оценки комплексного транспорта на уровне видов транспорта.

Во-вторых, необходимо определить размеры показателей, влияющих на качественное развитие интегрированного транспорта, в частности, с точки зрения инфраструктуры, масштаба пропускной способности, эффективности транспорта, оценки безопасности и других параметров.

Инфраструктура является необходимым условием для развития транспортного поведения и определяет верхний предел уровня развития транспорта. Развитие региональной транспортной инфраструктуры

определяет масштаб и качество развития транспорта, при этом следует также принимать во внимание географические условия. При оценке развития региональной интегрированной транспортной инфраструктуры необходимо учитывать географический район региона, который подразделяется на плотность дорожной сети, плотность железнодорожной сети, количество причалов в порту и зону обслуживания аэропорта (радиус 100 км). Чем больше значение индекса, тем лучше развивается транспорт в регионе.

Масштаб перевозок может интуитивно отражать объем комплексного развития транспорта, но использование показателя объема не может отражать качество комплексного развития регионального транспорта. Количество жителей как совокупного населения региона также является одним из важных факторов, влияющих на абсолютную величину трафика, поэтому необходимо ввести фактор численности населения в масштабное измерение трафика. При оценке развития региональной комплексной шкалы объема перевозок также следует учитывать демографические факторы. Этот параметр подразделяется на четыре вида транспорта по показателям пассажиропотока и грузопотока на душу населения. Чем больше объем перевозок на душу населения, тем лучше развивается транспорт в регионе.

Эффективность транспортировки определяется как получение максимальной прибыли при минимальных затратах в процессе транспортировки, а повышение эффективности помогает оптимизировать распределение ресурсов, добиться снижения транспортных затрат и улучшить качество разработки. При оценке развития регионального комплексного объема перевозок пассажирооборот и грузооборот единичных транспортных объектов используются для характеристики пассажирооборота и грузооборота автомобильных дорог и водных путей. Из-за особенностей режимов управления железные дороги и гражданская авиация характеризуются пассажирооборотом и грузооборотом, оборачиваемостью единицы пробега и единицы взлета и посадки. Чем выше удельный оборот, тем лучше развивается эффективность перевозок в регионе. Измерение безопасности основывается на искусственно созданных "уровнях серьезности» для оценки, что приводит к относительно

субъективным результатам оценки. Более того, в официально публикуемой статистике мало показателей транспортной безопасности, поэтому в данной статье при построении системы измерений показатели оценки транспортной безопасности не включены.

Измерение качества комплексного развития транспорта рассматривается с нескольких аспектов строительства инфраструктуры, масштаба пропускной способности и эффективности транспорта. При построении системы оценки из-за различий абсолютные количественные показатели не могут достоверно отражать качественное развитие комплексной транспортной отрасли в разных регионах, поэтому площадь региональных административных подразделений и количество жителей в целом объединяются с абсолютными количественными показателями инфраструктуры и масштабными измерениями развития, соответственно, для получения относительных оценочных показателей и построения системы индексов.

Список литературы

1. Руськина, И. Е. Управление логистическими потоками транспортных предприятий / И. Е. Руськина, О. М. Сярдова // Экономика и социум. – 2016. – № 5-3(24). – С. 463-466.

2. Сусликов, А. А. Проблемы экспортного контроля в системе государственного управления антитеррористической деятельностью и пути их решения / А. А. Сусликов // Управление в современных системах. – 2016. – № 3(10). – С. 17-23.

3. Федоров, Л. С. Транспортная логистика (логистический менеджмент на транспорте). Научный журнал. — 2021. — № 4. — С.13–96.

4. Хатеев, И. В. К вопросу о необходимости разработки системы показателей эффективности логистической информационной системы предприятия // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер.: Экономика и менеджмент. – 2011. – №8. – С. 178–182.

5. Шамис, В. А. Рассмотрение логистического подхода к управлению материальными потоками / В. А. Шамис // NovaInfo.Ru. – 2016. – Т. 1, № 49. – С. 218-221.

УДК 656.1

**ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПИСАНИЯ МАРШРУТОВ ТРАНСПОРТНО-
ПЕРЕСАДОЧНОГО УЗЛА МЕТАЭВРИСТИЧЕСКИМ
АЛГОРИТМОМ МЕТОДОМ МУРАВЬИНЫХ КОЛОНИЙ**

Мирзакамалов Ш.Ш., студент, **Манахов Ф.Е.**, студент,
Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта,
г. Калининград, РФ

smirzakamalov@gmail.com, cool.manakhov@inbox.ru

Научный руководитель: **Абрамова В.И.**, канд. техн. наук, доцент,
Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта,
г. Калининград, РФ

viabramova@kantiana.ru

***Аннотация.** В фокусе данного исследования находится задача калибровки графиков движения общественного транспорта, маршруты которого интегрированы в рамках одного мультимодального хаба. Основной фокус настоящей работы сконцентрирован на решении проблемы сокращения пассажирских задержек. Оптимальный путь решения лежит в координации временных интервалов прибытия и отправки транспортных единиц, следующих по разным линиям. В рамках поиска решения поставленной задачи целесообразно обратиться к метаэвристическому инструментарию. Речь идет о методе, который имитирует коллективное поведение муравьев в природе. Настоящее исследование посвящено разбору фундаментальных механизмов, лежащих в основе алгоритма, который эмулирует стратегию муравьиной колонии в процессе нахождения наиболее эффективного маршрута. В рамках последующего изложения будет представлен детальный разбор процедур, связанных с калибровкой и тонкой настройкой рассматриваемого инструментария. Процедура нацелена на кастомизацию под узкую практическую цель: создание оптимального расписания транспортных*

потоков. Эффективность представленной методологии в первую очередь обусловлена её устойчивостью в средах с преобладающей неопределённостью. В отличие от классических подходов, чья результативность падает при расширении области поиска, рассматриваемый алгоритм сохраняет работоспособность и в обширных пространствах. Гибкость этой системы выступает важнейшим достоинством, открывая перспективу для интеграции в процесс принятия решений множества переменных из внешней среды. Предложенный алгоритм позволяет сформировать расписание, максимально приближенное к оптимальному. Совокупный временной ресурс, расходуемый пассажирами в процессе перемещения, претерпевает существенное сокращение. Подобная методология способствует оптимизации эксплуатационных показателей, затрагивающей как автопарк, так и сопутствующие объекты транспортной сети. Реализация предложенных мер кардинально меняет сервисную среду транспортно-пересадочных узлов, выводя её на принципиально иную ступень развития.

Ключевые слова: *транспортно-пересадочный узел (ТПУ), оптимизация расписания, общественный транспорт, время ожидания, метаэвристический алгоритм, метод муравьиных колоний, синхронизация маршрутов.*

OPTIMIZATION OF THE ROUTE SCHEDULE OF A TRANSPORT HUB BY A METAHEURISTIC ALGORITHM BASED ON THE ANT COLONY METHOD

Scientific supervisor: **Abramova V.I.**, Cand. Sc. (Technical),

Associate Professor,

viabramova@kantiana.ru

Mirzakamalov Sh.Sh. MA student, **Manakhov F.E.** MA student

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russian Federation

smirzakamalov@gmail.com, cool.manakhov@inbox.ru

Abstract. *This study focuses on the task of calibrating public transport schedules, which are integrated within a single multimodal hub. The main objective of this work is to reduce passenger delays. The optimal solution lies in coordinating the arrival and departure times of vehicles on different lines. To address this challenge, a metaheuristic approach is proposed. This method simulates the collective behavior of ants in nature. This study focuses on analyzing the fundamental mechanisms underlying the algorithm that emulates the ant colony strategy in finding the most efficient route. In the following sections, we will provide a detailed explanation of the procedures involved in calibrating and fine-tuning the toolset. This procedure aims to customize the toolset to meet the specific requirements of the user.*

Keywords: *transport hub, schedule optimization, public transport, waiting time, metaheuristic algorithm, ant colony optimization method, route synchronization.*

Общественный транспорт выступает в роли жизненно важного скелета для любого современного города, без которого его инфраструктура попросту не сможет функционировать. Уровень мобильности горожан определяется эффективностью этой сложной сети: именно она обеспечивает оперативное перемещение, сводя к нулю вынужденное времяпрепровождение на автобусных и трамвайных остановках [1].

Проблема затяжных задержек в транспортно-пересадочных узлах имеет глубокие корни. Их источником служит отсутствие слаженного механизма, который бы обеспечил синхронизацию расписаний. Речь идет не просто о маршрутах внутри одной транспортной системы, но прежде всего о согласовании графиков на пересечении различных видов перевозок. Ситуацию усугубляет асинхронность пассажирских потоков, возникающая под влиянием целого комплекса внешних факторов [2].

Разработка оптимального расписания преследует цель достижения максимальной эффективности транспортных операций. Центральным элементом здесь выступает обеспечение пассажирам комфортного и оперативного передвижения. Одновременно перед планировщиками встает

сопоставимая по сложности проблема — необходимость координации маршрутов разнотипных транспортных модулей, что в конечном счете конституирует единую логистическую архитектуру [3].

Обзор современных исследований в области оптимизации транспортных расписаний выявляет явный приоритет конкретной методологической парадигмы. В текущей научной дискуссии инструментарий, базирующийся на моделировании поведения колоний муравьев, рассматривается как наиболее результативный подход [4].

Метаэвристические алгоритмы выступают в роли универсального инструментария, когда речь заходит о нетривиальных оптимизационных вызовах — планировании маршрутов или составлении расписаний. Их действенность зиждется на впечатляющей результативности. В противовес им, точные методы при столкновении с задачами значительного масштаба поглощают непомерные объемы вычислительной мощности и временные ресурсы. Метаэвристики же справляются куда оперативнее. Истинная сила этих подходов раскрывается в обстановке неполноты данных или высокой неопределенности: они демонстрируют редкую способность находить решения, сколь угодно близкие к идеальным. Гибкость и врожденная адаптивность к изменчивым условиям и наделяют их непреходящей практической ценностью для прикладных задач.

Алгоритм, основанный на принципах самоорганизации муравьиных колоний, предлагает комплексное решение для двух взаимосвязанных задач: формирования первичной маршрутной карты и её последующей адаптивной корректировки. Его суть заключается в цифровой симуляции биологического процесса, где насекомые коллективно находят кратчайший путь к источнику пропитания. Применительно к планированию графиков это трансформируется в поиск идеально выверенной очередности посещения заданных объектов. Результатом подобной оптимизации становится радикальное уменьшение холостых пробегов и вынужденных простоев транспортных средств.

Алгоритм, построенный на принципах функционирования муравьиной колонии, имитирует процесс перемещения этих насекомых

между узлами транспортной системы. Каждый автономный агент, по аналогии с муравьём, в процессе выбора следующего пункта маршрута действует в рамках жёстко заданного алгоритма. На выбор конкретного маршрута влияют два фактора. Первый — это сила феромонной метки, отложенной на различных вариантах пути. Второй фактор — эвристическая информация, касающаяся характеристик предстоящего отрезка дороги. В результате многократного прохождения цикла формируется динамическая карта феромонов. Успешные маршруты последовательно усиливаются, в то время как неэффективные альтернативы постепенно исчезают — этому способствует механизм испарения. Согласованная работа множества агентов наделяет транспортную систему способностью не просто находить наиболее эффективные маршруты. Параллельно с этим она выявляет уязвимые участки логистической цепи, требующие безотлагательного корректирующего воздействия.

По завершении процесса моделирования отбирается маршрут, показавший максимальную эффективность при использовании алгоритма муравьиных колоний. Именно этот вариант становится базой для формирования расписания движения, конечная цель которого — предельно сократить суммарные временные затраты на пассажирские перевозки.

Алгоритм, вдохновлённый принципами функционирования муравьиных колоний, демонстрирует существенное превосходство — он эффективно выявляет оптимальные маршруты даже при колоссальном количестве возможных вариантов. Гибкость выступает его фундаментальным свойством: предложенная модель оперативно адаптируется к динамичным изменениям, будь то перепланировка существующего пути или интеграция нового узла в логистическую систему.

Алгоритм, основанный на поведении муравьиных колоний, демонстрирует высокую эффективность при решении задач календарного планирования в транспортных сетях. Использование данного подхода позволяет достичь оптимального распределения ресурсов в условиях дефицита времени, что ведет к заметному сокращению эксплуатационных издержек. Наиболее важным результатом становится существенное

уменьшение времени, которое пассажиры вынуждены проводить в ожидании.

Список литературы

1. Горохова, Е. С. Оптимизация расписания городского пассажирского транспорта / Е. С. Горохова, Е. А. Кочегурова // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине : сборник научных трудов III Международной научной конференции, Томск, 23–26 мая 2016 года. Том Часть 2. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – С. 574-576.

2. Андронов, С. А. Синхронизация расписаний в пересадочном узле в среде PTV Visum / С. А. Андронов, О. В. Ульвачева // Системный анализ и логистика. – 2022. – № 2(32). – С. 73-87. – DOI 10.31799/2077-5687-2022-2-73-87.

3. Аземша, С. А. Оценка эффективности оптимизации расписания движения городского пассажирского транспорта на дублирующих участках / С. А. Аземша, И. Н. Кравченя // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2021. – Т. 18, № 1(77). – С. 72-85. – DOI 10.26518/2071-7296-2021-18-1-72-85.

4. Горохова, Е. С. Формирование расписания пассажирского транспорта с помощью муравьиного алгоритма / Е. С. Горохова, Е. А. Кочегурова // Молодёжь и современные информационные технологии : Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Томск, 09–13 ноября 2015 года / Под редакцией Т. Е. Мамоновой. Том 1. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – С. 122-123.

УМНЫЙ ГОРОД

Научный руководитель: **Абрамова В. И.**, канд. техн. наук, доцент,

viabramova@kantiana.ru

Мирзакамалов Ш. Ш., студент, **Манахов Ф.Е.**, студент

Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта,

г. Калининград, РФ

smirzakamalov@gmail.com, cool.manakhov@inbox.ru

***Аннотация.** В статье обосновывается злободневность исследуемой проблематики и определяются ее целевые ориентиры. Автор раскрывает содержание понятия «умный город», обращаясь к истории его терминологического закрепления. Принципы функционирования такого города изложены последовательно и проиллюстрированы схематически. Представленная концептуальная модель SCCM также подвергнута анализу и снабжена графическим изображением. В завершение детально взвешиваются сильные и слабые стороны реализации концепции умного города.*

***Ключевые слова:** умный город; концепт модели; принципы функционирования; преимущества; недостатки; взаимодействие; технологии; инновации.*

SMART CITY

Scientific supervisor: **Abramova V. I.**, Cand. Sc. (Technical), Associate

Professor, *viabramova@kantiana.ru*

Mirzakamalov Sh. Sh., MA student, **Manakhov F.E.** MA student

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russian Federation

smirzakamalov@gmail.com

Abstract. *The article discusses the relevance of the topic and its purpose. It gives an idea of what a smart city implies and when it was first used as a term. The principles of smart city are analyzed step by step and presented in the form of a scheme. The concept of the model (SCCM) is also analyzed and shown along with the scheme. The advantages and disadvantages of smart city are discussed in detail.*

Keywords: *smart city; model concept; principles of functioning; advantages; disadvantages; interaction; technologies; innovations.*

Технологические инновации пронизывают и трансформируют человеческое существование, затрагивая каждый его этап.

Подобно тому, как творческая мысль служит главной движущей силой прогресса отдельной личности и цивилизации в целом, аналогичные процессы наблюдаются в эволюции городской среды. Появление передовых технологических решений и инновационных подходов диктует потребность в адаптации сложившихся городских пространств под изменившийся уклад повседневности. В ряде ситуаций это влечёт за собой даже проектирование принципиально новых поселений. Именно в этом контексте зарождается и получает распространение концепция «умного города».

Понятие «умный город» (Smart city) впервые появилось в научном дискурсе в 1994 году. Этот период характеризовался активным фокусом исследователей на возможностях, которые открывали перед городской инфраструктурой новейшие информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) [7].

Концепция «умного города» предполагает внедрение передовых технологических решений и инноваций, направленных на кардинальное повышение качества жизни населения. Её конечная цель — формирование максимально комфортных условий существования и оптимизация управления всеми элементами городской инфраструктуры [4]. Данная модель нацелена на создание интеллектуальной среды, в которой информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) радикально трансформируют городское хозяйство. В такой среде муниципальные

службы функционируют с повышенной эффективностью, а экологическая обстановка становится более благоприятной. В итоге достигается слаженное взаимодействие различных сфер городской жизни, поддающееся при необходимости оперативному мониторингу и корректировке.

Однако концепция умного города выходит за рамки простого технологического обновления городских процессов. Её сущность заключается в ориентации на человека, где конечной целью выступает не автоматизация ради автоматизации, а существенное повышение качества городской среды. Это подразумевает создание условий для устойчивого развития, обеспечение безопасности граждан и формирование комфортной жизненной среды. В своей основе умный город — это сложная система, нацеленная на рациональное переустройство жилищного фонда и всей пространственной организации городского хозяйства [6].

Концепция современного умного города выходит за рамки простого технологического оснащения. Он предстает как целостная экосистема, в которой экономические процессы и человеческая деятельность не просто сосуществуют, а тесно переплетаются с цифровой и физической инфраструктурой. Это сложное взаимодействие порождает синергию, наделяющую город свойствами живого, адаптирующегося организма.

Фундаментальной основой концепции умного города выступает интернет, обеспечивающий всестороннее взаимодействие городских систем как между собой, так и с окружающим миром. Параллельно с этим критическое значение приобретает искусственный интеллект. Его функционал заключается в непрерывном сборе данных через распределенную сеть датчиков и последующем анализе, что позволяет выявлять и нивелировать недостатки в работе городской инфраструктуры [3].

Функционирование умного города базируется на шести основополагающих принципах, представленных на рисунке 1 [1]:



Рисунок 1 - Основополагающие принципы умного города

1. Концепция умной экономики предполагает повсеместное внедрение передовых технологий, в первую очередь информационно-коммуникационных, в промышленные процессы. Её ядро составляют сектора, где ИКТ интегрированы на всех стадиях производства для достижения максимальной операционной эффективности и усиления рыночных позиций.

2. Категория «умные люди» описывает сообщество, характеризующееся не только высоким уровнем образованности и профессиональной компетентности, но и активной гражданской позицией, вовлечённостью в социально-политическую жизнь мегаполиса.

3. Умное проживание определяется как состояние, при котором достигается комплексное развитие ключевых составляющих качества жизни. Сюда входят сферы здравоохранения, образования, культуры, жилищно-коммунального хозяйства и общественной безопасности.

4. Умная мобильность — это транспортные системы нового поколения, отличающиеся устойчивостью, инновационностью и безопасностью. Их функционирование базируется на ИКТ-инфраструктуре и нацелено на оптимизацию транспортных потоков и повышение повседневной мобильности горожан.

5. Умная окружающая среда концентрируется на формировании комфортной жизненной среды для горожан, одновременно реализуя комплекс природоохранных мер.

6. Сущность умного управления заключается в перераспределении полномочий и децентрализации власти среди социальных институтов. Данный принцип служит фундаментом для их кооперации в рамках концепции умного города.

Взаимодействие разнородных компонентов городской инфраструктуры организуется на основе концептуальной модели умного города (Smart city concept model, SCCM). Данный подход позволяет преодолеть проблему несовместимости, неизбежно возникающую при использовании автономных моделей и разрозненных наборов данных от каждого элемента. Ключевая функция SCCM заключается в обеспечении совместимости через унификацию: стандартизируются уровни представления, модели и структуры описания данных.

В рамках модели SCCM данные распределены по четырем уровням, что отражено на рисунке 2 [5]:



Рисунок 2 - Степени представления данных в модели

1. Стратегическое измерение формирует концептуальную картину ожидаемых результатов, демонстрируя их взаимосвязь с генеральными целями, планами и стратегическими установками.

2. Аналитическое измерение представляет собой процедуру исследования экосистемы данных для обнаружения скрытых закономерностей, корреляционных связей и устойчивых трендов. В его сферу входит также прогнозирование и оценка как текущих, так и планируемых трансформаций в рамках цифровизации.

3. Критическое измерение обеспечивает мониторинговое информирование. Оно охватывает наблюдение за инцидентами и отслеживание ситуаций в реальном времени в разнородных инфраструктурах, а также фиксирует потоки информации между ними.

4. Операционное измерение описывает характеристики и атрибуты сущностей, выделяемые в конкретных прикладных областях.

Концепция умного города предполагает глубокую интеграцию технологических решений и информационных потоков, нацеленную на оптимизацию транспортной инфраструктуры. Ключевыми элементами данной интеграции выступают системы управления дорожным движением, сервисы предоставления актуальных данных о транспорте, безналичные способы оплаты проезда и интеллектуальные решения для парковки. Подобный комплексный подход ведет к повышению доступности и эффективности общественного транспорта, одновременно снижая время простоев и общую загруженность магистралей [2].

Концепция умного города открывает возможность внедрения интеллектуальных систем управления отходами. Такие системы нацелены на оптимизацию процессов сбора, последующей переработки и финальной утилизации мусора. В результате достигается двойной эффект: сокращается уровень загрязнения природной среды и укрепляется экологическая устойчивость городской среды.

Концепция умного города также предполагает развертывание специализированных цифровых платформ и программных приложений.

Эти инструменты открывают для жителей возможность прямого диалога с муниципальными структурами, обмена данными и вовлечения в

процессы городского управления. Подобная вовлеченность закономерно ведет к активизации гражданской позиции, что, в свою очередь, положительно сказывается на субъективном ощущении комфорта и благополучия в городской среде.

Немаловажно и то, что концепция умного города формирует плодотворную почву для инновационной и предпринимательской активности. Такая среда закономерно привлекает капиталовложения, стимулирует становление цифровой экономики и ведет к появлению дополнительных вакансий.

Концепция умного города целенаправленно работает на сокращение антропогенной нагрузки на природу. Внедрение энергосберегающих решений, масштабирование альтернативной энергетики и жесткий контроль за эмиссией загрязняющих веществ — вот практические инструменты этой стратегии. Их совокупное действие не только минимизирует уровень загрязнения, но и укрепляет устойчивость городской экологической системы.

Концепция умного города базируется на внедрении интеллектуальных систем энергоменеджмента, обеспечивающих оптимизацию электропотребления и минимизацию финансовых затрат. Комплексный подход к энергоэффективности реализуется посредством интеграции smart-счетчиков, высокопроизводительных технологических решений и автоматизированных систем управления пиковыми нагрузками, что в результате способствует рациональному использованию энергоресурсов и снижению нагрузки на энергетическую инфраструктуру.

Концепция умного города предполагает комплексную цифровизацию здравоохранения через внедрение передовых технологических решений, включающих электронный документооборот медицинской документации, дистанционные консультативные сервисы и системы непрерывного мониторинга физиологических параметров. Интеграция данных инновационных инструментов обеспечивает качественно новый уровень медицинского обслуживания населения, существенно расширяя доступность специализированной помощи и оптимизируя нагрузку на традиционные лечебно-профилактические учреждения.

В парадигме умного города происходит фундаментальное переосмысление образовательного пространства посредством интеграции передовых технологических решений. Реализация данной концепции охватывает создание цифровых образовательных экосистем, генерацию адаптивного учебного контента и имплементацию многоуровневых систем образовательного менеджмента. Данная структурная модернизация способствует качественной оптимизации педагогического процесса, демократизации доступа к академическим ресурсам и планомерному развитию цифровых компетенций у представителей подрастающего поколения.

Комплексное внедрение высокоскоростного интернет-соединения и оптимизация мобильных телекоммуникаций в рамках концепции "умного города" обеспечивают непрерывность информационного взаимодействия и беспрепятственный доступ к цифровым ресурсам для всех категорий городского населения вне зависимости от их территориальной локации.

Комплексная интеграция систем мониторинга и управления водными ресурсами в рамках концепции умного города обеспечивает прецизионный контроль водопотребления при одновременном оперативном детектировании аварийных утечек и минимизации непроизводительных потерь. Подобная оптимизация водохозяйственного комплекса способствует формированию устойчивой модели ресурсопользования, существенно снижающей антропогенное воздействие на природные экосистемы.

Комплексная система обеспечения безопасности в концепции умного города базируется на интеграции передовых технологических решений, включающих распределенную инфраструктуру видеомониторинга, многоуровневую сенсорную сеть и высокопроизводительные аналитические комплексы. Синергетический эффект данных компонентов позволяет осуществить переход от констатации к превенции угроз посредством оперативной локализации инцидентов, предупреждения противоправных действий и качественно нового уровня поддержания общественного порядка. Фундаментальными элементами архитектуры безопасности выступают непрерывный мониторинг публичных

пространств, автоматизированные алгоритмы идентификации и реагирования на чрезвычайные ситуации, а также предиктивные модели оценки потенциальных рисков, что в совокупности формирует принципиально новую парадигму защищенности урбанистической среды.

Современная парадигма умного города базируется на создании многоуровневой экосистемы, интегрирующей разнообразные аспекты городской инфраструктуры в единое пространство повышенной комфортности. Комплексный подход к организации урбанистической среды охватывает широкий спектр сервисных и рекреационных компонентов, включая ландшафтно-парковые ансамбли, спортивно-оздоровительные кластеры, объекты культурного назначения и досуговые центры. Приоритетным вектором развития выступает обеспечение всеобъемлющей социальной инклюзивности, гарантирующей универсальную доступность городской инфраструктуры для всех категорий населения, с особым акцентом на создание безбарьерной среды для маломобильных групп граждан.

Интегрированные системы комплексного мониторинга и управления выступают системообразующим элементом концепции умного города, обеспечивая непрерывное отслеживание состояния всех компонентов урбанистической инфраструктуры - от транспортно-логистических узлов до инженерных коммуникаций и объектов жилищно-коммунального хозяйства. Данный технологический подход, основанный на превентивной диагностике и оперативном реагировании, позволяет минимизировать эксплуатационные издержки при одновременном повышении эффективности обслуживания городских систем.

Интеграция цифровых решений и тотальная агрегация данных в контексте урбанистической цифровизации актуализирует фундаментальные проблемы информационной безопасности и защиты конфиденциальности. Масштабная консолидация персональных сведений формирует существенные риски их несанкционированного раскрытия и деструктивного использования.

Технологическая интеграция городской среды, базирующаяся на внедрении интеллектуальных систем управления и коммуникационной

инфраструктуры, формирует устойчивую корреляцию между уровнем цифровизации и качеством жизни населения. Данная взаимообусловленность служит катализатором цифровой стратификации общества ввиду дифференцированного доступа различных социальных групп к ключевым информационным ресурсам, что приводит к амплификации существующих социально-экономических дисбалансов вместо их нивелирования.

Имплементация и поддержание инфраструктурного комплекса интеллектуальной городской среды сопряжены с масштабными капиталовложениями, формирующими существенный экономический барьер при интеграции сенсорного оборудования, телекоммуникационных сетей и сопутствующих технологических решений. Данное обстоятельство представляет особую значимость для муниципальных образований с ограниченным бюджетным потенциалом.

Функционирование интеллектуальных городских инфраструктур существенно зависит от надежности технических систем и стабильности коммуникационных каналов, сбои в которых способны привести к полной дезорганизации управленческих процессов. Архитектура "умного города", базирующаяся на интенсивной обработке масштабных информационных потоков и сетевой интеграции компонентов, по своей сути характеризуется повышенной восприимчивостью к кибернетическим атакам. При этом нарушение целостности защитных механизмов может повлечь как критические сбои в работе ключевых систем, так и утечку конфиденциальных данных.

Стабильное энергообеспечение выступает фундаментальным условием функциональной целостности интеллектуальной городской инфраструктуры, поскольку малейшие флуктуации в электроснабжении неизбежно провоцируют каскадные нарушения в работе ключевых систем жизнеобеспечения мегаполиса.

Имплементация автоматизированных систем и алгоритмических решений в экосистему интеллектуальной городской среды сопряжена с потенциальной деструкцией традиционного рынка труда, преимущественно в секторах, допускающих полномасштабную роботизацию

производственных процессов. Данная технологическая трансформация может катализировать комплекс социально-экономических дисбалансов, проявляющихся в увеличении показателей незанятости населения и последующем снижении материального благополучия социально уязвимых категорий граждан.

Комплексность инфраструктурного базиса и многоуровневых систем администрирования, лежащих в основе концепции умного города, обуславливает необходимость их непрерывного технического сопровождения и планомерного обновления. Возникающие при этом организационно-эксплуатационные вызовы существенно обостряются в условиях межведомственного взаимодействия и координации множества автономных сервис-провайдеров.

В условиях интенсивной цифровизации городской среды и внедрения автоматизированных систем наблюдается тенденция к деградации традиционных форм социального взаимодействия, что влечет за собой ослабление межличностных связей и потенциальное снижение качества жизни, особенно среди категорий населения, испытывающих затруднения в освоении цифровых инноваций либо демонстрирующих неготовность к их принятию.

Несмотря на значительные финансовые издержки и риски, концепция умного города выступает приоритетным вектором урбанистического развития, открывающим широкие возможности для качественного преобразования городской среды и самореализации жителей. При этом успешная имплементация инновационных решений требует не только консолидации усилий всех стейкхолдеров, но и преодоления ключевого барьера - дефицита капитальных ресурсов в муниципальных и региональных бюджетах, необходимых для поэтапной цифровой трансформации городской инфраструктуры.

Список литературы

1. Будко, А. С. Тенденции развития города Краснодара как "Умного города" / А. С. Будко // Конференциум АСОУ: сборник научных трудов и материалов научно-практических конференций. – 2018. – № 4. – С. 72-76.

2. Буйлова, М. В. Совершенствование подходов к формированию маршрутной сети общественного городского транспорта / М. В. Буйлова // Транспорт и логистика устойчивого развития территорий, бизнеса, государства (драйверы роста, тренды и барьеры): Материалы II Международной научно-практической конференции, Москва, 30 марта 2023 года. – Москва: Государственный университет управления, 2023. – С. 46-48.

3. Макаревич, И. В. Концепция "Умный город" на примере города Сингапур / И. В. Макаревич // Устойчивое развитие науки и образования. – 2019. – No 3. – С. 29-31.

4. Рослова, Е. Ю. Проблемы внедрения концепции «умный город» в города Российской Федерации / Е. Ю. Рослова // Актуальные вопросы современной экономики. – 2023. – No 1. – С. 273-277.

5. Сысоева, Л. А. Применение концептуальной модели умного города (SCCM) для унификации характеристик данных в инфраструктуре умного города / Л. А. Сысоева // Актуальные проблемы управления: Сборник статей Всероссийской научной конференции, Москва, 22 апреля 2021 года. – Москва: Российский государственный гуманитарный университет, 2021. – С. 38-45.

6. Фомичева, Е. В. Повышение эффективности инфраструктуры городов Сибири и Дальнего Востока за счет внедрения концепции "умный город" / Е. В. Фомичева, П. А. Фомичев // Творчество и современность. – 2021. – No 2(15). – С. 13-21. – doi: 10.37909/2542-1352-2021-2002.

7. Цай, К. А. Анализ технологий умного транспорта как части экосистемы концепции “Умный город” в городе Владивосток / К. А. Цай, Д. М. Паутова // Новая экономика, бизнес и общество: Материалы Апрельской научно-практической конференции молодых учёных, Владивосток, 23 марта – 16 2023 года / Отв. редакторы А.А. Волков, Е.А. Тюрина, М.В. Усова. – Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2023. – С. 1177-1183.

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОДИТЕЛЬ-АВТОМОБИЛЬ-ДОРОГА-СРЕДА

Бойко Е.А., канд. пед. наук, заведующий кафедрой управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
doc24elena@bk.ru

Бойко Н.З., канд. техн. наук, директор Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
boartfzl@mail.ru

Болоташвили З.У., канд. техн. наук, доцент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
zurab.bolotashvili.72@bk.ru

***Аннотация.** В материалах изложенной научной публикации авторами проведен глубокий анализ обеспечения эффективного и безопасного функционирования системы водитель-автомобиль-дорога-среда (ВАДС). Построены логическая блок-схема элементов и подсистем анализируемой системы ВАДС, блок-схема психологической характеристики деятельности водителя ТС и блок-схема взаимодействия информационных и познавательных психологических процессов. На основании представленных блок схем выявлены основные рычаги воздействия на систему ВАДС с целью снижения ДТП.*

***Ключевые слова:** водитель-автомобиль-дорога-среда (ВАДС); блок-схема; дорожно-транспортные происшествия (ДТП); психологическая характеристика; безопасность дорожного движения.*

SCIENTIFIC JUSTIFICATION OF THE FUNCTIONING OF THE DRIVER-CAR-ROAD-ENVIRONMENT SYSTEM

Boiko E.A., Cand. Sc. (Pedagogy), Head of the Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation
doc24elena@bk.ru

Boiko N.Z., Cand. Sc. (Technical), Director of the Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR,
Russian Federation
boartfzl@mail.ru

Bolotashvili Z.U., Cand. Sc. (Technical), Associate Professor at the Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation
zurab.bolotashvili.72@bk.ru

Abstract. *In this scientific publication, the authors provide an in-depth analysis of the effective and safe operation of the driver-vehicle-road-environment system (DVRE). A logical flowchart of the elements and subsystems of the analyzed DVRE system, a flowchart of the psychological characteristics of vehicle driver activity, and a flowchart of the interaction of information and cognitive psychological processes are constructed. Based on these flowcharts, the key levers for influencing the DVRE system to reduce accidents are identified.*

Keywords: *driver-vehicle-road-environment (DVRE); flowchart; road accidents (RADs); psychological characteristics; road safety.*

Для обеспечения эффективного и безопасного функционирования системы водитель-автомобиль-дорога-среда (ВАДС) необходимо совершенствовать подготовку водителей, улучшать конструкцию и

Автомобиль, водитель и дорога представляют собой части объективно существующего единого целого – системы водитель – автомобиль – дорога – среда (ВАДС). Наиболее удобно исследовать один из элементов этой системы вне его связи с другими элементами. Для получения объективных данных в практических целях (повышение надежности) необходимо рассмотреть единое целое – систему ВАДС.

421

В Строительных нормах и правилах [9] для проектирования дорог учитывают три фактора – условия строительства, транспортные средства и особенности водителя. Известно, что влияние оптимальных условий для обеспечения безопасности движения отражается слагающими данного комплекса.

Четвертый фактор – окружающая среда, пока еще учитывается не в полной мере, так как нормативы на элементы трассы устанавливают для идеального состояния проезжей части и хорошей погоды.

Влияние дороги на безопасность движения имеет две составные части:

- постоянную, определяемую геометрией трассы и земляного полотна;
- переменную, зависящую от непрерывно изменяющихся природных факторов, климатических условий, времени года и суток.

Дорога влияет на условия движения непосредственно через элементы ее трассы, качество покрытия и создаваемое у водителей представление о необходимом режиме движения. А также в связи с большой консервативностью дороги ее роль в комплексе автомобиль – дорога – водитель пассивна.

На данный момент времени по мере роста интенсивности движения и появления транспортных средств нового поколения (более грузоподъемных, с более мощными двигателями и, как следствие, скоростями) постепенно возрастает разрыв между транспортно-эксплуатационными качествами дороги, составом и интенсивностью движения ТС. Верное назначение нормативов на элементы трассы как бы резервирует длительность срока нормальной службы дороги.

Влияние ТС на безопасность движения определяется совершенством его тяговых и тормозных качеств, способностью быстрого торможения без заноса, а также особенно важной для современных автобусов и большегрузных автомобилей возможностью вписываться в изогнутые малых радиусов на горных дорогах, а для автопоездов – следовать в пределах своей полосы движения на проезжей части согласно дорожной

разметки и дорожных знаков. Отдельные конструктивные особенности ТС, например недостаточная управляемость и большой увод шин, могут повысить опасность ДТП.

Надежность ТС как элемента системы ВАДС определяется единичными и комплексными показателями. Единичные показатели – безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Комплексные показатели безотказности (для восстанавливаемых объектов) – вероятность безотказной работы, среднее число отказов, наработка на отказ, характеристика и параметр потока отказов. Основные показатели безопасности для невосстанавливаемых и восстанавливаемых изделий – вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов. Опасные для удобства людей и сохранности автомобиля отказы автомобиля в большинстве случаев связаны с нарушениями безопасности дорожного движения.

Вышеуказанные отказы можно классифицировать как:

- катастрофы (ДТП, заканчивающиеся гибелью людей и уничтожением автомобиля);
- аварии (ДТП с тяжелыми травмами людей и серьезными повреждениями автомобиля);
- крупные ДТП (люди получают средние и легкие травмы, требующие амбулаторной помощи);
- мелкие ДТП (травмы людей отсутствуют или ограничиваются мелкими царапинами или ушибами).

В случае крупных и мелких ДТП ТС получает вмятины на некоторых частях кузова или появляются мелкие повреждения, устраняемые путем текущего ремонта (ТО).

Наиболее активен в системе ВАДС водитель, осуществляющий управление автомобилем и обеспечивающий его эксплуатационную надежность. Правильной оценкой дорожных условий и своевременным изменением режима движения он может как бы корректировать проектные решения. Водитель, снижая скорость движения, повышает устойчивость автомобиля на изогнутых малых радиусах. Напротив, попытка изменить

дорожные условия, например, заезд на полосу встречного движения на кривых в целях увеличения радиуса поворота на горных дорогах, повышает при ограниченной видимости риск наступления ДТП.

Однако характеристики принимаемых водителями режимов движения для учета в теории проектирования дорог весьма усреднены – миллионная армия водителей состоит из очень разных по квалификации и индивидуальным психологическим особенностям индивидуумов, которые оказывают значительное влияние на весь характер безопасности дорожного движения. В настоящее время применяется блок-схема психологической характеристики деятельности водителя (рис. 2), позволяющая в целом определить программу деятельности при управлении ТС [5].

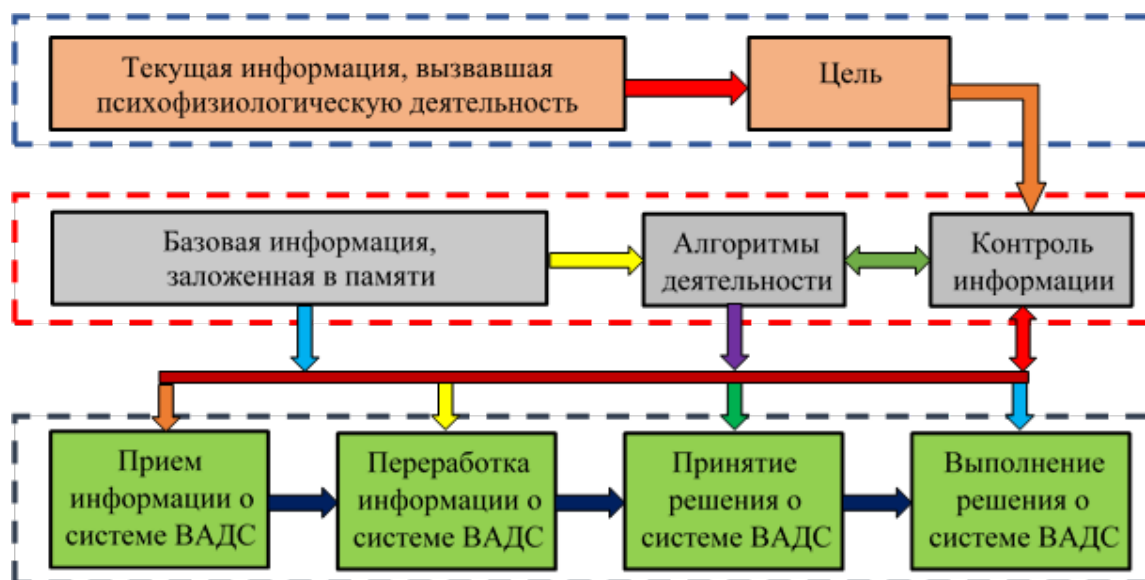


Рисунок 2 – Блок-схема психологической характеристики деятельности водителя ТС

С точки зрения системного подхода, эта деятельность может быть рассмотрена как последовательно осуществляемая на трех уровнях управления, конечной целью которой является безопасность дорожного движения.

1-й уровень предусматривает создание четкой системы законодательной базы, а также стандартов, технических правил,

содержащих общие требования безопасности по всем компонентам системы ВАДС.

2-й уровень предусматривает прямонаправленную реализацию требований системы законодательной базы и иных нормативных правовых актов 1-го уровня в процессе создания ТС, строительства, реконструкции и содержания улично-дорожной сети (УДС), организации дорожного движения (ОДД), а также при подготовке водителей и обучении населения правилам безопасности дорожного движения.

3-й уровень предусматривает организацию контроля надежности функционирования всех компонентов системы ВАДС в процессе дорожного движения и принятие соответствующих мер для восстановления должного уровня безопасности всей системы.

Согласно требованиям федерального закона «О безопасности дорожного движения» [10] основные направления обеспечения безопасности движения можно объединить в следующие блоки:

- распределение полномочий и ответственности правительства, федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Федерации;
- разработка и утверждение законодательной базы и иных нормативных правовых актов в сфере обеспечения безопасности дорожного движения;
- регулирование деятельности на автомобильном, городском транспорте, в дорожном хозяйстве, осуществление деятельности по организации дорожного движения;
- организационные мероприятия по подготовке водителей транспортных средств, обучение населения правилам безопасности движения (детсады, школы, учебные заведения среднетехнического и высшего образования, учреждения, организации и предприятия);
- проведение комплекса мероприятий по медицинскому обеспечению безопасности дорожного движения;

- сертификация объектов, продукции и услуг транспорта и дорожного хозяйства, лицензирование деятельности, связанной с обеспечением безопасности дорожного движения;

- осуществление надзора и контроля за выполнением законодательной базы, действующей в сфере обеспечения безопасности дорожного движения.

Каждый из блоков представляет определенные направления деятельности, участниками которой могут быть как государственные, так и иные структуры любых форм собственности, функционирующие в рамках законодательной базы.

На государственном уровне решаются наиболее основополагающие, фундаментальные проблемы дорожного движения – разработка законодательной базы и иных нормативных актов, планирование развития автомобилизации, принятие решений о структуре органов управления в рассматриваемой сфере, разработка программ дорожного строительства, утверждение государственных стандартов на дороги, улицы, автомобили и т.п. На уровне субъектов Федерации рассматриваются практические вопросы обеспечения функционирования системы ВАДС. Все они входят в компетенцию соответствующих структур управления и подведомственных им организаций и решаются применительно к конкретному региону. Эти направления охватывают основные виды деятельности по обеспечению эффективного функционирования системы ВАДС, главным образом применительно к задачам, которые должны решаться специалистами по организации дорожного движения. В числе названных направлений важное значение имеют также деятельность медицинских служб по оказанию помощи пострадавшим в ДТП, работа средств массовой информации (интернет, газеты, радиостанции FM/AM и телевидение) по пропаганде безопасности движения, обучение различных категорий населения в школах и других учебных заведениях правилам дорожного движения, работа органов страхования и др.

Практическая деятельность по обеспечению эффективного функционирования системы ВАДС не может быть сосредоточена в каком-

то одном ведомстве или учреждении. При бурном росте автомобилизации все большее значение приобретает деятельность по обеспечению оптимальной организации дорожного движения, обычно осуществляемая на ведомственном и местном уровнях.

Для более четкого изучения системы ВАДС рассмотрим комплекс дорога – автомобиль – водитель, где необходимо учитывать психологические особенности управления подсистемой А – С – Д (рис. 3).

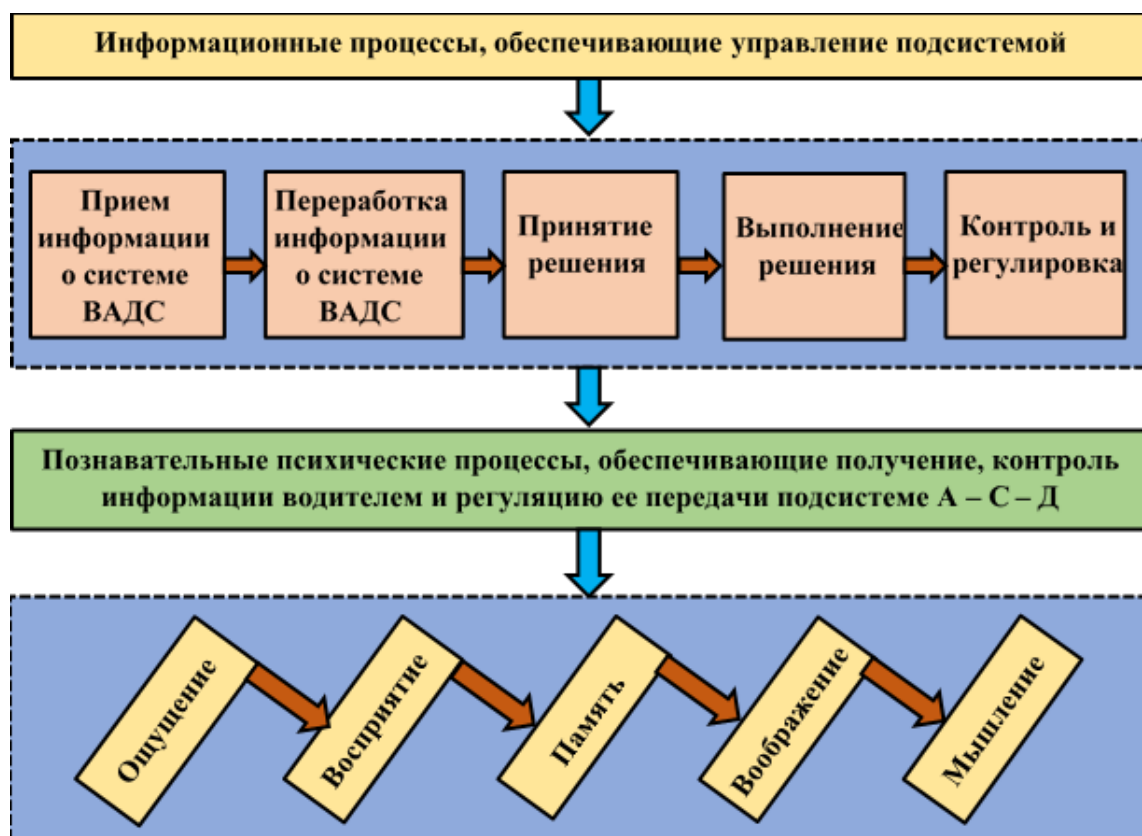


Рисунок 3 – Блок-схема взаимодействия информационных и познавательных психологических процессов

Рассмотрим пути передачи информации водителем подсистеме А – С – Д:

- рефлексорная – реализация воздействий на органы и механизмы управления автомобилем с помощью движений рук и ног (человек – машина). Самый низший способ воздействия как результат действия

центральной нервной системы. Исключает действие разума человека. Пример: препятствие – тормоз;

– рассудочная – способ воздействия головного мозга в результате мышления для управления «механической частью» человека. Пример: экстренное торможение не всегда целесообразно, особенно на скользком покрытии (лед, накат) при высокой скорости движения; такое торможение может привести к более серьезной, экстремальной ситуации и как следствие к более серьезным ДТП;

– сознательная – способ воздействия сознания человека посредством воли для снятия психологического шока, сна, усталости, опьянения, для приведения в пригодное для управления автомобилем состояние.

Одним из основных показателей, влияющих на безопасность дорожного движения, является психофизиологическая надежность водителя.

Надежность водителя – свойство сохранять параметры функционирования в пределах, обеспечивающих безопасность дорожного движения при соответствующих режимах движения и условиях использования автомобиля [5, 11], определяется четырьмя характеристиками, а именно:

1) безотказность водителя – свойство сохранять работоспособность в пределах установленных норм рабочего времени (рабочего дня), исчисляемого в часах. По психофизиологической оценке, состояния водителей различают:

- первые 2,5-4,0 часа – период наивысшей работоспособности;
- 4,0-5,0 часов – первые признаки снижения работоспособности;
- 6,0-8,0 часов – значительные признаки снижения работоспособности;
- 9,0-10,0 часов – уровень работоспособности поддерживается за счет компенсаторных механизмов;
- более 10,0 часов – быстрое снижение работоспособности до уровня, недопустимого с точки зрения безопасности движения,

сонливость. Схема зависит от возраста и состояния здоровья водителя, чередования работы и отдыха, вида ТС, фактического времени пребывания за рулем. При управлении автомобилем в течение 7,0-12,0 часов водители совершают ДТП (засыпают) примерно в 2 раза чаще, чем при длительности работы до 7,0 часов. При пребывании за рулем свыше 12,0 часов число ДТП увеличивается в 9 раз;

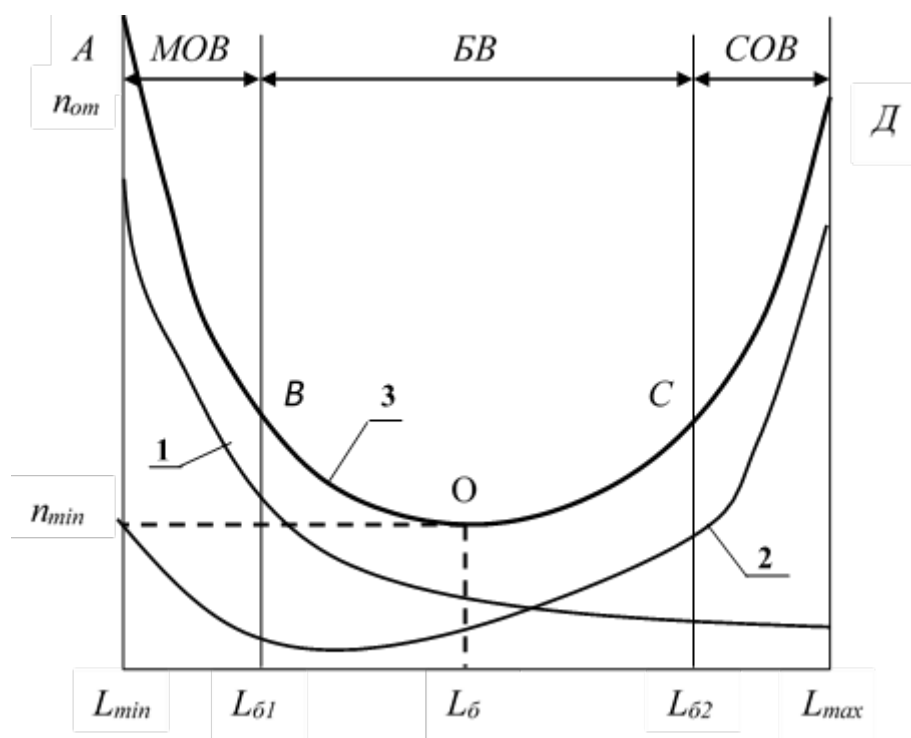
2) восстанавливаемость водителя – свойство водителя восстанавливать свою работоспособность после установленных перерывов в деятельности. Отрицательно влияют на восстанавливаемость неполноценный отдых перед сменой (менее 7,0 часов), неполноценные обед или обеденный перерыв, похмельный синдром;

3) профессиональная долговечность – свойство водителя сохранять свою работоспособность до наступления предельного состояния (пенсионный возраст, переход на другой вид работы) с необходимыми перерывами, обусловленными условиями отдыха в трудовой деятельности. Момент наступления предельного состояния, то есть величину профессиональной долговечности, часто устанавливает сам водитель;

4) сохраняемость – свойство водителя сохранять параметры функционирования после длительных перерывов в трудовой деятельности. Отмечена хорошая сохраняемость водительских качеств у владельцев легковых автомобилей, имеющих в среднем малые среднегодовые пробеги (до 10-12 тыс. км) и значительные перерывы в вождении.

Значительное влияние на надежность водителя оказывают такие факторы, как возраст, утомление, болезни, нетрезвое состояние, отношение к профессии:

1) возраст (рис. 4);



1 – кривая неопытности и азарта молодого водителя, приводящих к росту ДТП; 2 – кривая опыта и быстроты действия водителя; 3 – итоговая кривая; *МОВ* и *СОВ* – соответственно младший и старший опасные возрасты ($L_{min} - L_{б1}$; $L_{max} - L_{б2}$); *БВ* – безопасный возраст ($L_{б1} - L_{б2}$); n_{om} – относительное число ДТП (число ДТП, отнесенное к суммарному пробегу автомобилей за определенный срок); точки *А* и *Д* – максимум ДТП; точка *О* – минимум ДТП; точки *В* и *С* – границы приемлемого повышения уровня ДТП по сравнению с минимальным

Рисунок 4 – Влияние возраста на надежность водителя [14, 16]

2) утомление, невнимание. Снижение слуховой и зрительной чувствительности, увеличение скрытых периодов двигательных реакций – увеличение времени реакции;

3) болезни, лекарства. Различают острые заболевания как источник опасности для самих водителей и других участников дорожного движения, хронические болезни, повышающие вероятность возникновения ДТП, особенно в тех случаях, когда возможны внезапные потери сознания, снижение собранности, внимания, его концентрации и распределения, а также зрительно-моторной координации и быстроты реакции на изменение дорожно-транспортной ситуации (ДТС).

Прямое влияние болезней на безопасность и восстанавливаемость профессиональных качеств проявляется в том, что их показатели падают до окончания рабочего дня и могут недостаточно восстанавливаться в межсменный период (острые и хронические заболевания). Болезни, главным образом хронические, влияют на профессиональную долговечность: известно достаточно случаев, когда водители переходят на другую работу за 10...15 лет до наступления пенсионного возраста.

Косвенные влияния вызывают чаще всего простои закрепленных за водителями ТС, отражаясь на надежности парка автомобилей автотранспортных предприятий.

Водители склонны к переоценке своих возможностей, а зачастую и к заведомому сокрытию имеющихся отклонений в состоянии здоровья. Число водителей, испытывающих воздействие лекарств во время управления автомобилем, лежит в пределах 9-20 %. При этом 11-16 % ДТП связано с самочувствием водителей или с необоснованным приемом различных лекарств;

4) нетрезвое состояние (наркотическое опьянение) находится среди основных причин ДТП. Более 30 % всех ДТП совершается в состоянии алкогольного опьянения. Одна из особенностей алкоголя состоит в том, что даже при небольших его дозах резко снижается безотказность работы водителя: парализуются тормозные функции коры головного мозга, возникает состояние возбуждения, падает способность контролировать свои поступки и правильно оценивать ДТС, нарушается двигательная функция. Различают состояние опьянения и состояние похмелья, которое может длиться от нескольких часов до 2 – 3 суток. Особенность похмелья состоит в том, что реакции водителя заторможены, риск быть вовлеченным в ДТП остается высоким, а сам водитель убежден в том, что он трезв. По исследованиям, в состоянии слабого опьянения вероятность ДТП возрастает в 7 раз по сравнению с состоянием трезвости, при опьянении средней степени – в 30 раз. Алкоголь снижает восстанавливаемость работоспособности водителя, ночной сон не снимает усталости, и человек не чувствует себя отдохнувшим перед следующим рабочим днем.

5) отношение к своей профессии также влияет на количество ДТП. По анализу, выполненному научным центром БДД МВД России [1], существует более 140 причин ДТП, из которых 60-80 % непосредственно связаны с дорожными условиями.

Повышенная аварийность на скоростных магистралях объясняется:

- возросшей сложностью управления, более серьезными последствиями ошибок (управления, торможения, несоблюдения дистанции и интервала);
- водители на скоростной магистрали плохо чувствуют необходимую дистанцию между автомобилями;
- адаптацией к опасности, чувством вседозволенности.

Список литературы

1. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации в 2024 году : информационно-аналитический обзор. – М. : ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2025. – 148 с. – URL: <https://media.mvd.ru/files/embed/11400230> (дата обращения: 07.01.2026).

2. Экспертное исследование дорожно-транспортных происшествий, произошедших вследствие потери устойчивости автотранспортных средств : практическое пособие / А. А. Несмеянов, И. С. Щербаков, А. Л. Беляк. – Иркутск : Восточно-Сибирский институт МВД России, 2023. – 64 с. – URL: http://lib.eioskuimvd.ru/jirbis2/_docs_file/Эл.%20библ.%20для%20учебы/Электронные%20издания%20ВУЗов%20МВД%20России/Судебная%20экспертиза/2024%20Эксп.исслед/Несмеянов.pdf (дата обращения: 07.01.2026).

3. Беляев, М. В. Трасологическая диагностика по делам о дорожно-транспортных происшествиях : автореф. дис. ... канд. юрид. наук : 12.00.12 / М. В. Беляев. – М., 2016. – 25 с. – URL: <https://crimescience.ru/wp-content/uploads/2016/07/Автореф-Трасология-ДТП.pdf> (дата обращения: 07.01.2026).

4. Кравченко, А. А. Совершенствование методики определения мест возникновения дорожно-транспортных происшествий : дис. ... канд. техн. наук : 2.9.5 / А. А. Кравченко. – Белгород, 2021. – 183 с. – URL:

https://oreluniver.ru/public/file/defence/Kravchenko_Andrey_Alekseevich_23.09.2021.pdf (дата обращения: 07.01.2026).

5. Ротенберг, Р. В. Основы надежности системы водитель-автомобиль-дорога-среда / Р. В. Ротенберг. – М. : Машиностроение, 1986. – 214 с. : ил. – URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001317952> (дата обращения: 07.01.2026).

6. Сильянов, В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц : учебник для студентов высших учебных заведений / В. В. Сильянов, Э. Р. Домке. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с. – ISBN 978-5-7695-4864-2. – URL: <https://thelib.net/1789613-transportno-jekspluatacionnye-kachestva-avtomobilnyh-dorog-i-gorodskih-ulic.html> (дата обращения: 07.01.2026).

7. Рябова, О. В. Пассивная и экологическая безопасность автомобильных дорог : монография / О. В. Рябова, Ю. В. Струков, Ю. А. Беляев. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2004. – 214 с. : ил., табл. – ISBN 5-9273-0591-1. – URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01002513150> (дата обращения: 07.01.2026).

8. Хусаинов, А. Ш. Пассивная безопасность автомобиля : учебное пособие для студентов направлений 190100.62 «Наземные транспортно-технологические комплексы» и 190109.65 «Наземные транспортно-технологические средства» / А. Ш. Хусаинов, Ю. А. Кузьмин. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 89 с. – ISBN 978-5-9795-0916-7. – URL: <https://lib.ulstu.ru/venec/disk/2012/Husainov.pdf> (дата обращения: 07.01.2026).

9. Автомобильные дороги. Строительные нормы и правила : СНиП 2.05.02-85 : утв. Постановлением Госстроя СССР от 17.12.85 № 233 : ред. от 30.06.2003. – Введ. 01.10.2003 // Официальный интернет-портал СКБ «Контур.Норматив» : [сайт]. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=396303> (дата обращения: 07.01.2026).

10. О безопасности дорожного движения : Федеральный закон от 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ (ред. от 07.07.2025) // Официальный интернет-портал СКБ «Контур.Норматив» : [сайт]. – URL:

<https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501027> (дата обращения: 07.01.2026).

11. Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования : приняты и введены в действие Письмом Росавтодора от 17.03.2004 № ОС-28/1270-ис. – М. : ГП «Информавтодор», 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Взамен ВСН 24-88. – URL:

<https://roszimdor.ru/upload/medialibrary/1ea/1ea3875cca1113759e2dc16e3ed80787.pdf> (дата обращения: 07.01.2026).

УДК 625

**ВЗАИМОСВЯЗЬ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В
ПЛАНЕ С ПАРАМЕТРАМИ РАССТОЯНИЯ ВИДИМОСТИ,
ПРОДОЛЬНЫХ УКЛОНОВ И РАДИУСА КРИВЫХ**

Бойко Е.А., канд. пед. наук, заведующий кафедрой управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
doc24elena@bk.ru

Бойко Н.З., канд. техн. наук, директор Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
boartfzl@mail.ru

Болоташвили З.У., канд. техн. наук, доцент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
zurab.bolotashvili.72@bk.ru

Билан Г.А., ассистент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ

ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля»,
г. Северодонецк, ЛНР, РФ
biga080914@yandex.ru

Стоцкая О.В., ассистент кафедры управления инновациями в
промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ
ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля»,
г. Северодонецк, ЛНР, РФ
manifik.2015@mail.ru

***Аннотация.** В материалах изложенной научной публикации авторами представлена графическая видимость на дороге и типовые примеры нарушения требований к обеспечению видимости, способствующих наступлению ДТП. Установлены графически места сосредоточения ДТП ТС на спусках и подъемах особо опасных участков автомобильной дороги. Было установлено, что количество ДТП на трехполосных дорогах больше, чем на двухполосных, и эта разница тем больше, чем меньше радиус кривой.*

***Ключевые слова:** места сосредоточения; дорожно-транспортные происшествия (ДТП); спуск и подъём; проектирование; эксплуатация; места концентрации; трехполосное и двухполосное движение.*

THE RELATIONSHIP BETWEEN ROAD SAFETY IN PLAN AND THE PARAMETERS OF VISIBILITY DISTANCE, LONGITUDINAL SLOPES AND CURVE RADIUS

Boiko E.A., Cand. Sc. (Pedagogy), Head of the Department of Industrial
Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr
Dahl Luhansk State University,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation
doc24elena@bk.ru

Boiko N.Z., Cand. Sc. (Technical), Director of the Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR,
Russian Federation

boartfzl@mail.ru

Bolotashvili Z.U., Cand. Sc. (Technical), Associate Professor, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University Vladimir Dahl, Severodonetsk, LPR,
Russian Federation

zurab.bolotashvili.72@bk.ru

Bilan G.A., Assistant Professor, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation

biga080914@yandex.ru

Stotskaia O.V., Assistant Professor, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation

manifik.2015@mail.ru

Abstract. *In this scientific publication, the authors present a graphical representation of road visibility and typical examples of visibility violations that contribute to accidents. They also graphically identify areas where vehicle accidents are concentrated on downhill and uphill sections of particularly dangerous roadways. It was found that the number of accidents on three-lane roads is higher than on two-lane roads, and this difference increases with the smaller the curve radius.*

Keywords: *accumulation points; road accidents; descent and ascent; design; operation; accumulation points; three-lane and two-lane traffic.*

Ориентирование в пространстве, выбор траектории движения и размещения транспортного средства (ТС) на проезжей части автомобильной

дороги связаны с восприятием информации, поступающей водителю извне по зрительному каналу. Обзорность автомобильной дороги перед движущимся автомобилем на сопредельном расстоянии, необходимом для своевременной остановки перед препятствием на полосе движения или для постепенного снижения заданного скоростного режима и его последующего объезда, является одним из главных показателей безопасности дорожного движения и устанавливаемой на дороге управляемой и безопасной средней скорости движения.

В условиях недостаточной видимости (туман, сильный дождь, снег, ночное время с полной облачностью) часто возникают столкновения при обгонах на кривых в плане и продольном профиле дороги, часто возникающие от обманчивого восприятия водителем движения встречного ТС и практического несоблюдения интервалов и дистанций при маневрировании (миражное явление).

Статистическая информация отечественных и иностранных исследований, учтенная в коэффициенте аварийности [1-6], показывают, что недостаточная видимость в плане менее влияет на количество ДТП, чем недостаточная видимость в продольном профиле (таблица 1).

Таблица 1 – Коэффициенты аварийности, учитывающие фактическое расстояние видимости

Показатели		Числовые значения								
Видимость, м		30	50	100	150	200	250	350	400	500
Коэффициент аварийности ($K_{ав}$):										
	в плане	4,5	3,6	3,0	2,7	2,25	2,0	1,45	1,2	1,0
	в продольном профиле	6,0	5,0	4,0	3,4	2,5	2,4	2,0	1,4	1,0

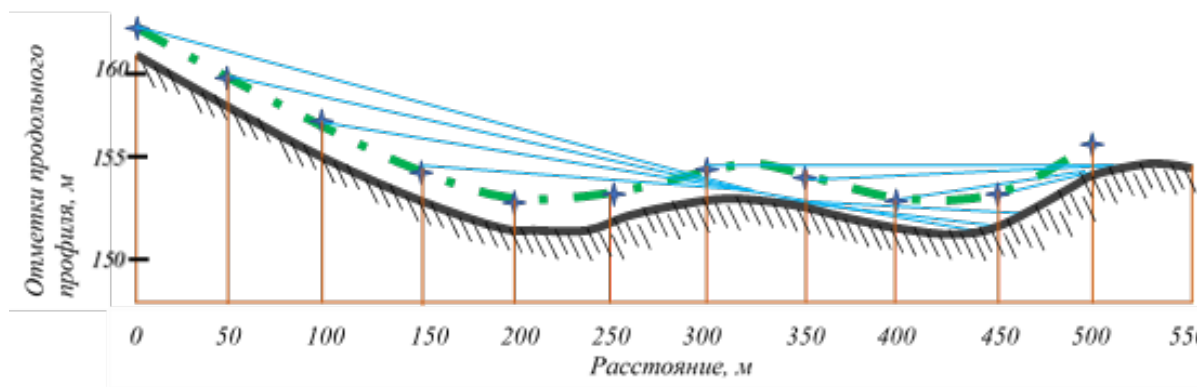
Согласно требованиям СНиП 2.05.02-85 [7] проектирования дорог, необходимо соблюдать следующую видимость для условий современного дорожного обеспечения движения на дорогах (таблица 2).

Таблица 2 – Расчетная видимость ТС (автомобилей) в зависимости от скорости движения

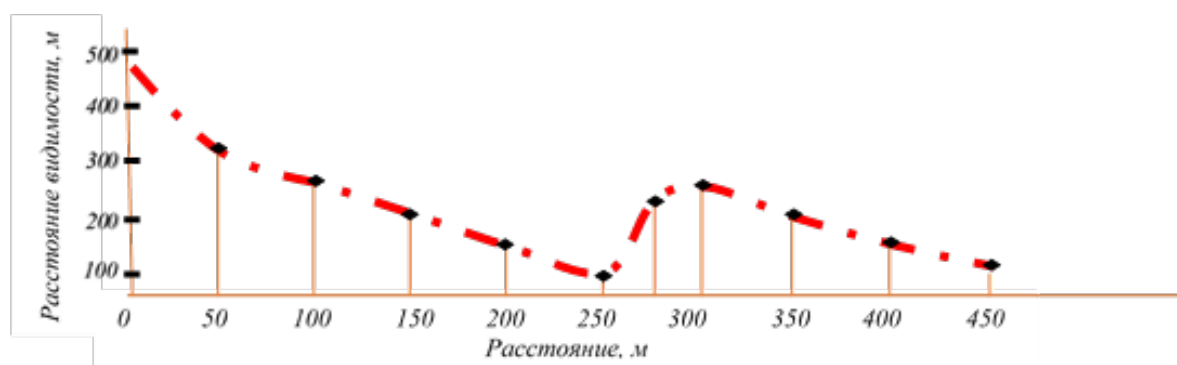
Показатели		Числовые значения							
Расчетная скорость, км/ч		30	40	50	60	80	100	120	140
Расчетная видимость, м, не менее:									
	встречного автомобиля	90	110	130	170	250	350	450	–
	препятствия на дороге	45	55	75	85	150	200	250	300

Главным элементом при оценке транспортно-эксплуатационных характеристик дороги стал график изменения видимости по протяженности дороги (рис. 1). При его эксплицировании на продольном профиле, представляющем волнистую линию, последовательно откладывают из точек расположения глаз водителя на каждом пикете или характерном переломе придорожного профиля касательные к возвышающимся элементам рельефа.

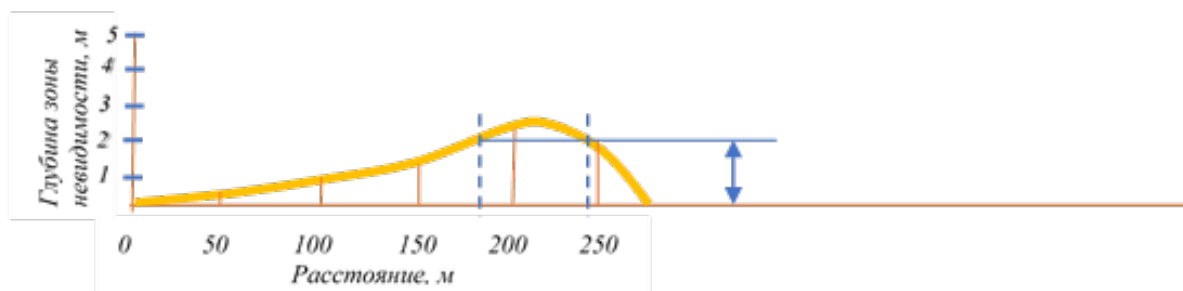
Большие расстояния видимости, соблюдаемые при проектировании новых дорог, не входят в противоречия с физической возможностью увидеть ТС (автомобиль) на таких расстояниях. В светлое время суток и в безоблачную погоду человек со стандартным зрением видит легковые автомобили на расстоянии до 1,3 км, грузовые автомобили – до 1,6 км и автобусы – до 1,8 км [8].



а)



б)



в)

- а – лучи зрения водителя при движении по дороге;
 б – изменение расстояния видимости при движении;
 в – глубина зоны, не видимой водителем;
 1 – положение глаза водителя; 2 – луч зрения

Рисунок 1 – Графическое построение видимости на дороге

Несмотря на большие значения видимости для обеспечения безопасности движения, в практике проектирования и эксплуатации дорожные организации не уделяют этому вопросу должного внимания, о чем свидетельствует ряд характерных примеров, показанных на рисунке 2:

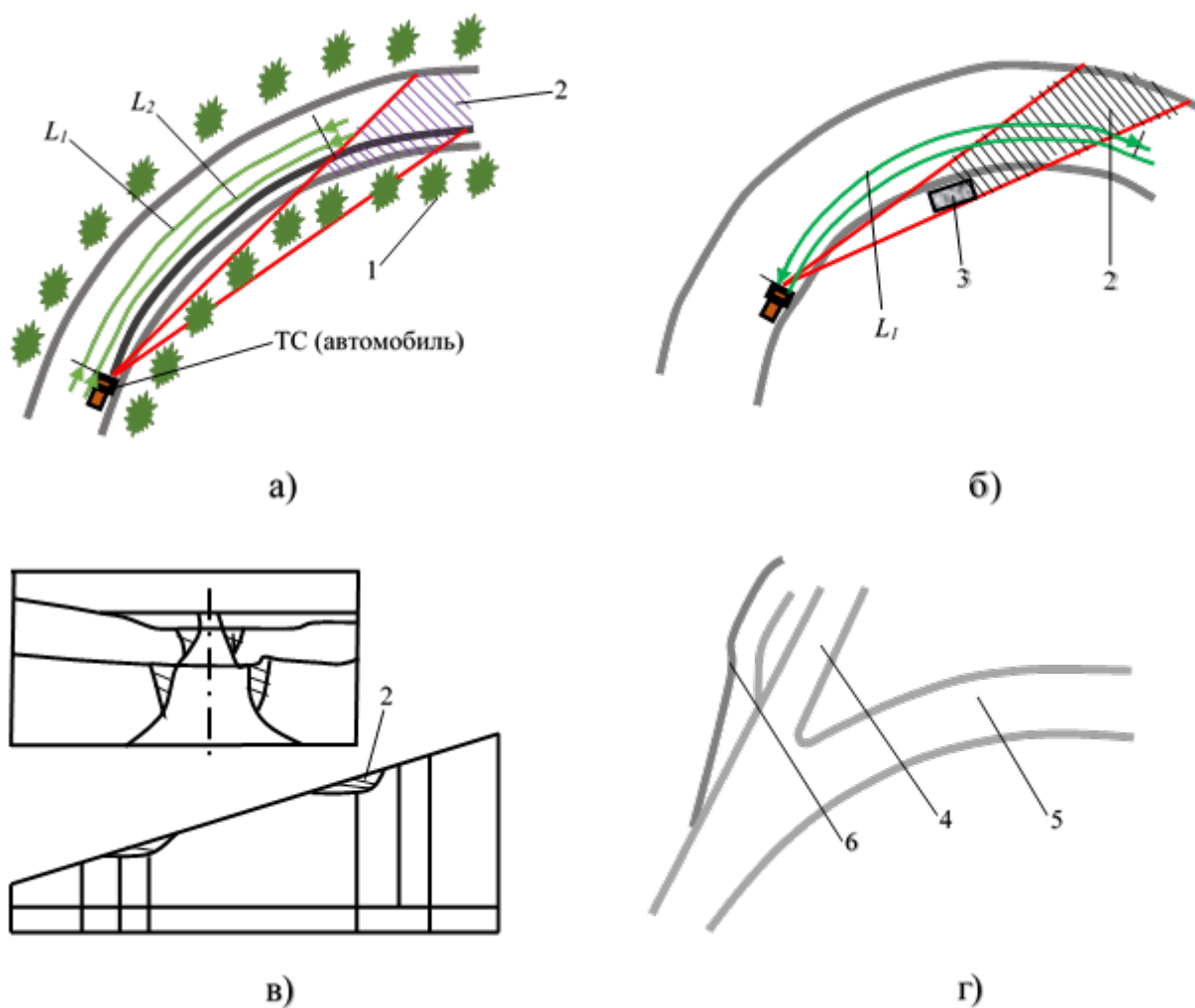
- не устраивают срезки видимости на внутренних откосах выемок и у кривых малых радиусов, располагают у них декоративные аллеиные насаждения (рис.2, а);

- на пересечениях и примыканиях дорог размещают павильоны автобусных остановок, будки автоинспекции, декоративные посадки и статуи так, что они закрывают видимость (рис.2, б);

- продольный профиль проектируют параллельным естественной поверхности земли, нарушая требования к вписыванию вертикальных кривых (рис.2, в);

- на больших по протяженности прямых участках дороги допускают местные (на коротких участках) понижения продольного профиля, зрительно сливающиеся издали с продолжением дороги. Остановившийся в них автомобиль или ведущиеся дорожные работы можно увидеть лишь в момент, когда уже трудно осуществить торможение.

Верное решение примыкания (рис.2, г) требует перестроения участка старой дороги, маскировки ее зелеными насаждениями или установки основных и дублирующих на проезжей части видимых издали дорожных знаков направления поворота.



- а – ограничение видимости зелеными насаждениями;
 б – ограничение видимости некорректным размещением остановок общественного транспорта;
 в – несоответствие требованиям вписывания вертикальных кривых;
 г – не просматриваемый с предельного расстояния поворот основной дороги;
- 1 – неправильное расположение зеленых насаждений;
 2 – мертвая зона (отсутствия видимости);
 3 – сооружение-укрытие остановки общественного транспорта;
 4 – существующая дорога;
 5 – поворачивающая основная дорога;
 6 – изменение места примыкания подъезда

Рисунок 2 – Типовые примеры нарушения требований к обеспечению видимости, способствующие наступлению ДТП

Огромное значение имеет контрастность окраски автомобиля и фона, на который он проецируется при взгляде водителя. В теплый период года снижается видимость зеленоватых, серых и просто запыленных ТС, в холодный период года – светло-серого и бежевого цветов. В дождливую и с обильным выпадением снега погоду видимость дороги для водителя ухудшается из-за помутнения ветрового стекла в зоне, естественно не предусмотренной конструкцией для очистки щетками.

Повышение количества ДТП на участках дорог, имеющих большие продольные уклоны, связано со сложностью режимов движения ТС (час пик). Известно, что на участках дорог с крутыми подъемами и спусками ДТП, как правило, имеют особо тяжелые последствия. На таких участках дорог обычно случаются следующие виды происшествий [7-11]:

- столкновения спускающихся ТС с ТС, вышедшими на обгон на подъеме (до 26 % общего числа происшествий на участках дорог, имеющих большие продольные уклоны);
- несанкционированный съезд ТС с дороги из-за резкого отказа работы тормозной системы ТС или высокой скорости на спуске (до 38 %);
- столкновение идущего на подъем ТС с встречным при обгоне грузовых ТС, значительно снижающих скорость на подъеме, или объезде остановившихся (до 22 %).

Суммарное количество ДТП, связанных с ТС, движущимися на спуск, в 1,5-3 раза больше, чем при движении на подъем. Особенность наступления ДТП на участках с большими продольными уклонами в том, что они происходят в верхней части подъемов и сразу за вершинами выпуклых вертикальных кривых, а также в нижней части спусков, на вогнутых переломах продольного профиля, на которые автомобили въезжают, развив скорости выше допустимых (рис.3).

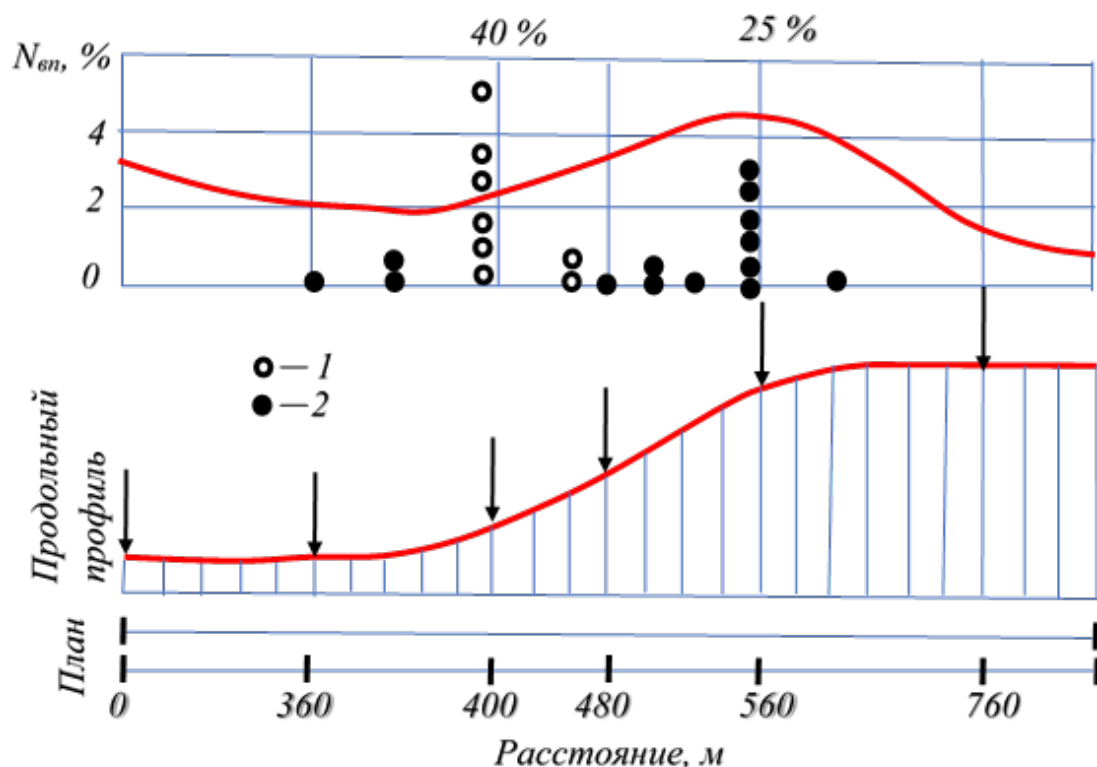


Рисунок 3 – Места сосредоточения ДТП ТС при спуске и на подъеме, где $N_{ен}$ – количество автомобилей, выезжающих на встречную полосу движения

Наступлению ДТП способствует чрезмерная скорость ТС в нижней части вогнутых вертикальных кривых, которая требует более широкой проезжей части. Известно, что предусматриваемое СНиП 2.05.02-85 [7] уширение проезжей части на 1-0,5 м на существующих дорогах отсутствует, что осложняет условия разъезда встречающихся ТС.

Данные отечественных и зарубежных исследователей о влиянии продольных уклонов на количество происшествий наглядно показывают рост числа наступления ДТП с увеличением крутизны продольных уклонов. Пользуясь средними значениями данных отечественных и зарубежных исследователей [1-11], можно использовать следующие значения коэффициентов [12, 13], учитывающих влияние уклонов на безопасность движения (таблица 3).

Таблица 3 – Числовые значения коэффициентов, учитывающих влияние уклонов на безопасность движения

Показатели	Числовые значения					
Продольный уклон, %	20	30	40	50	70	80
Коэффициент влияния уклона	1,0	1,3	1,75	2,5	3,0	4,0

Местами концентрации ДТП являются участки кривых в плане при минимальных радиусах. Здесь возникает 10-12 % общего их количества. Вырисовывается четкая закономерность возникновения ДТП: чем выше их количество, тем меньше радиус (таблица 4).

Таблица 4 – Вероятность возникновения ДТП в зависимости от радиуса круговых кривых

Показатели	Числовые значения					
Радиусы кривых в плане	≤ 50	100 – 150	200 – 300	400 – 600	1000 – 2000	≥ 2000
$K_{без}$	5,4	4,6	2,25	1,6	1,25	1,0

Из анализа роста ДТП [1-7, 9] виден скачок количества аварий при радиусах менее 600 м, что чаще всего является следствием несоответствия скоростей в потоке движения скоростям въезда на них с предшествующих участков движения при вливании в основной поток. С целью снижения опасности наступления ДТП необходимо вводить кривые в плане возможно больших радиусов [12, 13], желательно не менее отраженных в таблице 5.

Таблица 5 – Минимальный радиус кривой (м) в зависимости от уклона спуска (%)

Показатели	Числовые значения				
Уклон спуска, %	10	20	30	40	50
Минимальный радиус кривой, м	400	1000	2000	3000	4000

С точки зрения безопасности дорожного движения особое внимание следует уделить дорогам с трехполосным движением. На кривых с

радиусами менее 600 м часто у водителей возникает маневрирование на короткое движение путем среза кривой при проезде, что при недостаточной видимости (туман, снег, дождь, ночное время суток) иногда приводит к лобовым столкновениям с встречными ТС. Количество происшествий на дорогах с тремя полосами движения больше, чем на дорогах с двумя полосами движения, и эта разница тем больше, чем меньше радиус кривой.

Список литературы

1. **Bieber, С.** Статистика автомобильных аварий за 2025 год (США) / К. Бибер // Официальный интернет-портал Forbes Media LLC. Рубрика: Автомобильная авария : [сайт]. – URL: <https://www.forbes.com/advisor/legal/auto-accident/car-accident-statistics/> (дата обращения: 12.01.2026).

2. Страны с наибольшим количеством ДТП в 2025 году // Официальный интернет-портал World Population Review : [сайт]. – URL: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/countries-with-the-most-car-accidents> (дата обращения: 12.01.2026).

3. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации в 2024 году : информационно-аналитический обзор / ФКУ «НЦ БДД МВД России». – Москва, 2025. – 148 с. – URL: <https://media.mvd.ru/files/embed/11400230> (дата обращения: 12.01.2026).

4. Главное управление мобильности и транспорта. В прошлом году в ДТП в странах ЕС погибло 20 400 человек // Официальный интернет-портал Европейской комиссии. Рубрика: Мобильность и транспорт : [сайт]. – URL: https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/20400-lives-lost-eu-road-crashes-last-year-2024-10-10_en (дата обращения: 12.01.2026).

5. Ротенберг, Р. В. Основы надежности системы водитель-автомобиль-дорога-среда / Р. В. Ротенберг. – Москва : Машиностроение, 1986. – 214 с. : ил. – URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001317952> (дата обращения: 12.01.2026).

6. Сильянов, В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц : учебник для студентов высших

учебных заведений / В. В. Сильянов, Э. Р. Домке. – 2-е изд., стер. – Москва : Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с. – ISBN 978-5-7695-4864-2. – URL: <https://thelib.net/1789613-transportno-jekspluatacionnye-kachestva-avtomobilnyh-dorog-i-gorodskih-ulic.html?ysclid=miwqz33heu548757144> (дата обращения: 12.01.2026).

7. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги : строительные нормы и правила : утв. Постановлением Госстроя СССР от 17.12.85 № 233 ; ред. от 30.06.2003, действует с 01.10.2003. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=396303> (дата обращения: 12.01.2026).

8. ОДМ 218.6.011–2013. Методика оценки влияния дорожных условий на аварийность на автомобильных дорогах федерального значения для планирования мероприятий по повышению безопасности дорожного движения. – Введ. 2015-06-08. – Москва : Росавтодор, 2015. – URL: <https://rosavtodor.gov.ru/storage/app/media/uploaded-files/218.6.011-2013.pdf> (дата обращения: 12.01.2026).

9. Несмеянов, А. А. Экспертное исследование дорожно-транспортных происшествий, произошедших вследствие потери устойчивости автотранспортных средств : практическое пособие / А. А. Несмеянов, И. С. Щербаков, А. Л. Беляк. – Иркутск : Восточно-Сибирский институт МВД России, 2023. – 64 с. – URL: http://lib.eioskuimvd.ru/jirbis2/_docs_file/Эл.%20библ.%20для%20учебы/Электронные%20издания%20ВУЗов%20МВД%20России/Судебная%20экспертиза/2024%20Эксп.исслед/Несмеянов.pdf (дата обращения: 12.01.2026).

10. Беляев, М. В. Трасологическая диагностика по делам о дорожно-транспортных происшествиях : автореф. дис. ... канд. юрид. наук : 12.00.12 / М. В. Беляев. – Москва, 2016. – 25 с. – URL: <https://crimescience.ru/wp-content/uploads/2016/07/Автореф-Трасология-ДТП.pdf> (дата обращения: 12.01.2026).

11. Кравченко, А. А. Совершенствование методики определения мест возникновения дорожно-транспортных происшествий : дис. ... канд. техн. наук : 2.9.5 / А. А. Кравченко. – Белгород, 2021. – 183 с. – URL:

https://oreluniver.ru/public/file/defence/Kravchenko_Andrey_Alekseevich_23.09.2021.pdf (дата обращения: 12.01.2026).

12. Рябова, О. В. Пассивная и экологическая безопасность автомобильных дорог : монография / О. В. Рябова, Ю. В. Струков, Ю. А. Беляев. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2004. – 214 с. : ил. – ISBN 5-9273-0591-1. – URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01002513150> (дата обращения: 12.01.2026).

13. Хусаинов, А. Ш. Пассивная безопасность автомобиля : учебное пособие для студентов направлений 190100.62 «Наземные транспортно-технологические комплексы» по профилю – Автомобиле- и тракторостроение и 190109.65 «Наземные транспортно-технологические средства» по специализации «Автомобили и тракторы» / А. Ш. Хусаинов, Ю. А. Кузьмин. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 89 с. – ISBN 978-5-9795-0916-7. – URL: <https://lib.ulstu.ru/venec/disk/2012/Husainov.pdf> (дата обращения: 12.01.2026).

УДК 347.51

СКРЫТЫЕ ПРИЧИНЫ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Бойко Е.А., канд. пед. наук, заведующий кафедрой управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
doc24elena@bk.ru

Бойко Н.З., канд. техн. наук, директор Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
boartfzl@mail.ru

Болоташвили З.У., канд. техн. наук, доцент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического

института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет
им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
zurab.bolotashvili.72@bk.ru

Диментьев А.О., канд. техн. наук., доцент, доцент кафедры
машиностроения и строительства Северодонецкого технологического
института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет
им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
dimentev@inbox.ru

***Аннотация.** В данной научной публикации авторами выявлены скрытые причины дорожно-транспортных происшествий. Также установлено, что при тщательном анализе ДТП выявление полной картины реалий необходимо для правильного установления причины, побудившей наступление рассматриваемого случая.*

***Ключевые слова:** дорожно-транспортное происшествие (ДТП); автомобильное транспортное средство (АТС); техническая неисправность; скрытые причины; водитель; Правила дорожного движения; участник дорожного движения.*

HIDDEN CAUSES OF TRAFFIC ACCIDENTS

Boiko E.A., Cand. Sc. (Pedagogy), Head of the Department of Industrial
Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr
Dahl Luhansk State University,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation
doc24elena@bk.ru

Boiko N.Z., Cand. Sc. (Technical), Director of the Severodonetsk Technological
Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR,
Russian Federation
boartfzl@mail.ru

Bolotashvili Z.U., Cand. Sc. (Technical), Associate Professor, Department of
Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute,

Volodymyr Dahl Luhansk State University,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation
zurab.bolotashvili.72@bk.ru

Dimentev A.O., Cand. Sc. (Technical), Docent, Associate Professor at the
Department of Mechanical Engineering and Construction, Severodonetsk
Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation
dimentev@inbox.ru

Abstract. *In this scientific publication, the authors identify the hidden causes of road traffic accidents. They also found that a thorough analysis of road traffic accidents requires a full picture of the facts to accurately determine the cause of the incident.*

Keywords: *road traffic accident (RTA); motor vehicle (MV); technical malfunction; hidden causes; driver; traffic regulations; road user.*

*Жизнь человека – это самое
ценное, она дается один раз!*

Известно, что официальной статистикой не учитывается, что в ряде случаев дорожно-транспортных происшествий (ДТП), причиной которых формально не являлась техническая неисправность влияющих на безопасность движения систем и узлов автомобиля, присутствовало неудовлетворительное техническое состояние других агрегатов и механизмов. Конечно, неисправность системы отопления или вентиляции автомобиля не имеет прямого отношения к ДТП, которое произошло в результате непроизвольного нарушения Правил дорожного движения. Но все-таки, авария может явиться следствием неудовлетворительного психологического состояния водителя автомобильного транспортного средства (АТС), вызванного нарушением микроклиматических условий в кабине (низкая или высокая температура, превышение концентрации газов

в салоне согласно предельно-допустимой концентрации (ПДК), отсутствие эргономических регулировок посадочного места и т.п.).

Следует также отметить, что невнимательность и утомление водителя могут быть результатом неправильной установки сидения, заедания механизмов управления и других подобных причин. Неправильная установка зеркала заднего вида, снижающая обзорность, может стать явной причиной совершения ДТП при обгоне, а при расследовании обычно подобные ДТП расцениваются как результат оплошности водителя АТС [1-4]. Итак, неудовлетворительное техническое состояние транспортного средства не учитывается при проведении расследования причин ДТП компетентными органами и поэтому истинные причины ДТП не учитываются.

Изучению вышепоставленной проблематики посвящены научные работы исследователей Абрамова Л.С., Айсанова А.С., Баканова К.С., Беляева М.В., Борисова Б.И., Гавриленко А.А., Горбатенко Д.С., Иконникова А.П., Исаева М.М., Клявина В.Э., Коблова П.С., Кравченко А.А., Кравченко П.А., Кузнецова В.В., Лазарева Ю.Г., Легошина В.Д., Лелюха В.Ф., Ляхова П.В., Маховой О.А. и др. [3, 5-7].

Известно, что в практике эксплуатации транспортных средств выявляются ДТП, которые обусловлены причинами отказа двух и более систем или узлов транспортного средства, влияющих на безопасность дорожного движения [1-4].

С целью исключения ДТП, напрямую связанных с технической неисправностью транспортных средств, помимо особого внимания к узлам и агрегатам, непосредственно влияющим на безопасность движения, необходимо добиваться полной технической исправности автомобиля за счет диагностической карты. Также инспектор ДПС имеет право проверять техническое состояние автомобиля на дороге, если он на явно заметил технические неисправности (например: не работает одна из фар, не работают габариты, аварийная световая сигнализация, неисправленная тормозная система, нет подсветки заднего номера и т.п.).

С целью раннего предупреждения ДТП из-за возникших технических неисправностей автотранспортных средств (АТС) в настоящее время применяют методы диагностики с использованием электронной аппаратуры, которые позволяют вовремя выявлять и ликвидировать неисправности систем и агрегатов автотранспортного средства, при этом не затрачивая время на разборку и сборку узлов.

Планомерно организованное и проведенное техническое обслуживание и ремонт АТС, своевременное устранение обнаруженных неисправностей в агрегатах и системах АТС при высококвалифицированном выполнении работ позволяют повысить надежность и срок эксплуатации АТС, а самое главное, снизить число ДТП, которые приводят к инвалидности, а в некоторых случаях и к летальному исходу.

Большим числом ДТП и повышенной вероятностью появления заторов АТС чаще всего характеризуются участки улично-дорожной сети:

- при резком уменьшении скорости движения АТС в связи с недостаточной видимостью и устойчивостью движения, а также по другим причинам (островки безопасности на переходах; отсутствие бордюра, разделяющего дорогу и тротуар; уличная парковка; диагональные пешеходные переходы; кольцевая развязка). В такой ситуации при высокой интенсивности и большой скорости движения АТС возможны наезды на впередиидущие АТС и съезды с дороги. Такие участки улично-дорожной сети, соответственно, имеют пониженную пропускную способность;

- несоответствие скорости движения АТС обеспечиваемым элементам дороги (скользкое покрытие на кривой большого радиуса (гололед, лужи, присутствие мокрого грунта), протяженной длины узкий мост на горизонтальном участке дороги, лекало малого радиуса в конце затяжного спуска дороги, сужение дороги, скользкие обочины (не имеющие твердого покрытия) и т.п.). На таких участках дорог часто происходят опрокидывания АТС или их несанкционированный съезд с дорожного полотна;

– из-за плохих метеорологических условий, когда возникает несоответствие между скоростным режимом на этих участках и на остальной дороге (заниженное земляное полотно, продолжительные туманы, гололедица; участки дорожного покрытия, по геодезическим параметрам расположенность на северных склонах гор и холмов или около промышленных предприятий, и т.п.);

– когда скоростной режим превышает установленные безопасные пределы (длинный затяжной спуск на прямых, повороты малого радиуса на дороге);

– потеря ориентации водителем при движении на АТС по заданному направлению или ошибочное видение ситуации на дороге (выполнение маневров поворот за выпуклой кривой, внезапный поворот в направлении примыкания второстепенной дороги по прямому ходу);

– перекрещивание / слияние транспортных потоков на одноуровневых пересечениях дорог, съездах и переходно-скоростных полосах движения;

– однотипность придорожного ландшафта, постоянные однотипные повороты, подъёмы и спуски в конечном итоге вызывают у водителя потерю контроля за скоростью движения АТС, а следовательно, вызывают усталость и сонливые чувства организма (горные дороги, длинные перегоны в ненаселенных пунктах, в лесном массиве или в степной зоне).

Рассуждая о причинах ДТП, явно просматривается существенное влияние факторов и причин по мере накопления статистических данных и научно-исследовательских изысканий в области безопасности дорожного движения. Недаром существует очень нелюбимое высказывание «Правила дорожного движения написаны кровью». Законодатели постоянно работают над изменениями законодательной базы в области дорожного движения с основной целью – сократить количество травмированных и исключить смерть на дороге. Жизнь человека – это самое ценное, она дается один раз!

Законодательная база Российской Федерации в области безопасности дорожного движения является флагманом по наименьшему количеству ДТП с ранениями и гибелью людей в сравнении с такими крупными странами,

как США, Япония, Австрия, Бельгия и Португалия (страны перечисляются в порядке от большего количества ДТП к меньшему и входят в пятерку самых опасных в области дорожного движения) [2].

Следует также отметить, что общественное мнение и официальная статистика в международном сообществе стран, выраженная через органы регулирования движения, в основном усматривает основную причину ДТП в халатности, ошибках водителей, умышленном нарушении правил дорожного движения [1, 2].

По данным Всемирной организации здравоохранения отчетливо видно, что девять из десяти происшествий происходит по вине водителей АТС, а остальная часть также в косвенной степени имеет взаимосвязь с водителями [1, 2].

Согласно статистике установлено, что причинами ДТП по вине водителей являются: превышение скоростного режима, пренебрежение установленными нормами интервала и дистанции, несоблюдение маневрирования при приоритетной очередности проезда АТС (низкий уровень толерантности), низкий уровень подготовки к экстремальному вождению при плохих погодных условиях (снегопад, гололед, дождь и туман), а самое неутешительное – нахождение под воздействием алкоголя или наркотических веществ.

Существуют также причины ДТП по вине пешеходов: переход проезжей части в неустановленном месте, несанкционированная с ПДД ходьба вдоль проезжей части, внезапный и резкого характера переход перед близко идущим АТС, нахождение под действием алкоголя или наркотических веществ.

Изучая характер ДТП, можно прийти к выводу, что техническая неисправность не всегда является причиной аварии АТС. Частая причина совершения ДТП – нарушение Правил дорожного движения.

Разберем ситуацию с наездом АТС на велосипедиста. Установлено, что водитель нарушил скоростной режим или с большой задержкой произвел нажатие педали тормоза, но при тщательном изучении технического состояния АТС выявляются следующие незаметные причины:

тормозная система завоздушена, тормозная жидкость ниже нормы. Неудовлетворительное состояние тормозной системы прямым образом повлияло на совершение ДТП с наездом на велосипедиста.

Исходя из вышесказанного можно заключить, что значительная часть ДТП вызвана техническими неисправностями АТС. По статистике установлено, что наиболее опасными неисправностями, сопровождающими ДТП, в процентном отношении являются [3]:

- в тормозной системе (50 %);
- в рулевом управлении (14 %);
- в системе внешних осветительных и звуковых сигналов АТС (16 %).

По статистическим данным ООН распределение причин ДТП упорядочено следующим образом [1, 2]:

- ошибочные действия участников дорожного движения 60-70 %;
- низкое качество дорожного полотна и несоответствие режиму движения АТС 20-30 %;
- технические неисправности АТС 10-15 %.

Из анализа научных исследований Абрамова Л.С., Айсанова А.С., Баканова К.С., Беляева М.В., Борисова Б.И., Гавриленко А.А., Горбатенко Д.С., Иконникова А.П., Исаева М.М., Клявина В.Э., Коблова П.С., Кравченко А.А., Кравченко П.А., Кузнецова В.В., Лазарева Ю.Г., Легошина В.Д., Лелюха В.Ф., Ляхова П.В., Маховой О.А. и др. нами установлено [3, 5-7], что более 70 % всех ДТП происходит по вине участников дорожного движения, и только около 30 % приходится на факторы, не зависящие от их воли и деятельности.

Анализируя причины, приводящие к ДТП, разделим по однородности и по характеру на следующие группы:

- нарушение действующих Правил дорожного движения участниками процесса;
- использование водителями экстремальных и неадекватных методов управления АТС, которые приводят к неуправляемым виражам с

заносами, опрокидыванию АТС, полной потере управления АТС с последующими поломками агрегатов и узлов вследствие аварий;

- низкая работоспособность водителей из-за переутомления, психологического стресса, болезни сердечно-сосудистой и опорно-двигательной системы, которые вызывают измененные параметры восприятия обстановки на дороге;

- плохое техническое состояние АТС;

- хаотичное размещение и крепление груза в обход инструкции, приводящее к потере устойчивости АТС, нарушению режима работы узлов и систем, блокировке в работе;

- некачественное обустройство и содержание элементов дорожного полотна;

- низкий уровень организации дорожного движения.

Основное количество ДТП АТС, первопричиной которых не является психофизическое состояние водителя, а также национальные особенности характера (моральные и духовные ценности, религиозные установки, идеи и интересы, чувства, стремления и мотивы, социально-психологические защитные механизмы определённой этнической общности (этноса, нации)), происходят из-за низкого уровня навыков управления АТС (часов наезда) и ответственности, либо низкого уровня технического обслуживания АТС. К примеру, случаи из-за неудовлетворительного технического состояния АТС, отсутствия уличного освещения, плохого состояния проезжей части улицы, неправильной дорожной разметки улиц, ложной установки дорожных знаков, ложного режима работы светофоров и т.п. Из вышесказанного видно, что наступления случаев ДТП АТС вызваны зачастую несколькими причинами.

При анализе научных исследований [3, 5-7] можно утверждать, что на каждые 100 ДТП АТС приходится в среднем 250 причин и сопутствующих факторов. Также авторы научных исследований в области безопасности дорожного движения [3, 5-7] утверждают, что влияние каждой из причин, повлекших наступление случая ДТП, неодинаково. Иногда возникают на первый взгляд противоречия, а именно выделяется сначала одна основная

причина наступления ДТП, которая на следующем этапе может перейти на вторые позиции, хотя изначально была основной.

В заключении наших научных изысканий можно с уверенностью заключить, что при тщательном анализе ДТП выявление полной картины реалий необходимо для правильного установления причины, побудившей наступление рассматриваемого случая. Также необходимо конструктивно подходить к выявлению всех обстоятельств до наступления ДТП. Поэтому можно утверждать, что причина для наступления ДТП появляется намного раньше самого несчастного случая.

Список литературы

1. **Bieber, Ch.** Statistics of car accidents for 2025 (USA) // Forbes : офиц. сайт / Forbes Media LLC : [сайт]. – URL: <https://www.forbes.com/advisor/legal/auto-accident/car-accident-statistics/> (дата обращения: 16.11.2025).

2. Страны с наибольшим количеством ДТП в 2025 году // World Population Review : официальный сайт. – URL: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/countries-with-the-most-car-accidents> (дата обращения: 16.11.2025).

3. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации в 2024 году : информационно-аналитический обзор / ФКУ «НЦ БДД МВД России». – Москва : ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2025. – 148 с. – URL: <https://media.mvd.ru/files/embed/11400230> (дата обращения: 16.11.2025).

4. Главное управление мобильности и транспорта. В прошлом году в ДТП в странах ЕС погибло 20 400 человек / Рубрика: Мобильность и транспорт // Официальный интернет портал European Comission : [сайт]. – URL: https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/20400-lives-lost-eu-road-crashes-last-year-2024-10-10_en (дата обращения: 16.11.2025).

5. **Несмеянов, А. А.** Экспертное исследование дорожно-транспортных происшествий, произошедших вследствие потери устойчивости автотранспортных средств : практическое пособие / А. А. Несмеянов, И. С. Щербаков, А. Л. Беляк. – Иркутск : Восточно-

Сибирский институт МВД России, 2023. – 64 с. – URL: http://lib.eioskuimvd.ru/jirbis2/_docs_file/Эл.%20библ.%20для%20учебы/Электронные%20издания%20ВУЗов%20МВД%20России/Судебная%20экспертиза/2024%20Эксп.исслед/Несмеянов.pdf (дата обращения: 12.11.2025).

6. Беляев, М. В. Трасологическая диагностика по делам о дорожно-транспортных происшествиях : автореф. дис. ... канд. юрид. наук : 12.00.12 / Беляев Михаил Викторович. – Москва, 2016. – 25 с. – URL: <https://crimescience.ru/wp-content/uploads/2016/07/Автореф-Трасология-ДТП.pdf> (дата обращения: 12.11.2025).

7. Кравченко, А. А. Совершенствование методики определения мест возникновения дорожно-транспортных происшествий : дис. ... канд. техн. наук : 2.9.5 / Кравченко Андрей Алексеевич. – Белгород, 2021. – 183 с. – URL: https://oreluniver.ru/public/file/defence/Kravchenko_Andrey_Alekseevich_23.09.2021.pdf (дата обращения: 12.11.2025).

УДК 656.13

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ УЧАСТНИКОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ Г. СЕВЕРОДОНЕЦК ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Бойко Е.А., канд. пед. наук, заведующий кафедрой управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
doc24elena@bk.ru

Бойко Н.З., канд. техн. наук, директор Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
boartfzl@mail.ru

Болоташвили З.У., канд. техн. наук, доцент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

zurab.bolotashvili.72@bk.ru

Ткачев Р.Ю., канд. техн. наук, доцент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

rem-utah@yandex.ru

Керемет М.А., канд. техн. наук, доцент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

mk281521marina@mail.ru

***Аннотация.** В представленной научной публикации рассмотрены элементы системы управления деятельностью по обеспечению безопасности участников дорожного движения г. Северодонецк Луганской Народной Республики Российской Федерации, которые установлены и действуют в строгом порядке на основании нормативно-правовой базы РФ.*

***Ключевые слова:** система; дорожно-транспортное происшествие (ДТП); безопасность дорожного движения; участники дорожного движения; г. Северодонецк; ГИБДД МВД России; Федеральный закон; нормативно-правовая база РФ.*

ROAD SAFETY MANAGEMENT SYSTEM IN SEVERODONETSK, LUGANSK PEOPLE'S REPUBLIC, RUSSIAN FEDERATION

Boiko E.A., Cand. Sc. (Pedagogy), Head of the Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr

Dahl Luhansk State University,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation
doc24elena@bk.ru

Boiko N.Z., Cand. Sc. (Technical), Director of the Severodonetsk Technological
Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR,
Russian Federation
boartfzl@mail.ru

Bolotashvili Z.U., Cand. Sc. (Technical), Associate Professor at the Department
of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute,
Volodymyr Dahl Luhansk State University Vladimir Dahl, Severodonetsk, LPR,
Russian Federation
zurab.bolotashvili.72@bk.ru

Tkachev R. Iu., Cand. Sc. (Technical), Associate Professor at the Department
of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute,
Volodymyr Dahl Luhansk State University,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation
rem-utah@yandex.ru

Keremet M.A., Cand. Sc. (Technical), Associate Professor at the Department of
Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute,
Volodymyr Dahl Luhansk State University,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation
mk281521marina@mail.ru

Abstract. *This scientific publication examines the elements of the road safety management system in Severodonetsk, Luhansk People's Republic of the Russian Federation, which are established and operate strictly in accordance with the Russian Federation's regulatory framework.*

Keywords: *system; road traffic accident (RTA); road safety; road users; Severodonetsk; State Traffic Inspectorate of the Ministry of Internal Affairs of Russia; Federal Law; Russian Federation's regulatory framework.*

Основной нормативно-правовой акт, на основании которого регулируется безопасность дорожного движения в г. Северодонецк

Луганской Народной Республики Российской Федерации – Федеральный закон от 10.12.95 №96-ФЗ «О безопасности дорожного движения» [1], который формирует следующие основные направления, а именно:

- координация и формирование принципов совместной работы: в обеспечении безопасности дорожного движения участвуют государственные органы власти, органы местного самоуправления, общественность, представители юридических и физических лиц;

- регулирование деятельности, включающее в себя формирование инфраструктуры на автомобильном, городском наземном электрическом транспорте и в дорожном хозяйстве;

- проведение работ по организации дорожного движения, включающее в себя формирование технических условий, состояния и инфраструктуры;

- материальное и финансовое техническое обеспечение мероприятий, направленных на повышение безопасности дорожного движения;

- повышение качества и уровня подготовки водителей;

- разработка и реализация мер, направленных на медицинское обеспечение и обслуживание дорожного движения;

- обязательная сертификация или декларирование соответствия технического состояния транспортных средств, а также их конструкций и составных частей соответствующим требованиям, совершенствование механизмов контроля и надзора в обозначенной сфере.

Ведущим и связующим звеном, осуществляющим управленческую деятельность, является ГИБДД МВД России. Этот орган контролирует соблюдение правил, нормативов и стандартов всеми юридическими и физическими лицами, следит за предупреждением и пресечением преступных посягательств на участников дорожного движения, за реализацией планов и специальных программ.

Организация управления безопасностью дорожного движения в Российской Федерации осуществляется в соответствии с нормативно-

правовыми основами и работой уполномоченных органов на трех основных уровнях:

- федеральный уровень;
- региональный уровень органов исполнительной власти;
- уровень местного самоуправления.

Правовая база управления в сфере обеспечения безопасности дорожного движения в г. Северодонецк формируется на основании следующих нормативных актов:

- Федеральный закон от 10.12.1995 № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» [1];
- Федеральный закон Российской Федерации от 8 ноября 2007 г. № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации» [2];
- Федеральный закон от 7 февраля 2011 года №3-ФЗ «О полиции» [3];
- Федеральный закон от 01.07.2011 г. № 170-ФЗ «О техническом осмотре транспортных средств и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [4];
- Федеральный закон от 6 октября 2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» [5].

Ответственность за нарушение участниками дорожного движения правил дорожного движения в г. Северодонецк устанавливается на основании Кодекса Российской Федерации «Об административных правонарушениях» [6] и Уголовного кодекса Российской Федерации [7]. Также в обозначенной сфере управления действуют указы Президента, Приказы Министерства внутренних дел, соответствующие Постановления и Распоряжения Правительства Российской Федерации, методические указания, регламенты, имеющие отношение к делу [8-20]. В регионе не имеется собственного закона, регулирующего принципы работы по обеспечению безопасности дорожного движения и управления в данной сфере, однако, имеются органы, уполномоченные действовать от имени государства и определяющие основные направления работы по

обеспечению и повышению уровня безопасности дорожного движения в городе.

Соответствующими полномочиями обладают: Администрация и и.о. главы г. Северодонецк, руководство и сотрудники подразделений ГИБДД, Комиссия по обеспечению безопасности дорожного движения при Правительстве Луганской Народной Республики, действующая на территории Луганской Народной Республики и ее муниципальных образований.

Согласно законодательству РФ и на основании практической необходимости определения основных направлений работы по обеспечению безопасности дорожного движения в городе органы местного самоуправления г. Северодонецк могут:

- осуществлять мероприятия, направленные на обеспечение безопасности дорожного движения;
- утверждать перечень участков дорог местного значения, опасных с точки зрения аварийности;
- разрабатывать первоочередные меры, направленные на устранение причин и условий совершения дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах местного значения, в том числе на объектах улично-дорожной сети в процессе осуществления дорожной деятельности;
- в целях обеспечения и повышения уровня безопасности дорожного движения принимать решения о введении временного ограничения или временном прекращении движения транспортных средств на автомобильных дорогах местного значения;
- непосредственно участвовать в разработке и реализации мероприятий по предупреждению дорожно-транспортных происшествий с участием детей.

Кроме непосредственной работы, связанной с обеспечением безопасности дорожного движения, органы местного самоуправления непосредственным образом организуют и принимают участие в работе, связанной с обеспечением качества муниципальных дорог. Практика работы органов ГИБДД МВД России свидетельствует, что в качестве одной

из причин ДТП выступает недостаточная освещенность улиц, плохое качество дорожного покрытия, недостатки в содержании автомобильных дорог, отсутствие соответствующих технических средств регулирования дорожного движения. Поэтому качественное осуществление органами местного самоуправления дорожной деятельности в отношении автомобильных дорог местного значения непосредственно влияет на состояние безопасности дорожного движения.

Следует также отметить особую роль в обеспечении безопасности дорожного движения использование автомобильных дорог и осуществление дорожной деятельности и дорожного строительства в г. Северодонецк ЛНР, РФ. В соответствии с этим, органам местного самоуправления г. Северодонецк свойственна также реализация ряда полномочий, определяющих порядок и особенности использования автомобильных дорог и осуществления дорожной деятельности и дорожного строительства:

- работа по установлению порядка и алгоритмов реализации муниципального контроля в сфере обеспечения качества и сохранности автомобильных дорог местного значения и непосредственное осуществление такого контроля;
- разработка порядка, устанавливающего особенности создания и использования в городе парковок и парковочных мест;
- осуществление дорожной деятельности по отношению к автомобильным дорогам местного значения;
- распространение на муниципальных дорогах общего пользования необходимой информации;
- выдача разрешений на строительство, реконструкцию, капитальный ремонт автомобильных дорог местного значения, а также частных автомобильных дорог в границах соответствующего муниципального образования;
- реализация разрешительных функций в сфере строительства в границах полосы отвода автомобильной дороги местного значения, пересечений и примыканий, объектов дорожного сервиса, размещаемых в границах полосы отвода, объектов дорожного сервиса в границах придорожных полос;

- определение порядка установления и использования полос отвода и придорожных полос автомобильных дорог местного значения;
- выдача специальных разрешений на движение по автомобильным дорогам транспортного средства, осуществляющего перевозки опасных, тяжеловесных и (или) крупногабаритных грузов, в случае если маршрут, часть маршрута транспортного средства проходят по автомобильным дорогам местного значения и др.

Дополнительно на основании статьи 11 Федерального закона от 13 июля 2015 г. № 220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [5] органами местного самоуправления г. Северодонецк устанавливаются, изменяются и отменяются муниципальные маршруты регулярных перевозок в пределах г. Северодонецк.

Маршрутная сеть общественного пассажирского транспорта г. Северодонецк представляет собой на данный момент простую систему, включающую в себя совокупность различных видов транспорта, которые при этом обладают различным уровнем провозных возможностей. В состав маршрутного парка сети городского пассажирского транспорта г. Северодонецк в настоящее время включены 8 муниципальных маршрутов организации регулярных перевозок.

Работа по выявлению в г. Северодонецк аварийно-опасных участков дороги проводится на основании внесения в ФЗ «О безопасности дорожного движения» поправок, предполагающих введение термина «аварийно-опасный участок дороги» [1]. После этого региональные и муниципальные власти получили распоряжение о выявлении в течение года и утверждении перечня таких участков с последующим определением первоочередных мер по устранению факторов и причин, которые приводят к возникновению ДТП.

Основным органом управления безопасностью дорожного движения в г. Северодонецк выступает ОБ ДПС ГИБДД УМВД Луганской Народной Республики России по г. Северодонецк, который имеет прямое подчинение

ОМВД России «Северодонецкий» (создан 9 марта 2023 года и осуществляет деятельность по обеспечению общественного порядка и безопасности в городе Северодонецк, учредителем выступает Луганская Народная Республика, что определяет государственный характер управления). В соответствии с правовым статусом служба ДПС ГИБДД относится к числу специальных контрольных органов государственного управления. Основные признаки:

- организационное обособление;
- наличие специальных полномочий;
- обладание правом на использование широких средств административного принуждения;
- характеризуется правом и обязанностью участия в определении правового статуса и режима объектов, которые для нее являются поднадзорными.

Основное направление работы – контроль и обеспечение условий для соблюдения всеми участниками дорожного движения установленных правил дорожного движения и требований нормативных актов, которыми устанавливаются принципы:

- проектирования, реконструкции, ремонта, строительства железных дорог и прочих сооружений, в числе которых мосты, железнодорожные переезды, подземные переходы, линии городского электротранспорта;
- состоянию дорог в соответствии с требованиями безопасности, обеспечению определенного уровня их качества, своевременного ремонта;
- конструкции и эксплуатационным характеристикам транспортных средств, принимающих участие в дорожном движении;
- особенностям перевозки определенных видов грузов, преимущественно, повышенной опасности;
- принятию квалификационных экзаменов на право управления транспортным средством определенной категории в соответствии с классификацией, представленной в российском законодательстве;
- регистрации и организации учета транспортных средств;

- организации технического осмотра и контроля состояния транспортных средств, соответствия их состояния и эксплуатационных характеристик установленным требованиям;
- использования современных автоматизированных средств и технологий для обеспечения безопасности и организации дорожного движения;
- организации сопровождения отдельных видов транспортных средств при необходимости и в случаях, установленных законодательством;
- организации эвакуации и проведение неотложных действий на месте транспортных происшествий, в том числе неотложной помощи участникам аварии, эвакуации транспортных средств с места аварии, максимально оперативного восстановления потока движения в случае крупных ДТП или ДТП на изначально загруженных участках дорог;
- участия сотрудников службы в мероприятиях по охране основ общественной безопасности и порядка;
- розыска угнанных автомобилей;
- участия в оперативных и оперативно-следственных мероприятиях;
- поиска и поимки участников ДТП, скрывшихся с места происшествия;
- соблюдения принципов производства по делам об административных правонарушениях в области дорожного движения;
- проведения мероприятий в рамках дознания и выявления обстоятельств совершения преступлений против безопасности дорожного движения;
- участия в работе советов и комиссий, занимающихся проектированием дорог, железнодорожных мостов и переездов, электролиний;
- оптимизации системы обучения сотрудников, регулирующих безопасность дорожного движения;
- изучения условий дорожного движения, выявления и устранения факторов, способствующих аварийности и нарушению правил дорожного движения и прочих условий и действий, влекущих возникновение угроз для безопасности участников движения;

- профилактики ДТП, развития навыков культуры поведения на дорогах, в том числе среди подрастающего поколения;
- издания информационных и пропагандистских материалов, организация конкурсов, смотров и соревнований с привлечением средств массовой информации, системы образования и здравоохранения;
- мониторинга, анализа и статистического учета ДТП, нарушений законодательства, случаев назначения административной и уголовной ответственности;
- выдачи и учета бланков водительских удостоверений и государственных регистрационных знаков.

В соответствии с обязанностями и функциями ОБ ДПС ГИБДД УМВД Луганской Народной Республики России по г. Северодонецк, она имеет определенные права, позволяющие эти функции выполнять и на практике реализовывать.

Таким образом, проведенный анализ особенностей организации и нормативно-правовых аспектов управления безопасностью дорожного движения в г. Северодонецк свидетельствует о том, что данный аспект развития социальной среды муниципального образования выступает одним из ведущих элементов работы местных органов самоуправления и уполномоченных структур МВД России по обеспечению безопасности, соблюдению прав, охране жизни и здоровья граждан Российской Федерации на территории Луганской Народной Республики Российской Федерации.

Список литературы

1. О безопасности дорожного движения : Федеральный закон от 10.12.1995 № 196-ФЗ (ред. от 07.07.2025) // СПС «Норматив» : [сайт]. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501027> (дата обращения: 13.01.2026).

2. Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон от 08.11.2007 № 257-ФЗ (ред. от 31.07.2025, с изм. от 01.09.2025) // СПС «Норматив» : [сайт]. – URL:

<https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501253> (дата обращения: 13.01.2026).

3. О полиции : Федеральный закон от 07.02.2011 № 3-ФЗ (ред. от 31.07.2025, вступает в силу с 01.09.2025) // СПС «Норматив» : [сайт]. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501169> (дата обращения: 13.01.2026).

4. О техническом осмотре транспортных средств и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон от 01.07.2011 № 170-ФЗ // СПС «КонсультантПлюс» : [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_115853/ (дата обращения: 25.01.2026).

5. Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон от 13.07.2015 № 220-ФЗ (ред. от 08.08.2024, с изм. от 01.09.2024) // СПС «Норматив» : [сайт]. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=475006> (дата обращения: 13.01.2026).

6. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 07.04.2025, с изм. от 01.06.2025) // СПС «Норматив» : [сайт]. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=494837> (дата обращения: 13.01.2026).

7. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 № 63-ФЗ (ред. от 15.10.2025, с изм. от 26.10.2025) // СПС «Норматив» : [сайт]. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=502214> (дата обращения: 13.01.2026).

8. О дополнительных мерах по обеспечению безопасности дорожного движения : Указ Президента РФ от 15.06.1998 № 711 (ред. от 11.02.2023) // СПС «Норматив» : [сайт]. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=444227> (дата обращения: 13.01.2026).

9. Об утверждении Правил дорожного движения Российской Федерации и Основных положений по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанностей должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения : постановление Правительства РФ от 23.10.1993 № 1090 (ред. от 16.07.2025, с изм. от 01.09.2025) // СПС «Норматив». — URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501597> (дата обращения: 13.01.2026).

10. Государственная программа Российской Федерации «Развитие транспортной системы» : постановление Правительства РФ от 20.12.2017 № 1596 (ред. от 01.10.2025) // Правовые акты РФ : [сайт]. — URL: <https://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-20122017-n-1596-ob-utverzhenii/> (дата обращения: 13.01.2026).

11. Об утверждении Положения о Министерстве транспорта Российской Федерации : постановление Правительства РФ от 30.07.2004 № 395 (ред. от 09.10.2025). — URL: <https://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-30072004-n-395/> (дата обращения: 13.01.2026).

12. О паспортах пунктов пропуска через государственную границу Российской Федерации : постановление Правительства РФ от 24.09.2010 № 757 (ред. от 28.04.2016, с изм. от 12.05.2016) // СПС «Норматив» : [сайт]. — URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=257864> (дата обращения: 13.01.2026).

13. О допуске к управлению транспортными средствами : постановление Правительства РФ от 24.10.2014 № 1097 (ред. от 14.11.2024, с изм. от 05.02.2025) // СПС «Норматив» : [сайт]. — URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=487736> (дата обращения: 13.01.2026).

14. Об утверждении Положения о федеральном государственном контроле (надзоре) в области безопасности дорожного движения и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации : постановление Правительства РФ от 30.06.2021 № 1101 (ред. от 03.11.2023, с изм. от 11.11.2023) // СПС «Норматив» : [сайт]. —

URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=459119>
(дата обращения: 13.01.2026).

15. Об особенностях организации и осуществления государственного контроля (надзора), муниципального контроля : постановление Правительства РФ от 10.03.2022 № 336 // СПС «Норматив» : [сайт]. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=487011> (дата обращения: 13.01.2026).

16. О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации : постановление Правительства РФ от 06.10.2022 № 1769 (ред. от 27.05.2025, с изм. от 01.09.2025). – Приведено по состоянию на 13.01.2026.

17. Об особенностях разрешительной деятельности в Российской Федерации : постановление Правительства РФ от 12.03.2022 № 353 (ред. от 02.10.2025, с изм. от 07.10.2025) // СПС «Норматив» : [сайт]. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=502079> (дата обращения: 13.01.2026).

18. Об утверждении Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации до 2035 года : распоряжение Правительства РФ от 28.12.2022 № 4261-р (ред. от 21.10.2024) // Правовые акты РФ : [сайт]. – URL: <https://legalacts.ru/doc/rasporjazhenie-pravitelstva-rf-ot-28122022-n-4261-r-o-strategii/> (дата обращения: 13.01.2026).

19. Об утверждении Административного регламента Министерства внутренних дел Российской Федерации по предоставлению государственной услуги по проведению экзаменов на право управления транспортными средствами и выдаче водительских удостоверений : приказ МВД России от 20.10.2015 № 995 // СПС «Норматив» : [сайт]. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=388198> (дата обращения: 13.01.2026).

20. Об утверждении Административного регламента Министерства внутренних дел Российской Федерации по предоставлению государственной услуги по предоставлению адресно-справочной

информации : приказ МВД России от 23.12.2022 № 984 (ред. от 23.12.2022, с изм. от 01.01.2023) // СПС «Норматив» : [сайт]. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=440360> (дата обращения: 13.01.2026).

УДК 656/625.7/.8

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛАНА И ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФИЛЯ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Водолазский В.В., магистрант группы ДТИ-24М кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Давид А.А., магистрант группы ДТИ-24М кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Земцова А.А., магистрант группы ДТИ-24М кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Бойко Е.А., научный руководитель, канд. пед. наук, заведующий кафедрой управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
doc24elena@bk.ru

Бойко Н.З., канд. техн. наук, директор Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля»,
г. Северодонецк, ЛНР, РФ
boartfzl@mail.ru

Болоташвили З.У., научный руководитель, канд. техн. наук, доцент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ,
zurab.bolotashvili.72@bk.ru

***Аннотация.** В представленной научной публикации изучены вопросы влияния элементов плана и поперечного профиля автомобильной дороги на безопасность дорожного движения. При анализе коэффициентов аварийности с учетом значительного процента грузовых автомобилей в составе дорожных транспортных потоков в Российской Федерации и все расширяющегося использования автопоездов подтверждено, что можно считать оптимальной ширину обочин, равной 3 м.*

***Ключевые слова:** дорожно-транспортное происшествие (ДТП); коэффициент аварийности; элемент дороги; ширина проезжей части; статистика; безопасность дорожного движения; транспортный поток.*

INFLUENCE OF PLAN ELEMENTS AND CROSS-PROFILE ON ROAD SAFETY

Vodolazskii V.V., Master's student, DTI-24M group, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

David A.A., Master's student, DTI-24M group, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Zemtsova A.A., Master's student, DTI-24M group, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Boiko E.A., Scientific Supervisor, Cand. Sc. (Pedagogy), Head of the Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological

Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation

doc24elena@bk.ru

Boiko N.Z., Cand. Sc. (Technical), Director of the Severodonetsk Technological
Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR,
Russian Federation

boartfzl@mail.ru

Bolotashvili Z.U., Scientific Supervisor, Cand. Sc. (Technical), Associate
Professor at the Department of Industrial Innovation Management,
Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State
University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation,

zurab.bolotashvili.72@bk.ru

Abstract. *This scientific publication examines the impact of road layout and cross-sectional elements on road safety. An analysis of accident rates, taking into account the significant percentage of trucks in road traffic in the Russian Federation and the increasing use of road trains, confirms that a shoulder width of 3 meters is optimal.*

Keywords: *road accident (RAT); accident rate; road element; roadway width; statistics; road safety; traffic flow.*

С целью определения влияния элементов плана и поперечного профиля на безопасность дорожного движения необходимо склоняться к широкому использованию статистических данных, потому что в исследованиях в области безопасности движения исключается возможность постановки для накопления данных о дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) в разных условиях специальных натурных опытов по созданию опасных участков на дорогах. Поэтому наиболее целесообразно проводить обобщение и анализ материалов ДТП по единой методике статистических данных разных стран. Эти данные неизбежно отражают влияние многих факторов – состояния дорожной сети, степени автомобилизации, природно-климатических условий, типов покрытий,

специфики правил движения, даже национальных особенностей и темперамента водителей, и то, что в разных странах погибшими при дорожно-транспортных происшествиях считаются умершие через разное количество дней после происшествия. Исследованиями по указанной тематике в области безопасности дорожного движения занимались ряд видных российских ученых, а именно исследователи Айсанов А.С., Баканов К.С., Беляев М.В., Борисов Б.И., Гавриленко А.А., Горбатенко Д.С., Иконников А.П., Исаев М.М., Клявин В.Э., Коблов П.С., Кравченко А.А., Кузнецов В.В., Лазарев Ю.Г., Легошин В.Д., Лелюх В.Ф., Ляхов П.В., Махова О.А., Медрес Е.Е., Митрошин Д.В., Наумов С.Б., Никулин Е.Д., Недбайло К.А., Одинцов Л.Г., Олещенко Е.М., Порташников О.М., Смирнов И.А., Царегородцева Е.А. и др. [1-10].

Однако влияние этих факторов сглаживается, если пользоваться относительными характеристиками изменения количества ДТП при изменении одного элемента дороги и приблизительно постоянных значениях остальных влияющих факторов. Поэтому, изучая влияние того или иного элемента плана или профиля, например, ширины проезжей части или обочин, следует ввести эталонный участок и выразить количество ДТП на 1 млн. авт.-км в долях количества происшествий на этом участке. За эталон принимаем горизонтальный прямой участок с шероховатым усовершенствованным покрытием шириной 7-7,5 м, укрепленными обочинами шириной до 2,5-3,0 м в открытой местности. Этот показатель назван далее «частным коэффициентом аварийности» для данного элемента трассы. Уверенность водителя в безопасном осуществлении маневров встречи и обгона автомобилей зависит от скорости их движения и, как следствие, от расстояния между автомобилями и от колеса до края полосы движения.

При узкой проезжей части зазор λ между автомобилями и расстояние от колес до края обочины y_1 и y_2 (особенно неукрепленной) оказываются недостаточными и вызывают необходимость значительного снижения скорости (рис.1).

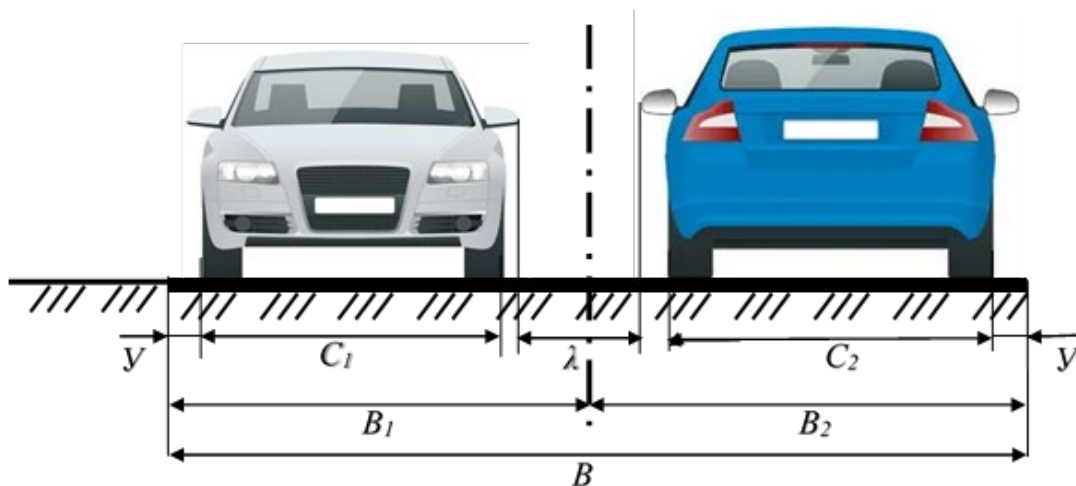


Рис.1 – Использование ширины проезжей части дороги противоположно движущимися автомобилями согласно правил дорожного движения (правостороннее движение)

Колоссальное влияние на безопасность дорожного движения оказывают грунтовые обочины, в особенности во влажные периоды года (весна, осень). В основном по факту неукрепленные грунтовые обочины покрыты слоем грязи, изрезаны глубокими колеями или их поверхность расположена ниже уровня покрытия, образуя уступ, они имеют поверхность, значительно отличающуюся по сопротивлению движению и сцеплению колеса от основного покрытия проезжей части дороги.

Эксплуатация дороги требует, чтобы разница в коэффициентах сцепления дорожного покрытия и обочины не превышала 0,15, так как заезд на грязную обочину с высокой скоростью грозит опасностью заноса с последующим сносом в кювет [11].

Также, следует отметить, что осенью при грязных неукрепленных обочинах края проезжей части бывают покрыты грязью, нанесенной колесами автомобилей, которые останавливались или заезжали на обочину.

На основании сложившейся ситуации водители стараются не приближаться к краю покрытия и эффективная ширина проезжей части значительно уменьшается, тем самым лишаясь технологического зазора безопасности.

Также установлено, что средние расстояния от заднего колеса автомобилей до кромки покрытия при разных типах обочин в среднем

составляют: укрепленная – 30 см; песчаная, разъезженная – 86 см; грязная грунтовая – 92 см [11].

Колоссальное влияние на коэффициент аварийности (таблица 1) и, как следствие, на безопасность дорожного движения оказывают эффективная ширина проезжей части и, несомненно, состояние обочины.

Таблица 1 – Средние значения коэффициентов аварийности

Показатели	Числовые значения показателей							
Ширина проезжей части, м	4,5	5,0	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10,5
Коэффициенты аварийности:								
при укрепленных обочинах	2,2	1,6	1,35	1,1	1,0	0,85	0,8	0,7
при неукрепленных, грязных или изрытых колеями обочинах	–	–	2,5	–	1,75	–	1,0	0,9

Влияние ширины проезжей части проявляется тем сильнее, чем больше в составе потока автомобилей имеется грузовых автомобилей, ширина которых больше, чем легковых. В среднем, процент ДТП с грузовыми автомобилями превышает их процент в общем составе движения [11-13] на следующие значения (таблица 2).

Таблица 2 – Процент ДТП с грузовыми автомобилями превышает их процент в общем составе движения на следующие значения

Показатели	Числовые значения			
Ширина дороги, м	6,0	7,0	7,5	8,0
Превышение, %	13,0	5,0	1,5	0,1

Статистика ДТП показывает высокую эффективность укрепления обочин, допускающих в случае необходимости съезд колеса. С точки зрения обеспечения безопасности движения следует отнестись отрицательно к появившейся в последние годы тенденции уменьшения ширины обочин в целях уменьшения ширины полосы земли, изымаемой при строительстве дороги из сельскохозяйственных угодий. Усредняющие данные отдельных исследователей [1-15] дают возможность предложить следующие значения

частных коэффициентов аварийности для разной ширины обочин (таблица 3).

Таблица 3 – Значения частных коэффициентов аварийности для разной ширины обочин

Показатели	Числовые значения					
Ширина обочин, м	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Коэффициент аварийности	2,2	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0

На основании вышеизложенного материала данной научной публикации, можно с уверенностью заключить следующее: из анализа коэффициентов аварийности с учетом значительного процента грузовых автомобилей в составе дорожных транспортных потоков в целом по Российской Федерации и все расширяющегося использования автопоездов, можно считать оптимальной ширину обочин, равную 3 м.

Список литературы

1. Кузнецов, В. В. О классификации отдельных видов дорожно-транспортных происшествий / В. В. Кузнецов, Д. С. Горбатенко, О. М. Портashников // Вестник Воронежского института МВД России. – 2020. – № 1. – С. 233–238. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-klassifikatsii-otdelnyh-vidov-dorozhno-transportnyh-proisshestviy> (дата обращения: 09.01.2026).

2. Кузнецов, В. В. Смертность в дорожно-транспортных происшествиях, возможные пути предотвращения / В. В. Кузнецов, Д. С. Горбатенко, О. М. Портashников // Вестник Московского университета МВД России. – 2019. – № 2. – С. 255–259. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/smernost-v-dorozhno-transportnyh-proisshestviyah-vozmozhnye-puti-predotvrascheniya> (дата обращения: 09.01.2026).

3. Лазарев, Ю. Г. Предложения по выявлению и сокращению опасных участков концентрации дорожно-транспортных происшествий / Ю. Г. Лазарев, Е. Е. Медрес // Техничко-технологические проблемы сервиса.

– 2016. – № 3 (37). – С. 56–60. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/predlozheniya-po-vyyavleniyu-i-sokrascheniyu-opasnyh-uchastkov-kontsentratsii-dorozhno-transportnyh-proissheshtviy> (дата обращения: 09.01.2026).

4. Махова, О. А. Теоретические вопросы прикладного анализа смертности из-за ДТП // Экономика, статистика и информатика. – 2014. – № 6. – С. 183–187. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-voprosy-prikladnogo-analiza-smertnosti-iz-za-dtp> (дата обращения: 09.01.2026).

5. Боровик, Д. А. Дорожно-транспортные происшествия: причины, последствия, меры предотвращения // Исследования молодых ученых : материалы LXII Междунар. науч. конф. (Казань, апрель 2023 г.). – Казань : Молодой ученый, 2023. – С. 33–53. – URL: <https://moluch.ru/conf/stud/archive/494/18037/> (дата обращения: 09.01.2026).

6. Беляев, М. В. Трасологическая диагностика по делам о дорожно-транспортных происшествиях : автореф. дис. ... канд. юрид. наук : 12.00.12 / Беляев Михаил Вячеславович. – Москва, 2016. – 25 с. – URL: <https://crimescience.ru/wp-content/uploads/2016/07/Автореф-Трасология-ДТП.pdf> (дата обращения: 09.01.2026).

7. Одинцов, Л. Г. Виды дорожно-транспортных происшествий / Л. Г. Одинцов, К. А. Недбайло, В. Д. Легошин // Технологии гражданской безопасности. – 2009. – Т. 6, № 1-2 (19-20). – С. 32–35. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vidy-dorozhno-transportnyh-proissheshtviy> (дата обращения: 09.01.2026).

8. Кравченко, А. А. Совершенствование методики определения мест возникновения дорожно-транспортных происшествий : дис. ... канд. техн. наук : 2.9.5 / Кравченко Андрей Алексеевич. – Белгород, 2021. – 183 с. – URL: https://oreluniver.ru/public/file/defence/Kravchenko_Andrey_Alekseevich_23.09.2021.pdf (дата обращения: 09.01.2026).

9. Кравченко, П. А. Системный подход в управлении безопасностью дорожного движения в Российской Федерации /

П. А. Кравченко, Е. М. Олещенко // Транспорт Российской Федерации. – 2018. – № 2 (75). – С. 14–18. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemnyy-podhod-v-upravlenii-bezopasnostyu-dorozhnogo-dvizheniya-v-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения: 09.01.2026).

10. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации в 2024 году : информ.-аналит. обзор / ФКУ «НЦ БДД МВД России». – Москва, 2025. – 148 с. – URL: <https://media.mvd.ru/files/embed/11400230> (дата обращения: 09.01.2026).

11. Сильянов, В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц : учебник для студентов высш. учеб. заведений / В. В. Сильянов, Э. Р. Домке. – 2-е изд., стер. – Москва : Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с. – ISBN 978-5-7695-4864-2. – URL: <https://thelib.net/1789613-transportno-jekspluatacionnye-kachestva-avtomobilnyh-dorog-i-gorodskih-ulic.html> (дата обращения: 09.01.2026).

12. Ротенберг, Р. В. Основы надежности системы водитель–автомобиль–дорога–среда / Р. В. Ротенберг. – Москва : Машиностроение, 1986. – 214, [2] с. : ил. – URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001317952> (дата обращения: 09.01.2026).

13. Автомобильные дороги. Строительные нормы и правила. СНиП 2.05.02-85 : утв. Постановлением Госстроя СССР от 17.12.85 № 233 : ред. от 30.06.2003 – действует с 01.10.2003 : Текст : электронный. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=396303> (дата обращения: 09.01.2026).

14. Главное управление мобильности и транспорта. В прошлом году в ДТП в странах ЕС погибло 20 400 человек // Официальный интернет-портал European Commission. Мобильность и транспорт : [сайт]. – URL: https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/20400-lives-lost-eu-road-crashes-last-year-2024-10-10_en (дата обращения: 09.01.2026).

15. Несмеянов, А. А. Экспертное исследование дорожно-транспортных происшествий, произошедших вследствие потери устойчивости автотранспортных средств : практ. пособие / А. А. Несмеянов, И. С. Щербаков, А. Л. Беляк. – Иркутск : Восточно-Сибирский институт

МВД России, 2023. – 64 с. – URL:
http://lib.eioskuimvd.ru/jirbis2/_docs_file/Эл.%20библ.%20для%20учебы/Электронные%20издания%20ВУЗов%20МВД%20России/Судебная%20экспертиза/2024%20Эксп.исслед/Несмеянов.pdf (дата обращения: 09.01.2026).

УДК 656.015

К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВЕ НЕХВАТКИ ПАРКОВОЧНЫХ МЕСТ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

Диментьев А.О., канд. техн. наук., доцент, доцент кафедры
машиностроения и строительства

dimentev@inbox.ru

Якимова О.Ю., ассистент кафедры управления инновациями в
промышленности

yakimovaolga@internet.ru

Диментьева А.А., студент группы ХТ-25/2му

dimentevaa@inbox.ru

Северодонецкий технологический институт ФГБОУ ВО «Луганский
государственный университет им. Владимира Даля»,
г. Северодонецк, ЛНР, РФ

***Аннотация.** В статье рассматривается назревающая проблема нехватки парковочных мест в крупных городах Луганской Народной Республики, обусловленная резким ростом числа личных автомобилей. Представлен обзор международного опыта решения аналогичных проблем в США, Нидерландах, Великобритании и Японии. На основе проведенного анализа предложены меры по улучшению ситуации, в частности строительство многоэтажных гаражей-стоянок вблизи жилых массивов.*

***Ключевые слова:** парковочные места, транспортная инфраструктура, Луганская Народная Республика, градостроительство, многоэтажные гаражи-стоянки.*

ON THE PROSPECT OF A LACK OF PARKING PLACES IN LARGE CITIES OF THE LUGANSK PEOPLE'S REPUBLIC

Dimentev A.O., Cand. Sc. (Technical), Docent, Associate Professor at the Mechanical Engineering and Construction Department

dimentev@inbox.ru

Yakimova O.Yu., Assistant of the Department of Innovation Management

yakimovaolga@internet.ru

Dimenteva A.A., student of the group XT-25/2мы,

dimentevaa@inbox.ru

Severodonetsk Technological Institute of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Luhansk Vladimir Dal State University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation

***Abstract.** The article addresses the escalating problem of parking space shortages in major cities of the Luhansk People's Republic, driven by a sharp increase in privately owned vehicles. An overview of international practices from the USA, the Netherlands, the United Kingdom, and Japan is provided to illustrate effective solutions. Based on this analysis, recommendations are proposed, particularly the construction of multi-level parking garages near existing residential districts.*

***Keywords:** parking spaces, transport infrastructure, Luhansk People's Republic, urban planning, multi-level parking garages.*

В Луганской Народной Республике, начиная с 2023 года, наблюдается достаточно резкий рост количества личного автомобильного транспорта, в результате чего возникают проблемы, связанные с нехваткой парковочных мест, которые приобретают характер системного кризиса, затрагивающего

транспортную инфраструктуру, социальные и градостроительные аспекты городской среды.

Ежегодный прирост автомобильного транспорта на дорогах Луганской Народной Республики значительно опережает темпы развития парковочной инфраструктуры. В качестве негативных последствий необходимо отметить: снижение пропускной способности дорог, парковку на газонах и тротуарах, сужение проезжих частей (за счет парковки автомобилей на одной из полос движения), затруднение доступа служб экстренного реагирования к жилым зданиям и объектам социальной инфраструктуры.

Исторически так сложилось, что советское градостроительство сделало ставку на развитие общественного транспорта и не предусматривало массового владения личным автомобильным транспортом, поэтому большинство жилых массивов, особенно в так называемых «спальных районах», были спроектированы без учёта будущего–современного спроса на размещение личных транспортных средств [1, 2].

В последние годы в крупных городах-миллионниках Российской Федерации активно внедряются программы по созданию платных парковок и подземных стоянок. Однако, реализация этих мер сталкивается с рядом препятствий, начиная с высокой стоимостью машино-мест, заканчивая недостаточной проработкой логистики и зонирования парковочного пространства.

Анализ международного опыта показывает, что для успешного решения проблемы парковок, там в основном используется комплексный подход, включающий в себя строительство разнообразных типов парковок с жестким контролем соблюдения правил стоянки, а также стимулирование населения к использованию общественного транспорта [3–7].

В США, как мирового лидера по уровню автомобильного транспорта на дорогах страны, столкнулись с проблемой нехватки парковочных мест еще в 1930-х годах. В этот период для решения этой задачи американское правительство прибегло к строительству подземных парковочных

сооружений, но уже с 1970-х годов в стране получили широкое распространение, так называемые перехватывающие паркинги (парковка, предназначенная для размещения транспортных средств граждан, следующих от места жительства к месту работы). Преимущественно они расположены возле станций общественного транспорта, например, метро [3].

В крупных городах США уличная парковка является платной, кроме территорий, предназначенных для проживания, а правила парковки регулируются цветными бордюрами.

Примечательно, что в США на каждый автомобиль приходится как минимум три парковочных места, что позволяет считать проблему парковки транспортных средств в этой стране практически решенной [3].

В Нидерландах большинство парковок, расположенных в центральных районах городов, являются платными, а для решения проблемы дефицита парковочных мест активно используются перехватывающие парковки на их окраинах, которые предлагают водителям оставить свои автомобили и получить проездной на общественный транспорт. Кроме этого, в стране развиты зеленые экопарковки и активно поощряется использование велосипедов, что способствует улучшению экологии в стране и сокращению числа автомобилей на дорогах [4].

В качестве инновационного решения, под центром Амстердама планируется возведение многофункционального подземного комплекса, так называемого «города-паркинга», который будет включать в себя не только парковочные места, но и сопутствующую инфраструктуру, такую как автосервисы, торговые точки, кинотеатры, спортивные объекты и т.д. Однако, реализация данного проекта сопряжена со значительными финансовыми вложениями и длительными сроками выполнения [3, 5].

Великобритания прибегает к экономическим мерам при решении проблемы дефицита парковочных мест в крупных городах. Например, въезд в центральные районы Лондона облагается значительно более высокой платой, чем в другие районы. В результате, владельцы автомобилей чаще

выбирают общественный транспорт или велосипеды для передвижения по центру города [6].

В Японии проблема нехватки парковочных мест решается кардинально по-другому. Потенциальный автовладелец перед приобретением автомобиля обязан предоставить доказательства наличия личного парковочного места, расположенного в пределах двухкилометровой зоны от места его проживания. Кроме того, важным условием является соответствие размеров парковочного места габаритам приобретаемого транспортного средства, поскольку полиция вправе отказать в выдаче разрешения на покупку, если сочтет парковку недостаточно просторной [5, 7].

В России подобные меры ещё не получили широкого распространения. Хотя вместе с тем в новых жилых комплексах в основном уже предусматриваются подземные паркинги, а у жителей ранее построенного жилого фонда они зачастую отсутствуют, поэтому проблема нехватки парковочных мест в Луганской Народной Республике постепенно обостряется.

Также иногда даже при наличии технической возможности расширить парковочную инфраструктуру возникают бюрократические и правовые барьеры, например, сложности согласования земельных участков и нехватки нормативной базы, регулирующей использование нестандартных инновационных решений.

Таким образом, с целью минимизировать в будущем возникновение проблемы нехватки парковочных мест в крупных городах Луганской Народной Республики целесообразно развивать их парковочную инфраструктуру ориентируясь на постройку многоэтажных гаражей-стоянок (не более 4 этажей) вблизи с уже построенными большими жилыми массивами, а по возможности в их границах.

Список литературы

1. Вавринчук, П.А Паркинг — основное решение дефицита парковочных мест / П.А. Вавринчук, Е.Б. Рябкова // Новые идеи нового века:

материалы международной научной конференции. — ФАД ТОГУ, 2014. — Т.2. — С. 47–3.

2. Боровик, Е.Н. Вопросы организации хранения и паркингов легковых автомобилей в комплексной транспортной схеме города / Е.Н. Боровик // Задачи современного градостроительства. — М.: МИСИ, 1983. — С. 45–57.

3. Акелькина, Е.А. Отечественный и зарубежный опыт в решении проблем нехватки парковочных мест в городских образованиях / Е.А. Акелькина. — Региональные архитектурно-художественные школы. — 2013. — №1. — С. 113–117.

4. Власов, Д.Н. Совершенствование транспортной системы крупнейшего города, путем развития системы «перехватывающих» парковок / Д.Н. Власов, Н.В. Данилина // Научно-технический журнал «Вестник МГСУ». №4/2010 – С. 49-54.

5. Костин, Р.В. Проблема парковочных мест в России / Р.В. Костин // Аллея науки. — 2019. — Т.2. — № 5 (32). — С. 388–391.

6. Чебан, В. А. Изменение форм организации транспортных потоков для решения проблемы нехватки парковочного пространства в крупных городах России / В. А. Чебан, О.В. Стахеев. // Региональные архитектурно-художественные школы. — 2015. — № 1. — С. 63–65.

7. Японский метод решения проблем с парковками // Автомобильная социальная сеть : сайт - URL: <https://www.drive2.ru/b/842604/>.

УДК 658.562.012.7:621.798

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ИНФОРМАЦИИ НА УПАКОВКЕ ХАРАКТЕРУ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТИРОВКИ В ЦЕЛЯХ СОХРАНЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Зайцева П. Д., аспирант 1 курса, научная специальность 2.5.22

«Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация
производства», ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,
г. Москва, РФ

no2shame@yandex.ru

***Аннотация:** В статье рассматривается проблема соответствия информации, наносимой на упаковку продукции, реальным условиям транспортировки в современных транспортно-логистических системах. Обоснована необходимость перехода от формального соблюдения требований к маркировке к ее количественной оценке с учетом характера транспортных процессов. Разработана методика оценки соответствия маркировочной информации условиям транспортировки, основанная на системе критериев и интегральном показателе. Предложенный подход направлен на повышение сохранности качества продукции в процессе перевозки.*

***Ключевые слова:** транспортная маркировка, упаковка, качество продукции, логистика, транспортные процессы, методика оценки.*

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE COMPLIANCE OF PACKAGING INFORMATION WITH THE NATURE OF TRANSPORTATION PROCESSES TO ENSURE PRODUCT QUALITY

Zaitseva P. D., postgraduate student, Scientific Specialization 2.5.22

«Product Quality Management. Standardization. Production Organization»

State University of Management

Moscow, Russian Federation

no2shame@yandex.ru

Abstract: *The article addresses the issue of compliance between packaging information and actual transportation conditions in modern logistics systems. The necessity of moving from formal compliance with labeling requirements to a quantitative assessment considering transportation processes is substantiated. A methodology for assessing the compliance of packaging information with transportation conditions based on a system of criteria and an integral indicator is proposed. The developed approach is aimed at ensuring product quality preservation during transportation.*

Keywords: *transport labeling, packaging, product quality, logistics, transportation processes, assessment methodology.*

1. Вводная часть. Постановка проблемы и цель исследования

В современных условиях развития транспортных и логистических систем обеспечение сохранности качества продукции на этапах транспортировки приобретает особую значимость [5]. Упаковка продукции выполняет не только защитную, но и информационную функцию, обеспечивая корректное обращение с грузом при погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских операциях [2].

Транспортная маркировка является ключевым элементом информационного обеспечения логистических процессов. Однако действующая практика применения маркировочных обозначений носит преимущественно формальный характер и ориентирована на соблюдение нормативных требований без учета реальных условий транспортировки, таких как интенсивность механических воздействий, длительность маршрута, количество перегрузок и используемые виды транспорта.

В условиях усложнения логистических цепей и широкого применения автоматизированных систем обработки грузов возникает необходимость разработки методики оценки соответствия информации на упаковке характеру транспортных процессов [4].

Целью настоящей статьи является разработка методики оценки соответствия маркировочной информации условиям транспортировки в целях сохранения качества продукции.

Научная новизна работы заключается в формализации оценки транспортной маркировки с использованием системы критериев и интегрального показателя соответствия.

2. Методы исследования

В ходе исследования использовались методы системного анализа, логистического моделирования, формализации и экспертной оценки. Методологическую основу работы составили положения теории управления качеством, логистики и транспортных процессов [3, 4].

Для разработки методики применялись:

- анализ нормативных требований к транспортной маркировке [1];
- классификация факторов транспортного воздействия на продукцию;
- метод взвешенных коэффициентов при расчете интегрального показателя соответствия;
- экспертная оценка значимости критериев [3].

3. Анализ и формализация методики оценки

В рамках исследования установлено, что эффективность транспортной маркировки определяется не только ее наличием, но и соответствием информации реальным условиям перевозки. В связи с этим, опираясь на принципы управления качеством [3], предложено выделить следующие группы критериев оценки:

- информационная полнота маркировки;
- соответствие маркировки характеру транспортных воздействий;
- читаемость и визуальная доступность информации;
- адаптированность маркировки к современным логистическим технологиям [4].

Каждому критерию присваивается нормированное значение от 0 до 1. Для получения обобщенной оценки предлагается использовать интегральный показатель соответствия, рассчитываемый по формуле:

$$K = \sum (w_i \cdot k_i), \quad (1)$$

где k_i – значение i -го критерия соответствия; w_i – весовой коэффициент значимости критерия; i – номер критерия.

Все параметры, входящие в формулу, подлежат обязательному пояснению в тексте исследования. Полученное значение показателя K позволяет классифицировать маркировку по степени соответствия условиям транспортировки и выявлять потенциальные риски повреждения продукции.

4. Выводы и рекомендации

Будущая методика оценки соответствия информации на упаковке характеру транспортных процессов позволит перейти от качественного описания маркировки к количественной оценке ее эффективности. Применение интегрального показателя обеспечивает возможность сравнительного анализа различных вариантов маркировки и обоснования необходимости их модернизации [3].

Практическое применение методики целесообразно при проектировании упаковки, разработке логистических регламентов и в системе управления качеством продукции. Перспективы дальнейших исследований связаны с адаптацией методики к цифровым системам идентификации и мониторинга грузов [4,5].

Список литературы

1. ГОСТ 14192–96. Маркировка грузов. – Введ. 1997–01–01. – М. : Стандартиформ, 2016.
2. ГОСТ 17527–2020. Упаковка. Термины и определения. – Введ. 2021–01–01. – М. : Стандартиформ, 2020.
3. **Аристов, О. В.** Управление качеством : учебник / О. В. Аристов. — Москва : ИНФРА-М, 2026. — 224 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — ISBN 978-5-16-016093-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система Znanium [сайт]. — URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=476548&ysclid=mkxsq03w25572961936> (дата обращения: 05.01.2026).

4. Сергеев, В. И. Управление цепями поставок : учебник для вузов / В. И. Сергеев. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 480 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01356-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/535967> (дата обращения: 21.12.2025).

5. Бауэрсокс, Доналд Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок : учебник / Доналд Дж. Бауэрсокс, Дейвид Дж. Клосс ; пер. с англ. Н. Н. Барышниковой, Б. С. Пинскера. — 2-е изд. — Москва : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2008. — 640 с. : ил. — ISBN 978-5-9693-0124-5. — Текст : электронный // DJVU.online [сайт]. — URL: <https://djvu.online/file/DXV70YgskhLDz> (дата обращения: 05.01.2026).

УДК 656.1

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ВЫБОР ИНФРАСТРУКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ДОСТУПНОСТИ ТРАНСПОРТА НА ПРИГОРОДНЫХ СТАНЦИЯХ МЦД

Козлов С. Д., аспирант, Государственный университет управления,
г. Москва, РФ
sergey_k01@bk.ru

***Аннотация.** Предлагается методологическое обеспечение многокритериального выбора мер, направленных на улучшение транспортной доступности пригородных станций МЦД. Методологическое обеспечение включает формирование альтернатив и критериев, взвешивание экспертами и классификацию вариантов на основе комплексной оценки. Демонстрационный расчет показывает преимущество комплексных решений, сочетающих организованные парковки и улучшенный транспорт.*

***Ключевые слова:** Московские центральные диаметры; транспортная доступность; «последняя миля»; перехватывающие*

парковки; транспортное обеспечение станции; многокритериальная оценка; инфраструктура.

MULTI-CRITERIA SELECTION OF INFRASTRUCTURE SOLUTIONS TO IMPROVE TRANSPORT ACCESSIBILITY OF SUBURBAN MCD STATIONS

Kozlov S. D., postgraduate student, State University of Management,
Moscow, Russian Federation
sergey_k01@bk.ru

***Abstract.** A methodology is proposed for the multi-criteria selection of measures aimed at improving the transport accessibility of suburban stations on Moscow's Central Diameters. The methodology includes the formation of alternatives and criteria, expert evaluation, and the classification of options based on a comprehensive assessment. A demonstration calculation shows the advantage of comprehensive solutions combining organized parking and improved transport.*

***Keywords:** Moscow Central Diameters; transport accessibility; “last mile”; transfer parking; transport to the station; multi-criteria assessment; infrastructure*

Вводная часть, постановка проблемы, цель статьи, представление новизны излагаемых материалов.

Развитие Московских центральных диаметров (МЦД) усилило роль пригородных станций как пересадочных узлов [1]. Для ряда станций спрос растет быстрее, чем доступная инфраструктура: организованные парковочные места ограничены, линии общественного транспорта не обеспечивают устойчивого сообщения, а пешеходные подходы зачастую неудобны. Это приводит к хаотичной парковке, заторам на прилегающих улицах и снижению качества пересадок [1].

Выбор инфраструктурных мер осложняется конкурирующими критериями: транспортная эффективность, затраты, время реализации, риски реализации, социальное воздействие и масштабируемость [3–5]. Цель данной статьи — предложить компактную методологию многокритериального принятия решений для улучшения транспортной доступности пригородных станций МЦД и продемонстрировать ее применение на типичном примере [3–5]. Новизна заключается в структуре критериев, учитывающей системное воздействие на транспортную сеть, и в прозрачной процедуре ранжирования вариантов.

Данные об используемых методах исследования.

Методология основана на подходах многокритериального анализа решений и включает: (1) формирование набора альтернатив; (2) формирование критериев оценки; (3) сбор исходных данных и/или экспертных оценок; (4) определение весов критериев (например, с использованием метода парных сравнений); (5) нормализацию показателей и расчет интегральной оценки; (6) анализ чувствительности результата.

Для предварительной фазы целесообразно использовать интегральную оценку в виде взвешенной суммы нормализованных значений критериев [4,5]. В практическом применении рекомендуется сочетать измеримые показатели (пропускная способность парковки, интервалы движения, сроки реализации) и экспертные оценки по согласованной шкале [3,4].

Экспериментальная часть, анализ, обобщение, описание и объяснение полученных данных.

В качестве примера рассмотрим типичный пригородный центр МЦД (станция S), где существует высокий спрос на доступ на личном транспорте, наблюдается нехватка организованных парковок, а общественный транспорт не обеспечивает регулярность и прямое сообщение [1]. Оценки по набору критериев определяются экспертами (шкала от 1 до 5) [3,4].

Таблица 1 – Альтернативы инфраструктурных решений

Обозначение	Решение
A1	Перехватывающая парковка у станции (парковочные места, удобная навигация)
A2	Повышение качества подвоза общественным транспортом (схема маршрутов, частота, комфорт в зоне ожидания у станции)
A3	Расположение краткосрочной посадки и высадки, переразметка и ограничение хаотичной парковки
A4	Пешеходные связывающие переходы и безопасность доступа, освещение, велопарковки
A5	Пакет мер: A1 + A2 + точечные элементы A3 и A4

Критерии сортированы по блокам: транспортный эффект, экономические затраты, реализуемость, общественный и сетевой эффект. Пример структуры и весов критериев приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Пример структуры критериев и весов (демонстрационный вариант)

Группа	Критерий	Вес критерия
Транспортный эффект	Разгрузка соседних к станциям улиц, путем снятия хаотичности на парковках	0,25
Транспортный эффект	Удобство довоза и пересадки пассажиров	0,20
Экономические затраты	Затраты на создание и ежемесячную эксплуатацию	0,15
Реализуемость	Сроки и риски, связанные с управлением	0,15
Сетевой эффект	Возможность применения на новых или уже имеющихся станциях	0,15
Общественный эффект	Комфортный и безопасный доступ	0,10

Демонстрационный расчет привел к следующему ранжированию: А5 (1-е место), А2 (2-е), А1 (3-е), А4 (4-е), А3 (5-е). Лидерство пакета А5 объясняется одновременным влиянием на спрос на доступность, качество подвоза и условия пересадки. Меры А2 и А1 эффективны по отдельности, но при реализации в изоляции сохраняют некоторые ограничения. Точечные решения А3 и А4 подходят в качестве вспомогательных компонентов пакета.

Выводы и рекомендации, перспективы развития рассматриваемой проблемы.

Разработана методика многокритериального отбора инфраструктурных решений, направленных на улучшение транспортной доступности пригородных станций МЦД. Методика обеспечивает сопоставимость альтернатив, прозрачность критериев и применимость на этапе предпроектной подготовки.

В качестве базового подхода для станций с острой проблемой «последней мили» рекомендуется рассматривать комплексные решения, сочетающие в себе организованные парковочные места и развитие доступа к общественному транспорту, с обязательной адаптацией пешеходной доступности и управления операциями посадки и высадки. Будущая работа может включать расширение выборки станций, сбор измеримых данных о структуре доступа и интеграцию методологии с моделированием транспорта.

Список литературы

1. Правительство Москвы. Московские центральные диаметры : официальный портал города Москвы. – URL: <https://www.mos.ru/city/projects/diameter/> (дата обращения: 25.12.2025).

2. Saaty T. L. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. – New York : McGraw-Hill, 1980. – 287 p. – ISBN 978-0070543713.

3. Belton V.; Stewart T. J. Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach. – Boston : Kluwer Academic Publishers, 2002. – 372 p. – ISBN 978-0792375050.

4. Hwang C.-L.; Yoon K. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications: A State-of-the-Art Survey. – Berlin ; Heidelberg : Springer-Verlag, 1981. – 259 p. – ISBN 978-3-540-10558-9.

5. Keeney R. L.; Raiffa H. Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. – Cambridge : Cambridge University Press, 1993. – 569 p. – ISBN 978-0521438834.

УДК 625.7.62-5/629.01/.08

ВЗАИМОСВЯЗЬ ИНТЕНСИВНОСТИ И СКОРОСТНОГО РЕЖИМА ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА С БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Кононов Д.Ю., магистрант группы ДТИ-24М кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Корж А.Г., магистрант группы ДТИ-24М кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Корж Ю.В., магистрант группы ДТИ-24М кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Бойко Е.А., научный руководитель, канд. пед. наук, заведующий кафедрой управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

doc24elena@bk.ru

Бойко Н.З., канд. техн. наук, директор Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им.

Владимира Даля»,

г. Северодонецк, ЛНР, РФ

boartfzl@mail.ru

Болоташвили З.У., научный руководитель, канд. техн. наук, доцент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ,

zurab.bolotashvili.72@bk.ru

***Аннотация.** В материалах представленной научной публикации изучены вопросы макрошероховатости и микрошероховатости поверхности дорожного покрытия и взаимодействия с колесом транспортного средства, представлен математический аппарат расчета глиссирования, что в конечном счете имеет прямую связь с безопасностью дорожного движения.*

***Ключевые слова:** макрошероховатость; микрошероховатость; формула; коэффициент аварийности; условия движения; дорожно-транспортное происшествие (ДТП); коэффициент гидравлической шероховатости; скорость начала глиссирования автомобильных шин.*

THE RELATIONSHIP BETWEEN TRAFFIC FLOW INTENSITY AND SPEED WITH ROAD SAFETY

Kononov D.Iu., Master's student, DTI-24M group, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr

Dahl Luhansk State University,

Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Korzh A.G., Master's student, DTI-24M group, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Korzh Iu.V., Master's student, DTI-24M group, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Boiko E.A., Scientific Supervisor, Cand. Sc. (Pedagogy), Head of the Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation
doc24elena@bk.ru

Boiko N.Z., Cand. Sc. (Technical), Director of the Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation
boartfzl@mail.ru

Bolotashvili Z.U., Scientific Supervisor, Cand. Sc. (Technical), Associate Professor at the Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Vladimir Dahl, Severodonetsk, LPR, Russian Federation
zurab.bolotashvili.72@bk.ru

Abstract. *This scientific publication examines the macro- and micro-roughness of road surfaces and their interaction with vehicle wheels. It also presents a mathematical framework for calculating aquaplaning, which ultimately has a direct impact on road safety.*

Keywords: *macro-roughness; micro-roughness; formula; accident rate; traffic conditions; road traffic accident (RTA); hydraulic roughness coefficient; aquaplaning onset speed of automobile tires.*

В современном мире на дорогах имеет место пиковое значение роста интенсивности движения, что приводит к изменению процесса взаимодействия автомобилей в транспортном потоке при увеличении его плотности (количества автомобилей на 1 км дороги) и отражается на количестве ДТП и их тяжести в сторону увеличения (таблица 1) [1-12].

Таблица 1 – Частные коэффициенты аварийности

Показатели		Значения								
Интенсивность, тыс. авт./сут.		0,5	3,0	5,0	7,0	10,0	11,0	15,0	20,0	25,0
Коэффициент аварийности для дорог:										
	двухполосных	0,4	0,75	1,0	1,4	1,75	1,8	1,0	0,6	–
	четырёхполосных	–	3,0	1,6	–	1,0	–	1,0	1,4	2,0

Количество ДТП зависит не только от общего числа автомобилей в общем потоке движения, но и от соотношения в нем автомобилей различных марок, моделей, назначения и другого типа транспортных средств, различий в их скоростном режиме, динамических показателей, габаритных размеров, тоннажности и уровня загрузки. Чем разнообразнее транспортный поток и, соответственно, значительнее в нем варьирование скоростного режима, тем чаще возникают в нем потребности обгонов опережения и тем более высока опасность наступления ДТП.

Следует особо подчеркнуть, что в общем количестве ДТП, связанных с изменением скорости движения, играет роль значительное превышение скорости на влажном дорожном покрытии (дождь, мокрый снег, изморозь), так как при определенных условиях может возникнуть явление глиссирования (аквапланирования), когда передние колеса автомобиля скользят по водной прослойке, не имея контакта с дорожной поверхностью.

Появляющийся на покрытии во время дождя тонкий слой воды оказывает при скорости движения автомобиля более 80 км/час гидродинамическое подъемное воздействие на колеса, уменьшая площадь непосредственного контакта шин с покрытием, вследствие чего появляется опасность потери управления и высокая вероятность наступления ДТП. Процесс глиссирования особенно опасен при отсутствии рисунка протектора ската, так как гидродинамическая подъемная сила воды резко возрастает в 2-2,5 раза, а критическая скорость снижается до 1,5 раз [13].

Главным аспектом увеличения коэффициента сцепления ската (покрышки колеса автомобиля) с влажным покрытием является создание условий р-шероховатой поверхности. Таким образом, шероховатость создается за счет выступов и впадин, образуемых минеральными материалами, а также за счет собственной шероховатости зерен минерального материала. Шероховатость, создаваемую минеральным материалом, называют макрошероховатостью. Собственную шероховатость зерен материала называют микрошероховатостью.

По макрошероховатости поверхности дорожные покрытия разделяют на следующие типы [13]:

- гладкие (средняя высота выступов не более 0,3 мм);
- мелкошероховатые (средняя высота выступов от 0,3 до 1,0 мм);
- среднешероховатые (средняя высота выступов 1-2 мм);
- крупношероховатые (средняя высота выступов 2 мм).

В процессе эксплуатации дорожного покрытия макрошероховатость и микрошероховатость поверхности постепенно уменьшаются. Уменьшение шероховатости идет тем быстрее, чем выше интенсивность движения по дороге, и больше в транспортном потоке грузовых автомобилей и автобусов. В результате снижается коэффициент сцепления мокрых покрытий. С целью обеспечения надлежащего сопротивления скольжению в течение всего срока службы следует назначать такую макрошероховатость, чтобы она обеспечивала допускаемые значения коэффициента сцепления и в последний год службы (таблица 2) [12, 13].

Таблица 2 – Начальная макросероховатость покрытия при сдаче в эксплуатацию, в зависимости от условий движения по степени опасности, категории дороги и климатического района

Условия движения	Начальная <u>макросероховатость</u> покрытия, мм, не менее	
	Для дорог I и II категории для II дорожно-климатической зоны	Для дорог III и IV категории для II дорожно-климатической зоны
Легкие	1,5	1,0
Затрудненные	2,0	1,5
Опасные	3,5	2,5

Наибольшая макросероховатость покрытия не должна превышать 7 мм. При создании шероховатой поверхности путем поверхностной обработки на асфальтобетонных и усовершенствованных облегченных покрытиях начальная макросероховатость покрытия должна быть: на дорогах I и II категории – 5-6 мм, на дорогах III и IV категории – 3,5-4 мм.

В зависимости от скорости движения и характеристик участков требуются различные минимально допустимые значения коэффициентов сцепления (таблица 3) и минимально допустимые значения коэффициента сцепления на мокром покрытии (таблицы 4, 5).

Таблица 3 – Значение коэффициента сцепления на мокром покрытии при сдаче в эксплуатацию, в зависимости от характеристики участков дорог, условий движения по степени опасности, скорости движения

Условия движения	Характеристика участков дорог	Значения коэффициента сцепления на мокром покрытии при сдаче в эксплуатацию при скорости	
		60 км/час	80 км/час
Легкие (группа 1)	Прямые участки или закругления радиусом 1000 м и более, горизонтальные или с продольными уклонами более 30%,	$\geq 0,45$	$\geq 0,36$

Условия движения	Характеристика участков дорог	Значения коэффициента сцепления на мокром покрытии при сдаче в эксплуатацию при скорости	
		60 км/час	80 км/час
	с элементами поперечного профиля для соответствующей категории и с укрепленными обочинами. Без пересечений в одном уровне		
Опасные (группа 3)	Участки с видимостью менее расчетной (для соответствующей категории дорог). Участки на спусках и подъемах с уклонами более 30 % при длине более 100 м. Участки в зонах пересечений в одном уровне или слияния потоков, остановки автобусов, разделения пешеходных переходов, прорывов бокового ветра, местного увлажнения покрытия, в местах образования тумана. Участки 1-й и 2-й групп при уровнях загрузки более 0,5	$\geq 0,60$	$\geq 0,40$

Таблица 4 – Минимально допустимая макрошероховатость дорожной поверхности в зависимости от скорости движения и коэффициента сцепления

Минимально допускаемые значения	Скорость движения				
	60 км/час		80 км/час		
Коэффициент сцепления на мокром покрытии	0,35-0,40	0,45	0,26	0,28	0,30
<u>Макрошероховатость</u> дорожной поверхности, мм	0,4	0,8	1,0	1,5	2,0

Таблица 5 – Минимально допустимые значения коэффициента сцепления покрытий для различных скоростей и условий движения

Условия движения	Минимально допускаемые значения коэффициента сцепления на мокром покрытии при скорости движения, км/час, не менее	
	60	80
Легкие	0,35	0,26
Затрудненные	0,40	0,28
Опасные	0,45	0,30

Коэффициент сцепления при скорости 80 км/час относится к дорогам I и II категорий (за исключением участков в пределах населенных пунктов, а также мест ограничения скорости до 60 км/час); при скорости 60 км/час – к дорогам III категории и IV категории с усовершенствованным облегченным покрытием, а также участкам дорог II категории в пределах населенных пунктов и мест ограничения скорости до 60 км/час.

Для обеспечения безопасности движения на влажном покрытии необходимым условием является информация о безопасной скорости движения в сложных условиях. В зависимости от состояния покрытия (макросероховатости, Δ) безопасная скорость движения будет разной. Для ее определения необходимым условием будет определение коэффициента гидравлической шероховатости (таблица 4, рис. 1), интенсивности расчетного дождя, толщины водной пленки, длины участка стока воды и уклона стока воды по покрытию [13-15].

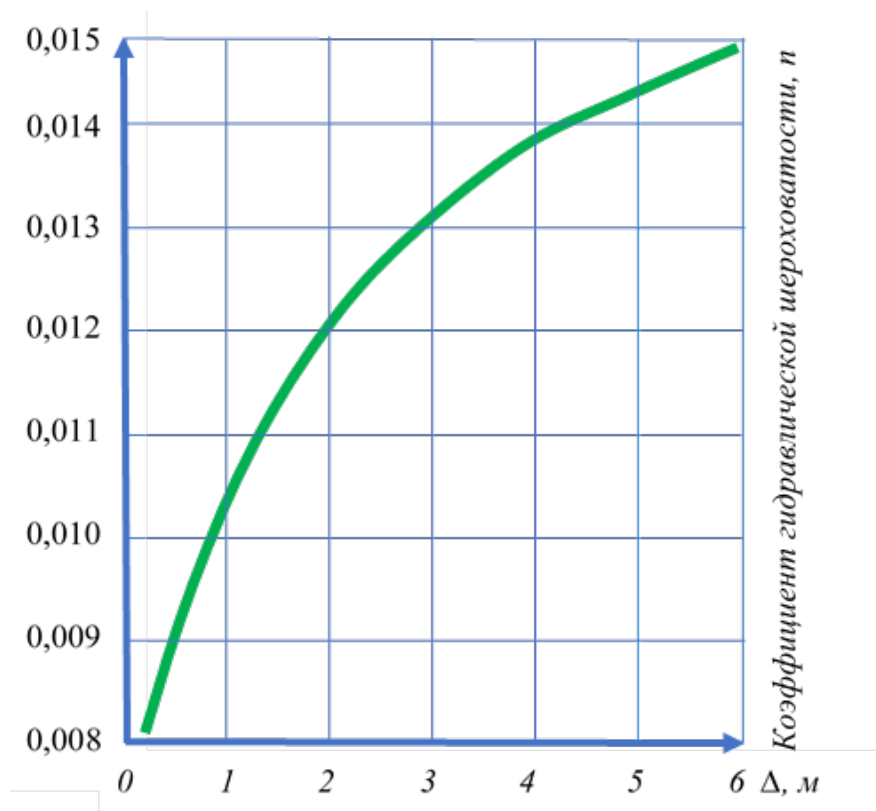


Рисунок 1 – Эмпирический график для определения коэффициента гидравлической шероховатости

Интенсивность расчетного дождя (a , мм/мин) можно рассчитать по формуле [13]:

$$a = \frac{A+B \cdot \lg N}{8,09}, \quad (1)$$

где A и B – климатические параметры района прокладки дороги;

N – вероятность появления расчетного дождя.

Толщину водной пленки на покрытии (h , мм) определяем по формуле [13]:

$$h = \left(\frac{a \cdot L \cdot n}{30 \cdot \sqrt{i}} \right)^{0,6}, \quad (2)$$

где n – коэффициент гидравлической шероховатости поверхности покрытия;

L – длина участка стока воды по покрытию, мм;

i – уклон стока воды по покрытию, доли единиц.

$$L = b_1 \sqrt{1 + \left(\frac{i_{\text{прод}}}{i_{\text{попер}}}\right)^2}, \quad (3)$$

где b_1 – ширина проезжей части для одного направления движения, м;
 $i_{\text{прод}}$ и $i_{\text{попер}}$ – продольный и поперечный уклоны проезжей части, доли единиц;

$$i = \sqrt{i_{\text{прод}}^2 + i_{\text{попер}}^2}, \quad (4)$$

Толщину активного слоя жидкости, оказывающего гидродинамическое подъемное действие на автомобильные шины ($h_{\text{акт}}$, мм), определяем по формуле [13]:

$$h_{\text{акт}} = h - \Delta + 2, \quad (5)$$

где Δ – минимально допустимая макрошероховатость дорожной поверхности, мм, при $\Delta \leq 2 \text{ мм}$ $h_{\text{акт}} = h$.

Скорость начала глиссирования автомобильных шин определяем по формуле [13]:

$$v_{\text{гл}} = \sqrt{\frac{G_K}{K \cdot \rho \cdot h_{\text{акт}} \cdot b}}, \quad (6)$$

где G_K – вертикальная нагрузка на колесо, Н;
 ρ – плотность жидкости, находящейся на покрытии, $\text{кг} \cdot \text{см}^2 / \text{м}^4$ (для воды – 102, слякоти – 80);
 b – ширина беговой дорожки шины, м;
 K – коэффициент, определяемый по графику (рис. 2) в зависимости от показателя ψ , определяем по формуле [13]:

$$\psi = \frac{V_{\text{гл}} \cdot h_{\text{акт}}}{b}, \quad (7)$$

где $V_{\text{гл}}$ – заданная (принимаемая) скорость начала глиссирования шин, м/с.

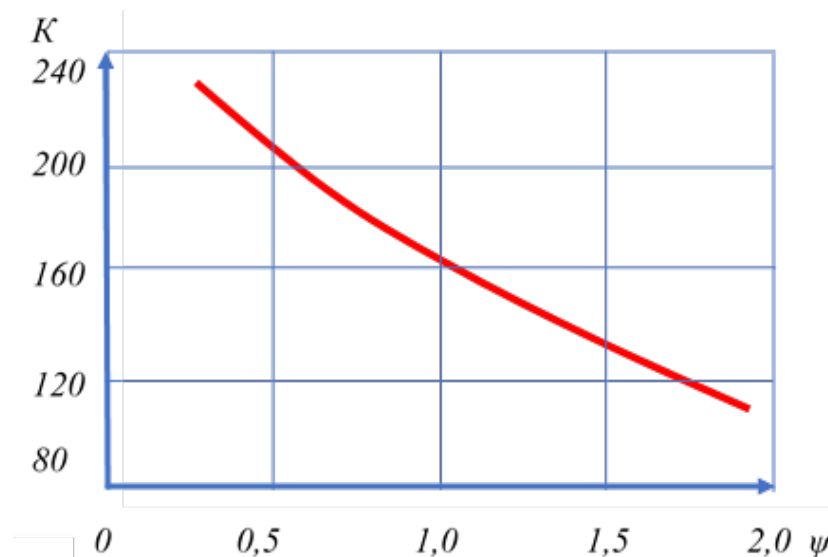


Рисунок 2 – График для определения коэффициента K в зависимости от показателя ψ

Уравнение скорости начала скольжения решается подбором: задается скорость ($V_{\text{зл}}$), определяется показатель ψ , коэффициент K и подсчитывается скорость начала скольжения по формуле (6). Заданная скорость не должна отличаться от расчетной скорости ($v_{\text{зл}}$) более чем на $\pm 5\%$.

Если условие выполняется, необходимо сравнить расчетную скорость начала глиссирования ($v_{\text{зл}}$) с расчетной скоростью в зависимости от категории дороги (V_p).

Если расчетная скорость начала глиссирования ($v_{\text{зл}}$) меньше расчетной скорости в зависимости от категории дороги (V_p), проверяют условие 85 % обеспеченности расчетной скорости.

Если $v_{\text{зл}} \geq V_p$ 85 % обеспеченности, то назначенная минимально допустимая макрошероховатость дорожной поверхности удовлетворяет требованиям удаления воды из зоны контакта шины с покрытием на данный сезон. При $v_{\text{зл}} < v$ 85 % обеспеченности это условие не выполнено. В этом случае назначают новую большую минимально допускаемую макрошероховатость дорожной поверхности и расчет повторяют, пока $v_{\text{зл}}$ не станет равной скорости движения автомобилей 85 % обеспеченности (допускается превышение этой скорости не более чем на 5-10 %) [13].

В заключении вышеизложенного материала можно сказать, что в случае, если соотношение $v_{эл} \geq v$ 85 % обеспеченности не достигается при макрошероховатости до 2,5...3 мм, необходимо провести поверхностную обработку или ограничить скорость движения при мокром покрытии на рассматриваемом участке дороги.

Список литературы

1. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации в 2024 году : информационно-аналитический обзор / ФКУ «НЦ БДД МВД России». – Москва : ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2025. – 148 с. – URL: <https://media.mvd.ru/files/embed/11400230> (дата обращения: 08.01.2026).

2. Главное управление мобильности и транспорта Европейской комиссии. В прошлом году в ДТП в странах ЕС погибло 20 400 человек : [пресс-релиз] / European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport : [сайт]. – URL: https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/20400-lives-lost-eu-road-crashes-last-year-2024-10-10_en (дата обращения: 08.01.2026).

3. Несмеянов, А. А. Экспертное исследование дорожно-транспортных происшествий, произошедших вследствие потери устойчивости автотранспортных средств : практическое пособие / А. А. Несмеянов, И. С. Щербаков, А. Л. Беяк. – Иркутск : Восточно-Сибирский институт МВД России, 2023. – 64 с. – URL: http://lib.eioskuimvd.ru/jirbis2/_docs_file/Эл.%20библ.%20для%20учебы/Электронные%20издания%20ВУЗов%20МВД%20России/Судебная%20экспертиза/2024%20Эксп.исслед/Несмеянов.pdf (дата обращения: 08.01.2026).

4. Кузнецов, В. В. О классификации отдельных видов дорожно-транспортных происшествий / В. В. Кузнецов, Д. С. Горбатенко, О. М. Портashников // Вестник Воронежского института МВД России. – 2020. – № 1. – С. 233–238.

5. Лазарев, Ю. Г. Предложения по выявлению и сокращению опасных участков концентрации дорожно-транспортных происшествий /

Ю. Г. Лазарев, Е. Е. Медрес // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2016. – № 3 (37). – С. 56–60.

6. Махова, О. А. Теоретические вопросы прикладного анализа смертности из-за ДТП / О. А. Махова // Экономика, статистика и информатика. – 2014. – № 6. – С. 183–187.

7. Беляев, М. В. Трасологическая диагностика по делам о дорожно-транспортных происшествиях : автореф. дис. ... канд. юрид. наук : 12.00.12 / Беляев Михаил Валерьевич. – Москва, 2016. – 25 с. – URL: <https://crimescience.ru/wp-content/uploads/2016/07/Автореф-Трасология-ДТП.pdf> (дата обращения: 08.01.2026).

8. Одинцов, Л. Г. Виды дорожно-транспортных происшествий / Л. Г. Одинцов, К. А. Недбайло, В. Д. Легошин // Технологии гражданской безопасности. – 2009. – Т. 6, № 1-2 (19-20). – С. 32–35.

9. Кравченко, А. А. Совершенствование методики определения мест возникновения дорожно-транспортных происшествий : дис. ... канд. техн. наук : 2.9.5 / Кравченко Андрей Алексеевич. – Белгород, 2021. – 183 с. – URL: https://oreluniver.ru/public/file/defence/Kravchenko_Andrey_Alekseevich_23.09.2021.pdf (дата обращения: 08.01.2026).

10. Кравченко, П. А. Системный подход в управлении безопасностью дорожного движения в Российской Федерации / П. А. Кравченко, Е. М. Олещенко // Транспорт Российской Федерации. – 2018. – № 2 (75). – С. 14–18.

11. Ротенберг, Р. В. Основы надежности системы водитель-автомобиль-дорога-среда / Р. В. Ротенберг. – Москва : Машиностроение, 1986. – 214, [2] с. : ил.

12. Сильянов, В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц : учебник для студентов высших учебных заведений / В. В. Сильянов, Э. Р. Домке. – 2-е изд., стер. – Москва : Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с. – ISBN 978-5-7695-4864-2.

13. ОДМ. Рекомендации по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью = Recommendations of application of roughness

road surface coating / Министерство транспорта Российской Федерации (РОСАВТОДОР) : официальный сайт. – Москва, 2004. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/47/47672/> (дата обращения: 08.01.2026).

14. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги : утв. Постановлением Госстроя СССР от 17.12.1985 № 233 ; ред. от 30.06.2003. – Введ. 1986-01-01 ; ред. действует с 01.10.2003. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=396303> (дата обращения: 08.01.2026).

15. ОДМ 218.6.011–2013. Методика оценки влияния дорожных условий на аварийность на автомобильных дорогах федерального значения для планирования мероприятий по повышению безопасности дорожного движения : введ. 2015-02-16 / Федеральное дорожное агентство (РОСАВТОДОР) : официальный сайт. – Москва : Росавтодор, 2015. – URL: <https://rosavtodor.gov.ru/storage/app/media/uploaded-files/218.6.011-2013.pdf> (дата обращения: 08.01.2026).

УДК 681.518.5

ПРИБОРНЫЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ, ОГРАНИЧИВАЮЩИХ НАДЕЖНОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ

Тимашов Е.П.¹, д-р техн. наук, доцент, доцент инженерного факультета

timashov_ep@belgau.ru

Пастухов А.Г.¹, д-р техн. наук, профессор, профессор инженерного
факультета

pastuhov_ag@belgau.ru

Вольвак С.Ф.¹ канд. техн. наук, профессор, профессор инженерного
факультета

volvak_sf@belgau.ru

Бахарев Д.Н.², д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры автомобильного
транспорта

baharevdn_82@mail.ru.

¹ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», г. Белгород, РФ

²ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Луганск, ЛНР, РФ

Аннотация. Предложено решение проблемы обеспечения надежности транспортных средств на основе технической диагностики узлов и агрегатов механических трансмиссий. Обосновано применение температурной диагностики, как наиболее применимой для ручного и автоматического контроля. Представлены технические средства и разработанные методы их применения при диагностировании, а также результаты тепловизионных наблюдений.

Ключевые слова: надежность, техническая диагностика, трансмиссия, автоматическая диагностика, температурная диагностика, цифровой двойник.

INSTRUMENT-BASED MONITORING OF THE TECHNICAL CONDITION OF ASSEMBLY UNITS AND ASSEMBLIES LIMITING VEHICLE RELIABILITY

Timashov E.P.¹, Dr. Sci. (Technical), Docent, Associate Professor at the
Faculty of Engineering
timashov_ep@belgau.ru

Pastukhov A.G.¹, Dr. Sci. (Technical), Professor, Professor at the Faculty of
Engineering
pastuhov_ag@belgau.ru

Volvak S.F.¹, Cand. Sc. (Technical), Professor, Professor at the Faculty of
Engineering
volvak_sf@belgau.ru

Bakharev D.N.², Dr. Sci. (Technical), Docent, Professor at the Automobile
Transport Department
baharevdn_82@mail.ru.

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin»,
Belgorod, Russian Federation

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education,
Volodymyr Dahl Luhansk State University, Luhansk, LPR, Russian Federation

Abstract. *A solution to the problem of ensuring vehicle reliability is proposed based on technical diagnostics of mechanical transmission components and assemblies. The use of temperature diagnostics is substantiated as the most applicable for manual and automatic testing. The technical means and developed methods for their application in diagnostics, as well as the results of thermal imaging observations, are presented.*

Keywords: *reliability, technical diagnostics, transmission, automatic diagnostics, temperature diagnostics, digital twin.*

Объективный мониторинг, направленный на своевременное выявление неисправностей для назначения ремонтно-обслуживающих воздействий является перспективным и актуальным методом обеспечения надежности транспортных средств [1]. Современные автомобили оснащены значительным количеством систем бортовой диагностики, позволяющих контролировать, в основном, силовой агрегат, автоматическую трансмиссию, электрическую, гидравлическую и пневматическую системы [2]. Вместе с тем узлы и агрегаты механических трансмиссий, начиная от муфты сцепления и заканчивая подшипниками колесных ступиц, до сих пор диагностируются при техническом обслуживании или осмотре, и зачастую на основе органолептических методов и личного опыта специалиста (рис. 1).

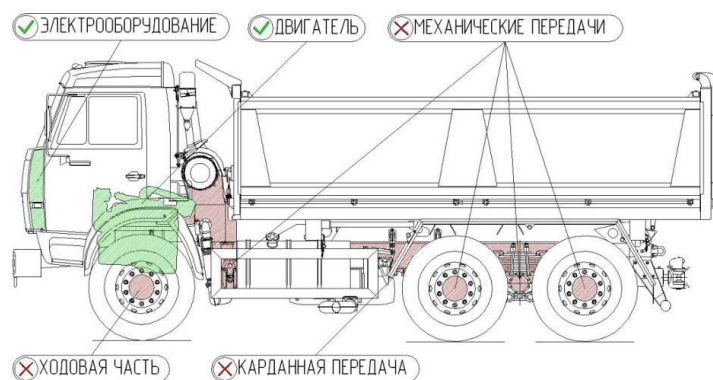


Рисунок 1 – Оснащенность автомобиля бортовыми системами диагностики

Цель исследования – обосновать применение температурной диагностики в ручном и автоматическом режиме к узлам и агрегатам механических трансмиссий. Основные задачи исследования: 1) разработка цифровых двойников диагностируемых объектов; 2) выбор и разработка технических средств; 3) практическая апробация и обоснование предложенных мероприятий.

В исследовании применялись методы теоретической механики, термодинамики, анализа конечных элементов, программное обеспечение APM FEM, тепловизор UTi260B, пирометр Instrumax piRo-330.

Основная проблема применения метода температурной диагностики заключается в сложности обоснования диагностических критериев. Применен подход, при котором определяется температура в зоне трения узлов трансмиссии: опорных и силовых подшипников, муфты сцепления, зубчатых, цепных передач. По величине температуры в зоне трения можно характеризовать техническое состояние диагностируемого узла. При этом температура в зоне трения может принимать два характерных значения: температура, характерная для номинальных нагрузок, и температура характерная для предельной по смазочному материалу узла. Если при диагностировании установлено превышение любой из указанных температур, то это может служить основанием для назначения ремонтно-обслуживающих воздействий.

Задача расчета температуры в зоне трения, характерной для номинальных нагрузок, решалась путем кинематического и силового

анализа с применением аналитических моделей температуры в зоне трения [3, 4]. Так как непосредственное измерение температуры в зоне трения практически затруднительно, то методом конечно-элементного анализа устанавливали взаимосвязь между температурой в зоне трения и температурой на поверхности узла, пригодной для измерения:

$$\begin{cases} \Theta_F = f(F_K; F_T; F_{\Xi}) \\ \Theta_D = k\Theta_F \end{cases}, \quad (1)$$

где: Θ_F – температура в зоне трения; Θ_D – диагностическая температура; F_K – конструктивные факторы; F_T – технологические факторы; F_{Ξ} – эксплуатационные факторы; k – коэффициент пропорциональности конечно-элементной модели

На основе разработанной совокупности аналитической модели температуры в зоне трения и конечно-элементной модели распределения температуры в узле получали его цифровой двойник, структурная схема которого представлена на рис. 2

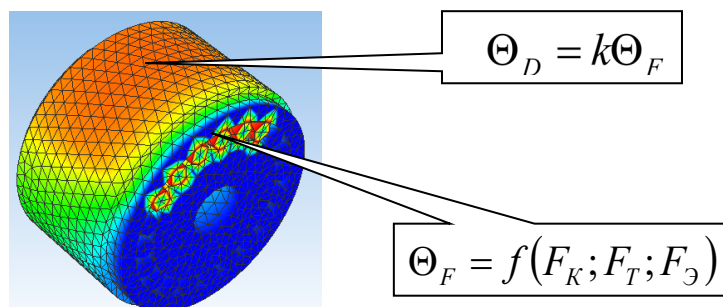


Рисунок 2 – Структурная схема цифрового двойника узла трансмиссии

Выбор и разработка технических средств для температурной диагностики узлов и агрегатов основаны на наиболее полном использовании существующих способов ручного и автоматического измерения температуры. Использование существующих инфракрасных пирометров и тепловизоров позволяет проводить мониторинг технического состояния во время остановки транспортного средства, пока температура диагностируемых узлов существенно не снизилась. Для автоматического

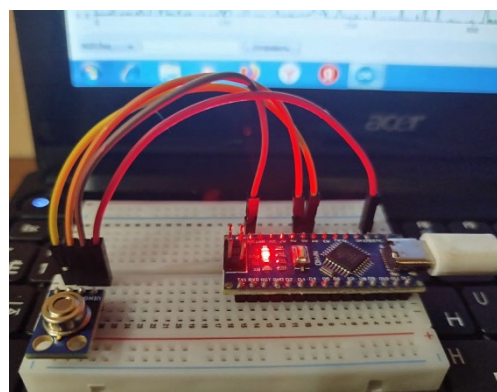
контроля температуры разработаны устройства – регистраторы неисправности трансмиссии, представленные на рисунке 3.

Регистраторы созданы на основе микроконтроллера с процессором ATmega328. Использован контактный датчик температуры TMP 36, бесконтактный инфракрасный датчик температуры – MLX90614.

Для индикации технического состояния использованы светодиоды и звуковой сигнал, также реализован цифровой интерфейс для подключения к компьютеру с возможностью записи передаваемых данных. При программировании микроконтроллеров в регистраторы заложены функции измерения температуры, скорости роста температуры и срабатывания сигнализации при достижении запрограммированных пороговых значений контролируемых параметров. Кроме этого реализована функция учета текущей температуры окружающей среды с использованием дополнительного датчика. Микроконтроллер позволяет осуществлять автоматическую диагностику одновременно нескольких узлов с различными значениями пределов срабатывания и коэффициентов пропорциональности конечно-элементной модели.



а) с контактным датчиком температуры



б) с бесконтактным датчиком температуры (на макетной плате)

Рисунок 3 – Регистраторы неисправности трансмиссии

Практическая апробация и обоснование предложенных мероприятий проведена для разных узлов трансмиссий: автомобилей подшипниковые узлы коробки перемены передач, ведущих мостов, колесных ступиц, а также

для шарниров карданных валов. При верификации разработанных цифровых двойников узлов использовались электронные контактные термометры, инфракрасные пирометры, тепловизоры, а также разработанные регистраторы неисправности трансмиссии. Для проверки технологии автоматической диагностики проведены стендовые испытания и эксплуатационные наблюдения. Основной объект наблюдения – автомобили КамАЗ с колесной формулой 6×4, кроме этого технология апробировалась на узлах трансмиссий тракторов и зерноуборочных комбайнов. На рисунке 4 приведен пример тепловизионного наблюдения температуры подшипникового узла передней опоры входного вала заднего моста автомобиля КамАЗ.

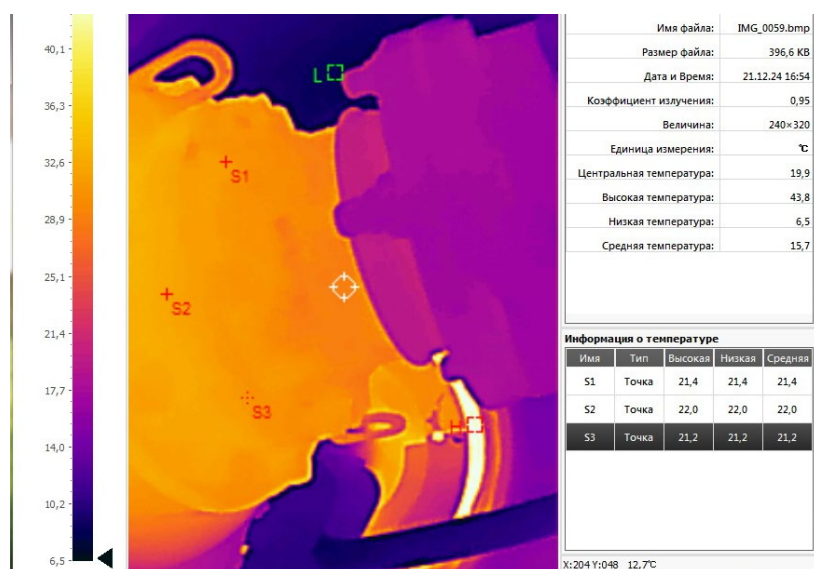


Рисунок 4 – Термограмма заднего моста в зоне передней опоры входного вала заднего моста автомобиля КамАЗ

Анализ полученной термограммы (рис. 4) в приложении UTi-Live Screen V1.58 показал диагностическую температуру $\Theta_D=20,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, что с учетом коэффициента пропорциональности конечно-элементной модели $k=0,42$ соответствует температуре в зоне трения $\Theta_F=48,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, что не превышает расчетное значение по аналитической модели $75,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ для номинального режима работы диагностируемого узла.

Верификация цифровых двойников различных узлов трансмиссии показала отклонение расчетных и реальных величин температуры от 5 до 18%, причем меньшие величины отклонений наблюдались при стендовых испытаниях с контролируемыми режимами нагрузок. Таким образом, опытная проверка предложенной технологии диагностики показала ее практическую применимость.

Выводы: 1. Цифровые двойники узлов механических трансмиссий можно создавать на основе совокупности аналитической модели температуры в зоне трения и конечно-элементной модели распределения температуры. 2. Для автоматической тепловой диагностики целесообразно применять микроконтроллеры с процессором ATmega328, контактные датчики TMP 36, бесконтактные инфракрасные датчики температуры MLX90614. 3. Перспективы исследований заключаются в дальнейшем практическом накоплении данных о температурном состоянии узлов механических трансмиссий.

Список литературы

1. Севрюгина, Н. С. Предотвращение отказов двигателя внутреннего сгорания путем включения цифрового аналитического модуля глубокого обучения / Н.С. Севрюгина, А.Г. Арженовский, А.С. Апатенко // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2025. – № 3. – С. 101-107. – DOI 10.31857/S0235711925030136.

2. Тимашов, Е. П. Технические инновации сферы автомобильного сервиса / Е.П. Тимашов. – Белгород : Белгородский университет кооперации, экономики и права, 2013. – 103 с. – ISBN 978-5-8231-0246-9.

3. Pastukhov, A. Procedure for simulation of stable thermal conductivity of bearing assemblies / A. Pastukhov, E. Timashov // Advanced Engineering Letters. – 2023. – Vol. 2, No. 2. – P. 58-63. – DOI 10.46793/adeletters.2023.2.2.3.

4. Пастухов, А. Г. Обеспечение реализации цифровых систем диагностирования элементов трансмиссии на основе тепловыделения / А.Г. Пастухов, Е.П. Тимашов // Технический сервис машин. – 2019. – № 4(137). – С. 68-75.

УДК 005.6:656.1

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
КАЧЕСТВОМ В ПАССАЖИРСКОМ ТРАНСПОРТЕ:
МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И МОДЕЛЬ**

Хамидуллина Г. Р., аспирант 1 курса, научная специальность 2.5.22

«Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация
производства», ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,
г. Москва, РФ

hamidullina-guzel@mail.ru

***Аннотация.** Исследование направлено на углубленное теоретическое обоснование и разработку научно-методических инструментов оценки эффективности систем управления качеством услуг пассажирских перевозок. Показано, что существующие подходы фрагментарны и не обеспечивают объективной связи между воздействием управления и возникающими результатами. Предлагается концепция комплексной оценки на основе сочетания сервисных, организационных и риск-ориентированных показателей, а также принципов практической реализации в деятельности транспортных организаций.*

***Ключевые слова:** пассажирский транспорт, управление качеством, риск-ориентированный подход, методика оценки.*

**EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF QUALITY
MANAGEMENT SYSTEMS IN PASSANGER TRANSPORT:
METHODOLOGICAL JUSTIFICATION AND MODEL**

Khamidullina G. R., 1st year postgraduate student, scientific specialty 2.5.22

«Product quality management. Standardization. Organization of Production»,
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «State
University of Management», Moscow, Russian Federation

hamidullina-guzel@mail.ru

***Abstract.** The research is aimed at in-depth theoretical substantiation and development of scientific and methodological tools for evaluating effectiveness of*

quality management systems for passenger transportation services. It is shown that the existing approaches are fragmented and do not provide an objective link between the impact of management and the results. The concept of a comprehensive assessment is proposed based on a combination of service, organizational and risk-oriented indicators, as well as principles of practical implementation in the activities of transport organizations.

Keywords: *passenger transport, quality management, risk-based approach, assessment methodology.*

Современная транспортная система функционирует в условиях растущей неопределенности, урбанизационного давления, изменения в моделях мобильности и цифровизации. Пассажирские перевозки сегодня рассматриваются не только как технологический процесс, но и как общественная услуга, включающая социальные, экономические, поведенческие и инфраструктурные компоненты. В данных условиях управление качеством перестает быть вспомогательной функцией и становится стратегическим инструментом устойчивости транспортных компаний.

Научная литература показывает, что большинство подходов к оценке качества основаны на отдельных эксплуатационных параметрах, таких как соблюдение графика, процент отмененных рейсов, уровень несчастных случаев и наличие подвижного состава. Они важны, однако не позволяют нам оценить способность системы управления предотвращать риски, уменьшать неопределенность, стабилизировать процесс и обеспечивать устойчивое удовлетворение пассажиров. Подход Э. Деминга к циклу «Plan-Do-Check-Act» («Планирование-действие-проверка-корректировка») и концепции Дж. Джурана подчеркивают, что качество формируется в основном в управлении процессами, а не на этапе контроля результатов [1]. В свою очередь, стандарт ISO 9001:2015 вводит логику, основанную на риск-ориентированности, и требует доказательств эффективности управленческих решений [2].

Качество пассажирской услуги – совокупность технических, сервисных и управленческих характеристик, которые воспринимаются

потребителем как единый опыт. Пассажир не разделяет работу диспетчера, механика или водителя, а оценивает общую надежность и комфорт перемещения. Научные модели восприятия качества, включая Service Quality (SERVQUAL), показывают, что разрыв между ожидаемым и фактическим качеством является основным источником недовольства, даже если формальные показатели остаются в пределах нормы [3]. Получается, что методика оценки должна включать не только «объективные» эксплуатационные параметры, но и «субъективные» оценки пассажиров, которые превращаются в управляемый аналитический ресурс.

Методическое обеспечение оценки эффективности в данном исследовании сформировано в виде последовательности логически связанных шагов. На первом этапе идентифицируются цели системы менеджмента качества, они трансформируются в измеримые показатели, связанные со стратегией организации и требованиями государственных и отраслевых нормативов. На втором этапе проводится формализация процессов: описываются процедуры планирования, контроля, анализа несоответствий, документооборота, взаимодействия с пассажиром и реагирования на жалобы. На третьем этапе выделяются показатели эффективности, которые отражают как операционные характеристики, так и уровень удовлетворенности, управленческий потенциал и экономическую устойчивость.

Для обеспечения сопоставимости разнородные данные приводятся к нормированному виду. Например, каждый показатель x_i переводится в безразмерную форму по принципу:

$$x'_i = (x_i - \min) / (\max - \min), \quad (1)$$

где $\min$ и $\max$ – предельные значения, определенные нормативами или оценками экспертов. Такой подход позволяет комбинировать показатели разного характера без нарушения логики измерений. Затем интегральная оценка эффективности E формируется как взвешенная сумма нормативных индексов:

$$E = \sum (w_i \cdot x'_i), \quad (2)$$

где w_i – весовые коэффициенты, отражающие относительную значимость каждого показателя в интегральной оценке, могут определяться с использованием методов парных сравнений, таких как Analytic Hierarchy Process (АНР) или Best-Worst Method (BWM). В указанных методах экспертные оценки попарных сравнений показателей формируют матрицу предпочтений, на основе которой рассчитываются веса критериев. Данные подходы широко используются в задачах многокритериального анализа при оценке качества и эффективности систем, в том числе транспортных, и позволяют формализовать относительную важность критериев на основе структурированных экспертных суждений [4].

Важной особенностью данного подхода является включение риск-ориентированного компонента. Оцениваются не только фактические значения показателей, но и вероятность негативных событий и их потенциальные последствия. Для этой цели используется показатель ожидаемого риска R :

$$R = p \cdot d, \quad (3)$$

где p – вероятность события, а d – величина ущерба. Чем выше значение риска, тем ниже интегральная эффективность системы управления качеством, поскольку ресурсы должны быть перераспределены на предотвращение и резервирование. Подобный подход позволяет сместить акцент с ликвидации последствий на профилактику отклонений, что полностью соответствует требованиям современных стандартов безопасности для транспортных систем.

Анализ теоретических и эмпирических исследований показывает, что включение оценки пассажиров и риск-ориентированных индикаторов может существенно изменить структуру приоритетов управления. В частности, даже при стабильных показателях соответствия программе и технической готовности подвижного состава может наблюдаться высокий уровень жалоб на информацию, отсутствие удобных услуг отслеживания движения, а также недостаточная доступность для маломобильных пассажиров.

В контексте цифровизации транспортных систем цифровые сервисы оказывают значительное влияние на восприятие качества перевозок. Исследования показывают, что цифровая трансформация общественного транспорта с помощью мобильных приложений и платформ улучшает доступ к информации, повышает удобство поездок и влияет на удовлетворенность пассажиров, делая цифровые решения неотъемлемой частью оценки качества транспортных услуг. Анализ цифровизации доступа к транспортным услугам показывает, что цифровые технологии изменяют способы взаимодействия пассажиров с транспортными системами и влияют на восприятие качества услуг в целом [5].

Интегральный показатель эффективности в предлагаемой модели выполняет двойную функцию. С одной стороны, он действует как инструмент аналитического мониторинга, позволяющий отслеживать динамику с течением времени, выявлять проблемные области и оценивать эффективность реализуемых задач. С другой стороны, он становится инструментом управления, поскольку связывает управленческие действия – модернизацию подвижного состава, изменение расписания, внедрение цифровых услуг, обучение персонала – с измеримым результатом. Переход от фрагментарного контроля к системной оценке создает культуру постоянного улучшения и снижает вероятность ошибок управления.

Важным преимуществом предлагаемого метода является его адаптируемость. В зависимости от вида транспорта (городской автобус, трамвай, пригородный транспорт, железнодорожный транспорт) меняется набор показателей и их весов, но концептуальная структура оценки остается неизменной. Это позволяет использовать модель в качестве основы для единых корпоративных стандартов качества, а также как внешний механизм сравнительного анализа между различными перевозчиками и регионами.

В заключение следует отметить, что формирование научно обоснованной системы оценки эффективности управления качеством услуг пассажирских перевозок является ключевым условием повышения доверия населения и устойчивости транспортных предприятий. Комплексная интегральная оценка, которая включает в себя эксплуатационные характеристики, удовлетворенность пассажиров, результаты управления и

компонент, основанный на риск-ориентированности, обеспечивает прозрачность и позволяет перейти от адаптивного стиля управления к проактивному. Перспективу дальнейших исследования представляют внедрение методов машинного обучения для прогнозной оценки качества, интеграция с большими данными интеллектуальных транспортных систем и разработка алгоритмов для автоматизированной поддержки управленческих решений.

Список литературы

1. Deming, W. E. The New Economics for Industry, Government, Education 2-nd ed. – Cambridge, MA: MIT Press, 2000. – 266 pp. – ISBN 978-0-262-54116-9.

2. ISO 9001:2015 (E). Quality management systems. Requirements (Системы менеджмента качества. Требования) // International Organization for Standardization. – URL: <https://www.iso.org/standard/62085.html>.

3. Лесникова, А. И., Поподько, Е. А., Поподько, А. А. Факторы качества сервиса и их влияние на поведение потребителей // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2025. – №1. – С. 71–81. – DOI: <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2025-1-71>.

4. Kütahya, C. K., Duman, B. D., Altuntaş, G. Multi-Criteria Evaluation of Transportation Management System (TMS) Software: A Bayesian Best–Worst and TOPSIS Approach // Sustainability. – 2025. – Vol. 17 №17. – Art. 7691. – DOI: <https://doi.org/10.3390/su17177691>.

5. Zitrický, V., Bulková, Z., Gašparík, J., Abramović, B. Digital transformation of public transport through travel applications // Transportation Research Procedia. — 2025. – Vol. 91. – P. 688-695. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2025.10.088>.

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРОИЗВОДСТВА, СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ, СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ, РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И
ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ**

УДК 004.855

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ АВТОНОМНЫХ
АГЕНТОВ НАВИГАЦИИ В ДИНАМИЧЕСКИХ СРЕДАХ**

Бадин Д.С., магистрант 1 года обучения, ФГБОУ ВО «Новосибирский
государственный технический университет»,
г. Новосибирск, РФ
badindan2003@gmail.com

Истратова Е.Е., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры
автоматизированных систем управления, ФГБОУ ВО «Новосибирский
государственный технический университет»,
г. Новосибирск, РФ
istratova@mail.ru

***Аннотация.** В статье представлены результаты разработки и исследования информационной системы на основе алгоритма обучения автономных агентов навигации с учетом изменения окружающей среды. В качестве алгоритма обучения была предложена модификация *Q-learning* с воспроизведением опыта, включающая циклический буфер для хранения опыта взаимодействия и обновление *Q*-функции посредством введения батчей. Преимуществами предложенного решения являются: устойчивость к нестационарным условиям среды, эффективное использование данных, снижение вычислительных затрат.*

***Ключевые слова:** обучение с подкреплением, *Q-learning*, навигация, динамические среды, автономные агенты, информационная система.*

DEVELOPMENT OF A NAVIGATION ALGORITHM FOR TRAINING AUTONOMOUS AGENTS IN DYNAMIC ENVIRONMENTS

Badin D.S., first-year Master's student, Novosibirsk State Technical University,
Novosibirsk, Russian Federation
badindan2003@gmail.com

Istratova E.E., Cand. Sc. (Technical), Docent, Associate Professor at the
Automated Control Systems Department, Novosibirsk State Technical
University, Novosibirsk, Russian Federation
istratova@mail.ru

Abstract. *This article presents the results of the development and research of an information system based on a learning algorithm for autonomous agents navigating while taking into account environmental changes. A modification of Q-learning with experience replay was proposed as the learning algorithm, incorporating a cyclic buffer for storing interaction experience and updating the Q-function through batch injection. The advantages of the proposed solution include: robustness to non-stationary environmental conditions, efficient use of data, and reduced computational costs.*

Keywords: *reinforcement learning, Q-learning, navigation, dynamic environments, autonomous agents, information system.*

Введение. В настоящее время одним из активно развивающихся разделов машинного обучения является Q-learning. Данное направление представляет собой обучение с подкреплением, основанное на том, что агент учится эффективно взаимодействовать со средой посредством системы вознаграждений. Главной целью робота является выявление такой стратегии, которая бы позволила ему максимизировать некоторую числовую награду [1, 2]. Упрощенный процесс обучения робота можно описать следующим образом. В начале работы агент анализирует текущее состояние среды, затем принимает некоторое решение и совершает действие, которое приводит к получению числовой награды. После этого,

робот переходит в новое состояние, а процесс, описанный выше, повторяется. С помощью такого подхода агент постепенно учится выполнять на каждом этапе такие действия, которые в конечном итоге приведут его к наибольшему вознаграждению [2].

Применение машинного обучения для решения задачи навигации в динамических средах (наземной или воздушной) основано на реализации определенных методов и алгоритмов, позволяющих обеспечить эффективное перемещение агента к заданному ориентиру с учетом изменяющейся во времени обстановки. При этом ключевым моментом становится вопрос переноса результатов обучения из симуляции в реальные условия, где невозможно учесть все случайные факторы, а исходные параметры могут сильно варьироваться. В качестве примера можно привести изменение направления перемещающихся объектов или помехи сенсоров движения. Из-за этого агенты, обученные в симуляции, могут работать заметно хуже в реальных условиях. Для эффективного решения данной проблемы существует ряд методов, минимизирующих влияние случайных факторов на процесс обучения агента [3]. К ним можно отнести следующие методы:

- 1) рандомизация среды представляет собой метод, позволяющий варьировать параметры среды симуляции во время обучения агента. Основным достоинством данного подхода является возможность обучения агента в условиях изменения случайных факторов, что встречается при испытаниях в реальных условиях;
- 2) адаптация среды заключается в изменении параметров виртуальной среды для подражания действительным условиям эксплуатации агента на основе сбора и анализа реальных характеристик среды;
- 3) перенос между симуляциями является методом, позволяющим обучить агента в разных средах, если нет возможности провести эксперименты на реальных роботах [4].

Таким образом, актуальным направлением в развитии технологии Q-learning является разработка методов и алгоритмов, позволяющих

эффективно решать задачи навигации с учетом переноса результатов обучения в реальную среду. Цель данного исследования заключалась в разработке и реализации алгоритма обучения автономных агентов навигации с учетом изменения окружающей среды.

Основная часть. Предварительным этапом разработки алгоритма стал анализ существующих решений, который показал, что классический Q-learning демонстрирует ряд ограничений в условиях динамических сред с меняющейся обстановкой и множеством агентов. Для преодоления этих ограничений было принято решение взять за основу не его классическую реализацию, а модифицированную версию. Таким образом, в качестве исходного алгоритма был взят алгоритм Q-learning с воспроизведением опыта, который позволяет сохранять опыт взаимодействия агента со средой в буфер опыта, что значительно повышает эффективность и стабильность обучения [5].

В разработанном алгоритме для экономии вычислительных ресурсов и оптимизации процесса обучения было принято решение реализовать циклический буфер опыта, который при переполнении удаляет старые записи, заменяя их новыми. Для повышения эффективности обучения агента в разработанном алгоритме на каждом этапе предусмотрено применение не одной записи из буфера опыта, как в классических табличных алгоритмах, а набор данных из буфера опыта, размер которого задается заранее. Такие наборы данных в контексте обучения с подкреплением называются батчами (batch). Анализ литературных источников показал, что выбор батча оптимального размера позволяет значительно ускорить процесс обучения агентов.

Основными параметрами алгоритма являются следующие:

1. Скорость обучения (α) – это параметр экспоненциального сглаживания, определяющий степень влияния новой информации на текущие Q-значения. Значения в диапазоне $(0,1]$ регулируют баланс между сохранением накопленных знаний и адаптацией агента к новой информации о среде.

2. Коэффициент дисконтирования (γ) – это фактор, который определяет значимость будущих наград. При значении равном 0 агент ориентируется исключительно на текущее вознаграждение, тогда как при значении близком к 1 стратегия смещается в сторону долгосрочной максимизации последующих наград.
3. Коэффициент исследования (ϵ) – это некоторая вероятность, с которой агент выберет случайное действие, а не максимально выгодное в текущем состоянии.
4. Количество эпизодов (N) – это общая продолжительность обучения, определяющая количество полных циклов взаимодействия агента со средой.
5. Размер батча (B) – это количество транзакций, случайно выбираемых из буфера для каждого обновления Q-функции. Оптимизация этого параметра играет ключевую роль в эффективности обучения.

Реализованный алгоритм состоит из нескольких ключевых этапов. Первым из них является этап инициализации, в рамках которого формируется Q-таблица со случайными начальными значениями, инициализируется буфер для хранения опыта взаимодействия агента со средой, а также устанавливаются основные параметры обучения: скорость обучения, коэффициент дисконтирования и коэффициент исследования.

Вторым этапом является непосредственно сам процесс обучения, содержащий последовательность эпизодов, в течение которых агент циклически выполняет три ключевых шага. Первый шаг связан с выбором случайного действия для исследования среды, которое либо выбирается с определенным значением вероятности, либо с максимальным Q-значением. На втором шаге после выполнения действия агент анализирует полученную награду. На третьем шаге определяется следующее состояние виртуальной среды. Последний шаг связан с сохранением полученного опыта в буфере воспроизведения. На этапе обучения при наличии достаточного количества данных в буфере случайным образом выбирается набор переходов, для каждого из которых вычисляется целевое Q-значение с учетом будущих

наград, после чего производится обновление Q-таблицы с учетом скорости обучения.

Для реализации информационной системы на основе разработанного алгоритма был использован модульный подход, обеспечивающий гибкость и масштабируемость готового решения. Структура информационной системы включает следующие четыре модуля: интерфейс пользователя, модуль среды, модуль агента и модуль обучения. Интерфейс пользователя является точкой входа в систему. С его помощью пользователь может создать или загрузить среду, отредактировать и настроить её, а также задать инструкции для агентов и гиперпараметры для алгоритма обучения. Модуль среды отвечает за воспроизведение виртуальной среды на основе собранных заранее и задаваемых пользователем реальных характеристик среды. Модуль агента отвечает за процесс адаптации агента к виртуальной среде за счет выполнения конкретных действий, определяемых алгоритмом, а также с учетом задаваемых пользователем параметров. Модуль обучения является главным элементом в структуре информационной системы. Данный компонент был реализован на основе модернизированного алгоритма Q-learning с функциями воспроизведения опыта и адаптации среды. На вход модуля обучения поступают параметры обучения, задаваемые пользователем через интерфейс, а также информация о состоянии агентов, передаваемая из модуля среды. Выполняется обучение агента и, если все условия завершения обучения выполнены, например, достигнуто заданное количество эпизодов, то модуль обучения предоставляет пользователю результаты работы алгоритма для их последующего отображения в виде, удобном для анализа. В ином случае цикл обучения продолжается.

Заключение. Таким образом, на основе разработанного алгоритма была спроектирована информационная система для обучения навигации агента в динамических средах. Исследования готового решения показали, что по сравнению с исходной классической версией предложенная модификация алгоритма Q-learning с воспроизведением опыта имеет ряд следующих преимуществ: устойчивость к нестационарным условиям среды, обусловленное обучением агента на разных данных из буфера; эффективное

использование накопленного опыта за счет его неоднократного применения в процессе обучения; экономия вычислительных ресурсов за счет использования циклического буфера. Все эти свойства обеспечивают возможность эффективного обучения агентов навигации в условиях динамически изменяющейся обстановки.

Список литературы

1. **Узких, Г. Ю.** Применение обучения с подкреплением в реальных условиях / Г. Ю. Узких // Вестник науки. – 2023. – Т.4, № 8. – С. 313-315.
2. **Лукин, Д. С.** Нейросетевой метод планирования пути в двумерном пространстве / Д. С. Лукин, Е. Ю. Косенко // Системы анализа и обработки данных. – 2023. – Т.92, № 4. – С. 55-68.
3. **Zhao, W.** et al. Towards Closing the Sim-to-Real Gap in Collaborative Multi-Robot Deep Reinforcement Learning / W. Zhao et al. // 5th International Conference on Robotics and Automation Engineering. – 2020. – P. 7-12. - DOI 10.1109/ICRAE50850.2020.9310796.
4. **Shakerimov, A.** Efficient Sim-to-Real Transfer in Reinforcement Learning Through Domain Randomization and Domain Adaptation / A. Shakerimov et al. // IEEE Access. – 2023 – Vol.11 – P. 136809-136824. - DOI 10.1109/ACCESS.2023.3339568.
5. **Pieters, M.** Q-learning with Experience Replay in a Dynamic Environment / M. Pieters et al. // 2016 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI). – 2016. – P. 1-8. - DOI 10.1109/SSCI.2016.7849368.

ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПЕРЕНОСА

Бойко Н.З., канд. техн. наук, доцент, директор Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
boartfzl@mail.ru

***Аннотация.** Контроль и управление современными технологическими процессами предусматривает широкое использование математического обеспечения. При этом большое внимание уделяется прикладному математическому моделированию. Одним из основных требований является простота математических моделей и скорость расчетов. Математическое описание химических и нефтеперерабатывающих процессов, как правило, базируется на известных законах Фурье, Фика, Ньютона и др., которые не учитывают процессы реологических превращений. Поэтому проблема поиска и разработки методов усовершенствования математического описания процессов переноса тепла, массы и количества движения является актуальной.*

***Ключевые слова:** объект управления, математические модели, законы переноса, отклонения, реологическое превращение.*

PROBLEMS OF MATHEMATICAL MODELING OF HEAT TRANSFER PROCESSES

Boiko N.Z., Cand. Sc. (Technical), Docent, Director of the Severodonetsk Technological Institute of the Lugansk State University named after Vladimir Dal, Severodonetsk, LPR, Russian Federation
boartfzl@mail.ru

Abstract. *Control and management of modern technological processes involves the widespread use of mathematical software. In this regard, a great deal of attention is paid to applied mathematical modeling. One of the main requirements is the simplicity of mathematical models and the speed of calculations. The mathematical description of chemical and oil refining processes is typically based on the well-known laws of Fourier, Fick, Newton, and others, which do not take into account the processes of rheological transformations. Therefore, the problem of finding and developing methods for improving the mathematical description of heat, mass, and momentum transfer processes is relevant.*

Keywords: *control object, mathematical models, transfer laws, deviations, and rheological transformation.*

Контроль и управление технологическими процессами в химическом, нефтеперерабатывающем, теплоэнергетическом, пищевом и других производствах осуществляется на основе современных интеллектуальных систем автоматизации, которые предусматривают широкое использование математического обеспечения. Значительная роль в этом отводится прикладным математическим моделям, которые предназначены не только для расчета управляющих воздействий, но и для определения неконтролируемых технологических параметров, оптимизации технологического процесса и введения поправок к результату контроля. Так как современные технологические процессы характеризуются большой скоростью протекания, а для обработки измерительной информации и расчетов управляющих воздействий требуется некоторое время, то одним из основных требований, предъявляемых к программному обеспечению, является простота математических моделей при их адекватности со статическими и динамическими характеристиками технологического процесса и скоростью расчетов соответствующих управляющих воздействий.

Материальные и энергетические потоки, которые подаются на технологическое оборудование для соответствующих преобразований

(теплообменники, выпарные установки, абсорберы, реакторы и др.), либо иные технические устройства изменяют свое исходное состояние за счет реологических превращений, что приводит к созданию иных материальных и энергетических потоков с новыми параметрами (концентрациями, температурами, давлениями и пр.). Превращения могут быть простыми (одностадийными) или сложными (многостадийными). К сложным технологическим объектам можно отнести кожухотрубные теплообменники, реакторы с созданием промежуточных продуктов, выпарные установки, ректификационные колонны и большинство реакционных процессов, например, превращение давления пара в механическое движение паровой турбины или электрической энергии в системе генератор-двигатель.

Основой для описания реологических превращений являются законы переноса импульса массы (законы Фика), тепловой энергии (закон Фурье) и количества движения (закон Ньютона). Законы явлений переноса, как правило, описывают процессы переноса импульса массы, тепла и количества движения от источника неограниченной мощности к среде, которая принимается также неограниченной. Для реальных технологических процессов наблюдаются отклонения от известных законов, так как скорости переноса тех или иных материальных, тепловых либо иных энергетических потоков являются ограниченными. Это приводит к тому, что математические модели реальных процессов переноса сложны, во многих случаях не имеют аналитического решения или непригодны для практического использования в компьютерных системах управления. Поэтому проблема поиска и разработка методов усовершенствования математического описания процессов явлений переноса является актуальной.

Известно [1], что пропорциональность теплового потока к градиенту температуры приводит к закону Фурье и имеет следующую форму:

$$\frac{\partial T}{\partial \theta} = a \nabla^2 T, \quad (1)$$

где T – температура;

θ – время переноса тепла;

a – температуропроводность материального потока;

∇ – лапласиан.

Уравнение (1) описывает баланс линейной скорости переноса тепловой энергии на входе в среду и скорость распределения ее по пространственным координатам x, y, z . Так как температура определяется отношением количества теплоты к энтальпии S , то при $S = \text{const}$ уравнение (1) приводится к следующей форме:

$$\partial q = a \nabla^2 q \partial \theta. \quad (2)$$

Если (2) является уравнением теплового баланса, то его левая часть, являющаяся количеством поступающей в среду теплоты, должна равняться количеству теплоты, накапливающейся в ней. Количество теплоты, накопленной в среде массой m , определяется уравнением:

$$\partial q_H = m c_n \partial T, \quad (3)$$

где c_n – удельная теплоемкость среды.

Приравнявая уравнения (2) и (3), получаем: $a \nabla^2 q \partial \theta = m c_n \partial T$, откуда:

$$\frac{\partial T}{\partial \theta} = \frac{a}{m c} \nabla^2 q = \frac{a}{m c} S \nabla^2 T = \frac{aS}{m c} \nabla^2 T. \quad (4)$$

Уравнение (1) описывает процесс переноса тепла из одной условной зоны в другую, но не рассматривает, куда и каким образом переносится тепло. С целью объяснения этого недостатка уравнения Фурье некоторые авторы, в том числе и проф. Вайнберг [2], указывают, что адекватную модель можно получить, если уточнить закон Фурье, учитывая инерционность молекул. Тогда закон Фурье приобретает следующую нелинейную форму:

$$\alpha \frac{\partial^2 T}{\partial \theta^2} + \frac{\partial T}{\partial \theta} = -a \nabla^2 T, \quad (5)$$

где $\alpha \ll A = B^2/a$ – некоторая постоянная переноса тепла;

A, B – характерное время и длина в рассматриваемом процессе соответственно.

Уравнение теплопроводности со стоком тепловой энергии запишется в виде:

$$\frac{\partial T}{\partial \theta} + a \nabla^2 T = \tau_c \frac{d^2 T}{dt^2} + \frac{dT}{dt}, \quad (6)$$

где τ_c – постоянная времени стока тепловой энергии.

Если $a \nabla^2 T = \tau_c \frac{d^2 T}{dt^2}$, то приходим к оптимальному случаю, когда скорость притока тепла равна скорости стока. При $\tau_c = \alpha$ и $t = \theta$ приходим к уравнению (3). Таким образом можно сделать вывод, что уравнение Фурье не учитывает стока тепловой энергии, что приводит к понятию беспредельной скорости переноса тепла. Основной задачей математического моделирования явлений переноса является разработка методов аналитического решения нелинейных дифференциальных уравнений, пригодных для практического использования. При исследовании явлений переноса исходили из того, что между двумя телами либо фазами, на границе которых проходит перенос импульса энергии, массы или количества движения, существует зона реологического перехода. И только в этой зоне проходят процессы реологических превращений, которые описываются соответствующими законами.

Список литературы

1. **Лыков, А. В.** Теория теплопроводности. – М.: Высш. шк., 1967. – 599 с.
2. **Вайнберг, А. М.** Математическое моделирование процессов переноса. Решение нелинейных краевых задач. – Москва-Иерусалим, 2009. – 210 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛО-МАССОПЕРЕНОСА В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Бойко Н.З., канд. техн. наук, доцент, директор Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
boartfzl@mail.ru

Бойко Е.А. канд. пед. наук, заведующий кафедрой управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
doc24elena@bk.ru

***Аннотация.** Предлагается технологический процесс перемещения исходного целевого потока при его переработке разделять на три участка: первый – от источника исходного продукта к технологическому аппарату, второй – от входа технологического аппарата к его выходу и третий – от выхода переработанного продукта к его перемещению в накопитель. Первый участок предназначен для очистки потока, его нагрева, сжатия и пр. На втором участке происходит деформация целевого потока. На третьем участке деформированный целевой поток выводится из аппарата. На втором участке пересекаются первый и третий участки, образуя зону реологического превращения целевого потока, описываемую интегральной импульсной дельта-функцией Дирака.*

***Ключевые слова:** импульс, законы переноса, масса, тепловая энергия, количество движения, реология, превращение, вещество.*

MATHEMATICAL MODELING OF NON-LINEAR PROBLEMS OF HEAT AND MASS TRANSFER IN CHEMICAL TECHNOLOGY

Boiko N.Z., Cand. Sc. (Technical), Docent, Director of the Severodonetsk
Institute of Technology at the Lugansk State University named after Vladimir
Dal, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

boartfzl@mail.ru

Boiko E.A. Cand. Sc. (Pedagogy), Head of the Department of Innovation
Management in Industry at the Severodonetsk Institute of Technology of the
Lugansk State University named after Vladimir Dal, Severodonetsk, LPR,
Russian Federation

doc24elena@bk.ru

Abstract. *It is proposed to divide the technological process of moving the initial target stream during its processing into three sections: the first section is from the source of the initial product to the technological apparatus, the second section is from the input of the technological apparatus to its output, and the third section is from the output of the processed product to its transfer to a storage facility. The first section is designed for cleaning the stream, heating it, compressing it, and so on. In the second section, the target stream is deformed. In the third section, the deformed target stream is output from the apparatus. In the second section, the first and third sections intersect, forming a zone of rheological transformation of the target flow, described by the integral impulse Dirac delta function.*

Keywords: *impulse, transport laws, mass, thermal energy, amount of motion, rheology, transformation, substance.*

Каждый технологический процесс, в котором имеет место перенос импульса массы, энергии или количества движения, состоит из трех последовательно включенных динамических звеньев: источника (массы, энергии и количества движения), деформационной зоны (зоны необратимых реологических превращений) и накопителя (преобразованной массы, тепла или количества движения). В качестве источника принимается объект,

который способен постоянно создавать массу либо энергию, которые за счет переноса количества движения используются для их превращения в иные виды массы, энергии и количества движения. Источники могут быть как естественными, так и искусственными. К естественным относятся источники, которые создаются в земных недрах и атмосфере, например, природный газ, уголь, вода, воздух, тепловая энергия, а также внеземные источники, например энергия солнца и иных планет. Такие источники принято называть источниками с безграничной мощностью. К искусственным относятся источники, которые создают массу вещества и энергию за счет их соответствующего превращения с помощью технических средств. Например, природный газ можно превращать в водород и оксид углерода за счет его конверсии с водяным паром или в тепловую энергию за счет сжигания. Уголь можно сжигать и получать тепловую энергию или превращать на химические компоненты, которые в свою очередь являются локальными источниками массы и энергии. От естественных и искусственных источников масса и энергия с помощью технических средств (трубопроводов, линий передач и пр.) подается для дальнейшего превращения со скоростью $v_{\Pi}(\vec{r}, \theta)$ ($\vec{r}$ – вектор направления движения потока от источника; θ – время переноса потока) в иной объект. Зоной реологического превращения могут быть: паровой котел, турбогенератор, паровой двигатель, кожухотрубный теплообменник, выпарная установка и др. Из зоны реологического превращения новые материальные либо тепловые потоки постоянно выводятся со скоростью $v_c(t)$, где t – время вывода (стока) материального либо теплового потока. После использования потоков стока образуются отходы, которые снова направляются в твердую и газовую атмосферы земли и принимаются за бесконечные. Таким образом в природе существует соответствующий баланс массы, энергии и количества движения, которые характеризуются скоростью $v_{\Pi}(\vec{r}, \theta)$ их переноса в направлении $\vec{r}$ за время θ . Равенство скоростей переноса некоторого определяющего параметра α от источника к зоне превращения и определяемого параметра β стока, которыми могут быть или масса, или энергия (тепловая, излучения, электромагнитная и др.), или количество

движения (механического, жидкостного, газового) однозначно определяет баланс масс и энергий. Скорость переноса параметра α равна:

$$v_{\Pi}(\bar{r}, \theta) = \partial x(\alpha, \theta) / \partial \theta, \quad (1)$$

где $x(\alpha, \theta)$ – изменение линейного размера при переносе параметра α за время θ .

Если определяющим параметром является объемный расход F_n с площадью поперечного сечения S_n , то скорость $v_n(\bar{r}, \theta) = \partial F_{on} / \partial S_n$. При площади $S_n = x y$, где x, y – некоторые пространственные направления движения потока, ее изменение $\partial S_T = \partial x \partial y$, или при $\partial x = \partial y$ имеем $\partial S_n = \partial x^2$. Тогда уравнение для линейной скорости потока переноса принимает вид:

$$v_n(x, \theta) = \partial^2 F_{on} / \partial x^2. \quad (2)$$

Приравнивая уравнения (1) и (2), приходим к следующему дифференциальному уравнению баланса скоростей при переносе пространственного размера [1]:

$$\frac{\partial x(F_{on}, \theta)}{\partial \theta} = K_{\Pi} \frac{\partial^2 F_{on}(\xi, \theta)}{\partial \xi^2}, \quad (3)$$

где $K_{\Pi} [\text{м}^2/\text{с}]$ – эффективный коэффициент переноса пространственного размера;

ξ – изменение расстояния x .

Анализируя уравнения (1)–(3), приходим к следующим выводам: при переносе импульса объемного расхода потока, движение которого осуществляется по направлению $x(F_n, \theta)$, эффективный коэффициент переноса $K_{\Pi} = 1$; уравнение (3) описывает процесс изменения пространственного размера при переносе потока объемного расхода только от источника, которым является некоторый начальный постоянный размер L_0 в направлении x , например к зоне превращения, и не описывает процессов, которые проходят в этой зоне. При соответствующих начальных

условиях уравнение (3) имеет аналитическое решение в следующей форме [2]:

$$x(F_{on}, \theta) = L_0 \cdot \operatorname{erfc}\left(\frac{\xi}{2\sqrt{K_{II}\theta}}\right). \quad (4)$$

Попадая в зону реологического превращения, масса, энергия либо количество движения потоков претерпевают деформацию, в результате чего создаются потоки с новой массой, энергией и количеством движения, которые выходят (стекают) из этой зоны в накопитель бесконечного объема. Известно [3], что для закона теплопередачи Фурье при отсутствии внутренних источников тепла справедливым является следующее уравнение:

$$c_P \rho \frac{\partial T}{\partial \theta} = \operatorname{div} \lambda \cdot \operatorname{grad} T, \quad (5)$$

где c_P , ρ , λ – удельная теплоемкость, плотность и теплопроводность среды соответственно.

Если процесс переноса импульса тепла осуществляется в одном направлении, то уравнение (5) приводится к следующему виду:

$$\frac{\partial T(\xi, \theta)}{\partial \theta} = a \frac{\partial^2 T(\xi, \theta)}{\partial \xi^2}, \quad (6)$$

где ξ – элементарная длина переноса тепла;

$a = \lambda / c_P \rho$ - температуропроводность среды.

При нулевых начальных условиях решением уравнения (6) будет:

- при нагревании среды:

$$T(\xi, \theta) = T_H \operatorname{erf}(\xi / 2\sqrt{a\theta}); \quad (7)$$

- при охлаждении среды

$$T(\xi, \theta) = T_H \operatorname{erfc}(\xi / 2\sqrt{a\theta}) = T_H [1 - \operatorname{erf}(\xi / 2\sqrt{a\theta})]. \quad (8)$$

Функция $erf\left(\frac{\xi}{2\sqrt{a\theta}}\right)$ представляет собой степенной знакопеременный ряд такого вида [4]:

$$erf\left(\frac{\xi}{2\sqrt{a\theta}}\right) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{\xi}{2\sqrt{a\theta}} - \frac{\xi^3}{1!3 \cdot 8\sqrt{(a\theta)^3}} + \frac{\xi^5}{2!5 \cdot 32\sqrt{(a\theta)^5}} - \dots \right). \quad (9)$$

Таким образом, уравнения (7) и (8) являются весьма неудобными для использования в компьютерных системах управления технологическими процессами.

Список литературы

1. Берд, Р. Явления переноса / Р. Берд, В. Стьюарт, Е. Лайтфут. – М.: Химия, 1974. – 688 с.
2. Таганов, И. Н. Моделирование процессов массо- и энергопереноса. – Л.: Химия, 1979. – 203 с.
3. Лыков А. В. Теория теплопроводности. – М.: Высш. шк., 1967. – 599 с.
4. Маделунг, Э. Математический аппарат физики. / Пер. с англ. – М.: Физматгиз, 1968. – 618 с.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПАРКОВОЧНЫХ МЕСТ ДЛЯ ЛИЧНОГО
АВТОТРАНСПОРТА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МНОГОЭТАЖНЫХ
ГАРАЖЕЙ-СТОЯНОК КРУПНЫХ ГОРОДОВ ЛНР, РФ**

Бойко Е. А., канд. пед. наук, заведующая кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

doc24elena@bk.ru

Бойко Н. З., канд. техн. наук, директор Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

boartfzl@mail.ru

Диментьев А. О., канд. техн. наук., доцент, доцент кафедры машиностроения и строительства Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

dimentev@inbox.ru

Болоташвили З. У., канд. техн. наук, доцент кафедры управление инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

zurab.bolotashvili.72@bk.ru

***Аннотация.** В изложенной информации авторами выявлена проблема нехватки парковочных мест для легковых автомобилей личного использования в крупных городах ЛНР Российской Федерации, которая напрямую негативно влияет на безопасность дорожного движения. На основе проведённого анализа российского и международного опыта по возведению парковочных мест авторами предложен вариант строительства многоэтажных гаражей-стоянок вблизи жилых массивов*

с использованием нейронной сети семейства YOLO видеопотока с IP-камер для контроля парковочных мест.

***Ключевые слова:** автоматизация; парковочные места; транспортная инфраструктура; безопасность дорожного движения; Луганская Народная Республика; градостроительство; многоэтажные гаражи-стоянки; нейронная сеть семейства YOLO.*

AUTOMATION OF PARKING SPACES FOR PERSONAL VEHICLES DURING THE OPERATION OF MULTI-STOREY PARKING GARAGES IN LARGE CITIES OF THE LPR, THE RF

Boiko E. A., Cand. Sc. (Pedagogy), Head of the Department of Innovation Management in Industry at the Severodonetsk Institute of Technology of the Lugansk State University named after Vladimir Dal, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

doc24elena@bk.ru

Boiko N. Z., Cand. Sc. (Technical), Director of the Severodonetsk Institute of Technology, «Lugansk State University named after Vladimir Dahl», Severodonetsk, LPR, Russian Federation

boartfzl@mail.ru

Dimentev A. O., Cand. Sc. (Technical), Docent, Associate Professor at the Department of Mechanical Engineering and Construction of the Severodonetsk Institute of Technology, «Lugansk State University named after Vladimir Dahl», Severodonetsk, LPR, Russian Federation

dimentev@inbox.ru

Bolotashvili Z. U., Cand. Sc. (Technical), Associate Professor at the Department of Innovation Management in Industry at the Severodonetsk Institute of Technology of the Lugansk State University named after Vladimir Dal, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

zurab.bolotashvili.72@bk.ru

Abstract. *In the information presented, the authors identified the problem of a shortage of parking spaces for personal cars in large cities of the LPR of the Russian Federation, which directly negatively affects road safety. Based on the analysis of Russian and international experience in the construction of parking spaces, the authors propose a variant for the construction of multi-storey parking garages near residential areas using a neural network of the YOLO family of video streaming from IP cameras to monitor parking spaces.*

Keywords: *parking spaces, transport infrastructure, Luhansk People's Republic, urban planning, multi-level parking garages; neural network of the YOLO family.*

С 23 февраля 2022 года Луганская Народная Республика (ЛНР) вошла в состав Российской Федерации. Довольно непростая геополитическая обстановка выводит на передний край множество стратегических задач перед руководством ЛНР, РФ. Анонсирована программа развития ЛНР до 2030 года, которая плотно связана с интеграцией в российскую экономику и всеобъемлющим сотрудничеством в области образования, здравоохранения, транспортно-технической инфраструктуры и социальной политики [1].

Одна из приоритетных задач в развитии ЛНР направлена на развитие транспортно-технической инфраструктуры [2]. Да, огромные госбюджетные средства РФ выделяются на развитие транспортно-технической инфраструктуры ЛНР (см. рис.1). Несмотря на бурное развитие транспортно-технической инфраструктуры ЛНР краеугольным камнем стоит вопрос развития инфраструктуры парковки легковых автомобилей личного пользования граждан Республики. За последние 2020...2026 годы в связи с резким ростом количества транспортных средств на территории ЛНР, РФ следует уделить особое внимание вопросу инфраструктуре парковки автомобилей личного пользования, так как на транспортных потоках основных городов Республики наблюдаются частые пробки и многочасовые заторы, которые создают прямую угрозу безопасности дорожного движения и в конечном счете приводят к наступлению ДТП с

погибшими и ранеными. Также скопление легковых автомобилей в беспорядочном расположении около придомовой территории многоэтажек создает препятствия для оперативного и безотлагательного доступа транспортных средств МЧС, скорой помощи, полиции и других экстренных служб к придомовой территории жилых, социально значимых и стратегических объектов Республики.



Рисунок 1 – Репортаж интервью министра инфраструктуры и транспорта ЛНР (Вести Луганск)

Из наследия градостроительной политики СССР отчетливо видно приоритетное ориентирование на развитие транспортно-технологической инфраструктуры промышленно-индустриальных городов в высокоразвитом технологическом обустройстве общественного транспорта, при условии минимального использования личных легковых автомобилей. Исходя из сложившейся картины обустройства жилого сектора многоэтажек городов видно полное отсутствие территории для парковки индивидуальных легковых автомобилей, что обусловлено приводит к снижению безопасности дорожного движения из-за неупорядоченного расположения транспортных средств придомовой территории жилого сектора многоэтажек [3-12].

Изучение международного опыта в области решения проблемы парковок показало, что преимущественно за рубежом применяют комплексный подход, который охватывает возведение различных видов

парковочных сооружений, сопровождаемое строгим надзором за соблюдением правил стоянки автомобиля [4-12].

Для решения проблемы нехватки парковочных мест в крупных городах Луганской Народной Республики в перспективе целесообразно сосредоточиться на развитии парковочной инфраструктуры, при этом эффективным решением является строительство многоэтажных гаражей-стоянок не превышающих 4 этажей, в непосредственной близости от существующих крупных жилых массивов, а при наличии возможности – непосредственно на их территории, тем самым повышая уровень безопасности дорожного движения придомовой территории жилого сектора многоэтажек.

Следует также отметить, что в последнее время в крупных городах-миллионниках Российской Федерации наблюдается активное внедрение программ по созданию платных парковок, включая многоэтажные гаражи-стоянки и подземные паркинги, а также увеличились требования у водителей к качеству парковочного сервиса (т.е. водитель вправе выбрать самую надежную парковку в сфере безопасности дорожного движения). Таким образом, для обеспечения эффективного функционирования и оптимизации затрат на работу платных парковок целесообразно по максимуму провести автоматизацию технологических процессов, при минимальном применении унифицированного и дорогостоящего оборудования [3].

Автоматизация парковки для легковых автомобилей должна быть направлена на выполнение следующих задач: снижение потребности в обслуживающем персонале (человек), ускорение обслуживания парковки, использование современных способов расчета за парковку, минимизация времени на поиск потенциального места для парковки, применение системы видеонаблюдения и систем распознавания государственных номерных знаков автомобиля для обеспечения безопасности водителей и автомобилей, сведение к нулю рисков мошенничества и необоснованного завышения цены от сотрудников паркинга, контроль и управление въездом и выездом

автомобилей, бесконтактный расчет за парковку при использовании карт / парковочных билетов [4].

Исходя из выше приведенных утверждений, можно заявить, что автоматизация парковки легкового автомобиля в многоэтажных гаражах-стоянках создаст систему устойчивого маркетинга по привлекательности паркинга для потенциальных клиентов, снижению времени ожидания водителей и ускорению процесса их обслуживания на паркинге.

Обычно современные системы автоматизированной парковки опираются на данные с камер видеонаблюдения, с использованием искусственного интеллекта и машинного обучения. Они анализируют полученное видео и в реальном времени идентифицируют легковые автомобили и устанавливают свободное место для паркинга.

При обнаружении объектов на изображениях и в видеопотоках в настоящее время массово применяются нейросети семейства YOLO (You Only Look Once), которые отличаются высокой скоростью и точностью (максимальный и достоверный отклик на определение объекта – легкового автомобиля), поэтому могут работать в режиме реального времени. Одним из главных приоритетов этих систем – это анализ всего кадра за один проход, что обеспечивает молниеносную обработку при минимальных затратах вычислительных ресурсов и при этом сохраняя конкурентоспособность [5].

При решении этих задач используются системы, использующие данные с IP-камер. Они обычно содержат в себе три основных функциональных блока. Первый – модуль мониторинга парковочных мест, который работает совместно с нейронной сетью для идентификации легковых автомобилей во всех зонах паркинга. Информация о каждой парковочной зоне заносится в электронную базу данных. Второй – модуль настройки, позволяющий задавать параметры анализируемых областей на изображении с камеры и максимальное количество мест в каждой зоне. Третий – веб-интерфейс для просмотра информации о свободных местах, который отображает видеопоток с IP-камеры и актуальное количество доступных парковочных мест [6, 12].

Соответственно, для оптимизации работы системы анализ видеопотока с IP-камеры проводится не для каждого кадра, а с определенной периодичностью (например, 2...3 кадра в секунду). Нейросеть определяет местоположение автомобилей, выделяя их прямоугольными областями и по координатам этих областей вычисляются центры масс транспортных средств (см. рис.2).

Далее, производится подсчет автомобилей в каждой парковочной зоне и путем проверки определяется, попадают ли центры масс в границы заданных полигонов, что позволяет игнорировать автомобили, находящиеся вне парковочных зон, т.е. перемещающиеся. После подсчета, система отслеживает изменения в количестве автомобилей в каждой зоне и, если их количество меняется, запускается новый отсчет времени, в противном случае счетчик времени увеличивается. Информация о свободных парковочных местах записывается в базу данных только после того, как количество автомобилей в зоне не менялось в течение установленного временного интервала.

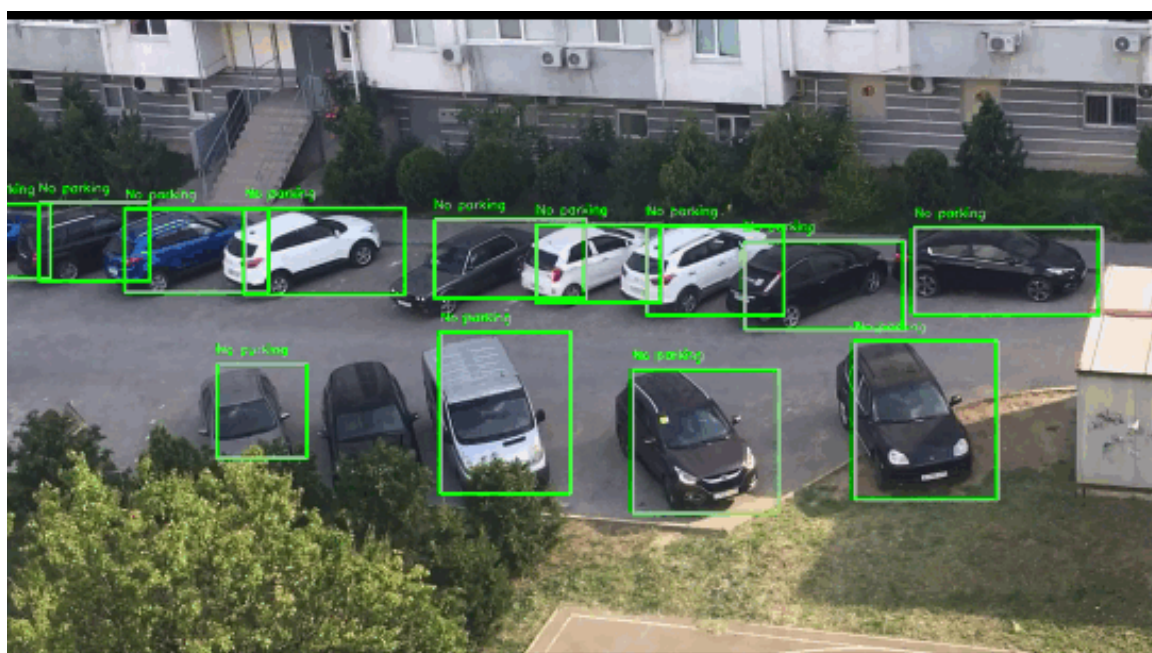




Рисунок 2 – Нейросеть определяет местоположение автомобилей, выделяя их прямоугольными областями

Исходя из глубокого анализа научных изысканий исследователей [1-12] и собственных выводов по материалам представленной научной статьи, можно с уверенностью заключить, что в результате поиска и анализа существующих методов автоматизации процесса парковки автомобилей в многоэтажных гаражах-стоянках целесообразно использовать систему, которая базируется на обработке нейронной сетью семейства YOLO видеопотока с IP-камер и является наиболее рациональным решением, что обусловлено их относительной простотой реализации и сравнительно низкими затратами на приобретение соответствующего оборудования.

Список литературы

1. Евдокимов, Д. С., Черненко Д. В. Стратегический анализ социально-экономического состояния Луганской Народной Республики // Проблемы рыночной экономики. – 2025. – № 1. – С. 14-29. DOI: 10.33051/2500-2325-2025-1-14-29. – URL: <http://www.market-economy.ru/archive/2025-01/2025-01-14-29-yevdokimov,%20chernenko.pdf> (дата обращения: 14.01.2026).

2. Луганск ждет масштабная транспортная реформа: появятся новые магистрали и объездные дороги (12.12.2025, 12:46) // Экономика Донбасса МК.RU. – URL: <https://www.mk-donbass.ru/economics/2025/12/12/lugansk-zhdet-masshtabnaya-transportnaya-reforma-poyavyatsya-novye-magistrali-i-obezdnye-dorogi.html> (дата обращения: 15.01.2026).

3. Утегелова, К. М. Обоснование потребности оптимизации процесса поиска свободных парковочных мест в системе умный город // Вестник науки №7 (52) том 1. С. 142-146. 2022 г. ISSN 2712-8849. – URL: <https://www.вестник-науки.рф/article/5993> (дата обращения: 15.01.2026).

4. Исмаилов, Э. М. Автоматизация предприятий парковочного сервиса // Э.М. Исмаилов, Л.И. Шмаркова. – Экономическая среда, рубрика МИМЭ, 2017, №1(19). – С. 30-34. – URL: <https://econenv.ranepa.ru/files/2156/874bd12469db7e90e6829db709c9266d> (дата обращения: 15.01.2026).

5. Минниханов, Р. Н. Определение занятости парковочных мест в системах компьютерного зрения // Р.Н. Минниханов, Р.М. Габбазов, Т.Р. Баторшин, Р.И. Фахразиев, А.С. Катасёв, М.В. Дагаева. – Вестник НЦ БЖД №3(65), 2025. – С. 86-90. – URL: https://ncbgd.tatarstan.ru/file/pub/pub_4729538.pdf (дата обращения: 15.01.2026).

6. Зотин, А. Г. Разработка системы мониторинга свободных парковочных мест на основе данных IP-камер // А.Г. Зотин, Н.В. Саидов. МОЛОДЫЕ УЧЁНЫЕ РОССИИ: сборник статей XXI Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2024. – С. 40–43. – URL: <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2024/05/МК-1998.pdf> (дата обращения: 15.01.2026).

7. Воропаев, Л. Ю. Принципы проектирования автостоянок в жилых комплексах// Специальность 05.23.21- Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности, диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры. - Москва. – 2015. – 182 с. – URL: https://marhi.ru/referats/2015/voropaev_21_09_2015.pdf (дата обращения: 15.01.2026).

8. Власов, Д. Н. Совершенствование транспортной системы крупнейшего города, путем развития системы «перехватывающих» парковок / Д.Н. Власов, Н.В. Данилина // Научно-технический журнал «Вестник МГСУ». №4. – 2010 – С. 49-54. – URL: <file:///C:/Users/user/Downloads/sovershenstovanie-transportnoy-sistemy->

krupneyshego-goroda-putem-razvitiya-sistemy-perehvatyvayuschih-parkovok.pdf (дата обращения: 15.01.2026).

9. Смышляева, А. А., Резникова, К. М., Савченко, Д. В. Проблема парковок: зарубежный опыт и состояние в России // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы». – 2021 №1. – DOI: 10.15862/05INOR121. – URL: <https://resources.today/PDF/05INOR121.pdf> (дата обращения: 15.01.2026).

10. Коновалова Т. В., Сенин, И. С., Беленков Г. И. Анализ парковочного пространства в крупных городах (на примере г. Краснодар) // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2025. № 1. С. 126-136 Scientific Works of the Kuban State Technological University. 2025; (1). – с. 126-136. – URL: <https://ntk.kubstu.ru/data/mc/0109/4965.pdf> (дата обращения: 15.01.2026).

11. Акобян, Г. В. Проблема недостатка парковочных мест в мегаполисах России. Виды парковок // Современные научные исследования и инновации. – 2018. – № 5. – URL: <https://web.snauka.ru/issues/2018/05/86523> (дата обращения: 15.01.2026).

12. Park Hi Myn. Multi-lane recognition using the YOLO network with rotatable bounding boxes // Journal of the Society for Information Display, 2023. – №. 3. – С. 133-142. – URL: https://www.researchgate.net/publication/368758244_Multi-lane_recognition_using_the_YOLO_network_with_rotatable_bounding_boxes (дата обращения: 15.01.2026).

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
КОЛЕБАТЕЛЬНО-ИМПУЛЬСНОГО ТРЕНДА
ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ**

Бойко Н.З., канд. техн. наук, доцент, директор Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
boartfzl@mail.ru

Бойко Е.А. канд. пед. наук, заведующий кафедрой управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
doc24elena@bk.ru

Рассказова Ю.Б., ассистент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
rasskazovajyilia@gmail.com

***Аннотация.** В статье рассматриваются причины появления погрешности измерения выходного параметра объекта управления по колебательно-импульсному тренду. Показано, что одними из причин появления такого рода трендов является наличие источников колебаний входных материальных потоков. Для объектов управления с двумя входными и двумя взаимосвязанными выходными параметрами таких источников колебаний, соединенных параллельно, может быть четыре. Выходные координаты таких объектов управления образуют колебательно-импульсный тренд тангенциального типа. С целью уменьшения погрешности определения по тренду выходного сигнала необходимо использовать широкополосные специальные фильтры.*

***Ключевые слова:** объект управления, выходные координаты, тренд, колебательно-импульсный сигнал, погрешность, измерение.*

MATHEMATICAL MODEL OF THE OSCILLATING IMPULSE TREND OF THE CONTROL OBJECT

Boiko N.Z., Cand. Sc. (Technical), Docent, Director of the Severodonetsk Institute of Technology at the Lugansk State University named after Vladimir Dal, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

boartfzl@mail.ru

Boiko E.A. Cand. Sc. (Pedagogy), Head of the Department of Innovation Management in Industry at the Severodonetsk Institute of Technology of the Lugansk State University named after Vladimir Dal, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

doc24elena@bk.ru

Rasskazova Iu.B., Assistant of the Department of Innovation Management in Industry at the Severodonetsk Institute of Technology of the Lugansk State University named after Vladimir Dal, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

rasskazovajyilia@gmail.com

Abstract. *The article discusses the causes of measurement error in the output parameter of a control object according to a fluctuating-impulsive trend. It is shown that one of the causes of such trends is the presence of sources of fluctuations in the input material flows. For control objects with two input and two interconnected output parameters, there can be four such sources of fluctuations connected in parallel. The output coordinates of such control objects form a fluctuating-impulsive trend of a tangential type. In order to reduce the error in determining the output signal based on the trend, it is necessary to use broadband special filters.*

Keywords: *control object, output coordinates, trend, oscillatory-impulsive signal, error, measurement.*

При эксплуатации технологических процессов химической, нефтеперерабатывающей, пищевой, теплоэнергетической и других отраслей промышленности наблюдается много случаев, когда тренды измерительных параметров в статическом режиме работы оборудования

имеют колебательно-импульсную форму, что приводит к появлению погрешностей измерения соответствующих показателей качества изготовленной продукции. В таких случаях для оценки качества продукции по колебательно-импульсному тренду используются различные методы, среди которых наиболее распространенным является метод с использованием карт Шухарта, а также метод, базирующийся на критерии Хотеллинга [1]. Между результатами исследований, полученными по известным методам, есть значительное отличие за счет разного подхода к статистическим методам обработки таких многопараметрических задач. Особенно это касается оценки основного показателя качества продукции по его колебательно-импульсному тренду. В [2] рассматриваются некоторые причины появления таких трендов и приводится допущение, что при соответствующих условиях создаются частные процессы консервативного типа второго порядка, которые приводят к созданию выходных сигналов синусоидальной формы. Такие частные процессы названы источниками непрерывных колебаний (далее источники) с соответствующей амплитудой и собственной частотой. В первом приближении такие процессы (источники) могут быть описаны следующим дифференциальным уравнением:

$$\tau_1^2 \frac{\partial^2 y_1(\theta)}{\partial \theta^2} + y_1(\theta) = k y_{10}, \quad (1)$$

где τ_1 – постоянная времени процесса переноса параметра $y_1(\theta)$ в течении времени θ ;

k – коэффициент преобразования;

y_{10} – исходное значение параметра при $\theta = 0$.

При нулевых начальных условиях уравнение (1) имеет следующее решение:

$$y_1(\theta) = A_1 \sin(\omega_1 t), \quad (2)$$

где $A_1 = k y_{10}$ – амплитуда колебаний;

$\omega_1 = 1/\tau_1$ – угловая частота.

Исследованиями установлено, что такие частные источники могут создаваться, во-первых, входными материальными потоками объекта, характеризующимися объемными расходами, во-вторых, тепловыми и материальными потоками, создающимися непосредственно в технологическом объекте за счет перекрестных связей между выходными контролирующими параметрами. Если объект управления имеет две входные координаты (например, объемные расходы) и две выходные (например, концентрацию целевого компонента в продукте и его уровень), то формально он может иметь четыре частных источника колебаний: два за счет входных потоков и два за счет двух перекрестных связей, выходными параметрами которых являются соответственно концентрация Q_n продукта и его уровень L . Пусть каждый частный источник описывается такими уравнениями:

- источник в линии первого входного материального потока:

$$y_1(\theta) = k_1 y_{10} \sin(\omega_1 \theta); \quad (3)$$

- источник в линии второго входного материального потока:

$$y_2(\theta) = k_2 y_{20} \sin(\omega_2 \theta); \quad (4)$$

- источник в линии выходного технологического параметра:

$$y_3(\theta) = k_3 y_{30} \sin(\omega_3 \theta), \quad (5)$$

где $A_1 = k_1 y_{10}$; $A_2 = k_2 y_{20}$; $A_3 = k_3 y_{30}$ – амплитуды колебаний;

k_1, k_2, k_3 – коэффициенты переноса;

y_{10}, y_{20}, y_{30} – номинальные относительные значения выходных сигналов;

$\omega_1, \omega_2, \omega_3$ – угловые частоты источников.

Все частные источники являются независимыми и одновременно действуют на определяющий выходной (четвертый) параметр. Таким образом, для определяющего выходного параметра объекта управления в установившемся режиме работы имеем:

$$y(\theta) = y_1(\theta) + y_2(\theta) + y_3(\theta). \quad (6)$$

Подставив (3)-(5) в уравнение (6), после соответствующих преобразований получаем математическую модель для выходного определяющего параметра:

$$y(\theta) = k_1 y_{10} \sin(\omega_1 \theta) \left[1 + \left(\frac{k_2 y_{20}}{k_1 y_{10}} \right) \frac{\sin(\omega_2 \theta)}{\sin(\omega_1 \theta)} + \left(\frac{k_3 y_{30}}{k_1 y_{10}} \right) \frac{\sin(\omega_3 \theta)}{\sin(\omega_1 \theta)} \right], \quad (7)$$

Обозначим отношение амплитуд: $\delta_{21} = \frac{k_2 A_2}{k_1 A_1}$, $\delta_{31} = \frac{k_3 A_3}{k_1 A_1}$.

Синусоидальные функции числителя в уравнении (7) запишем следующим образом: $\omega_2 t = \omega_1 t + \Delta\omega_{21} t$ и $\omega_3 t = \omega_1 t + \Delta\omega_{31} t$. Тогда уравнение (7) примет форму:

$$y(t) = k_1 A_1 \sin(\omega_1 t) \left[1 + \delta_{21} \frac{\sin(\omega_1 t + \Delta\omega_{21} t)}{\sin(\omega_1 t)} + \delta_{31} \frac{\sin(\omega_1 t + \Delta\omega_{31} t)}{\sin(\omega_1 t)} \right]. \quad (8)$$

Синусоидальные функции в числителе уравнения (8) запишем так:

$$\sin(\omega_1 t + \Delta\omega_{21} t) = \sin(\omega_1 t) \cdot \cos(\Delta\omega_{21} t) + \cos(\omega_1 t) \cdot \sin(\Delta\omega_{21} t), \quad (9)$$

$$\sin(\omega_1 t + \Delta\omega_{31} t) = \sin(\omega_1 t) \cdot \cos(\Delta\omega_{31} t) + \cos(\omega_1 t) \cdot \sin(\Delta\omega_{31} t), \quad (10)$$

Подставив уравнения (9) и (10) в (8), после соответствующих преобразований получаем математическую модель для выходного определяющего параметра:

$$y(t) = k_1 A_1 \sin(\omega_1 t) \left[\begin{array}{l} 1 + \delta_{21} \cos(\Delta\omega_{21} t) [1 + tg(\Delta\omega_{21} t) ctg(\omega_1 t)] + \\ + \delta_{31} \cos(\Delta\omega_{31} t) [1 + tg(\Delta\omega_{31} t) ctg(\omega_1 t)] \end{array} \right]. \quad (11)$$

В уравнении (11) обозначим:

$$N_{21}(t) = 1 + tg(\Delta\omega_{21} t) ctg(\omega_1 t);$$

$$N_{31}(t) = 1 + tg(\Delta\omega_{31} t) ctg(\omega_1 t);$$

$$R_{21}(t) = \delta_{21} \cos(\Delta\omega_{21} t) N_{21}(t);$$

$$R_{31}(t) = \delta_{31} \cos(\Delta\omega_{31} t) N_{31}(t).$$

С учетом этого получаем следующую математическую модель для тренда:

$$y(t) = k_1 A_1 \sin(\omega_1 t) [1 + R_{21}(t) + R_{31}(t)] . \quad (12)$$

Вид тренда для выходного параметра объекта управления, рассчитанный по уравнению (12), показан на рисунке 1.

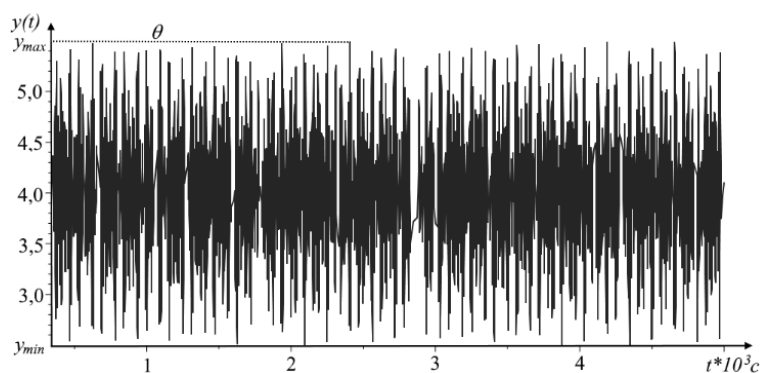


Рисунок 1 – Тренд выходного параметра с тремя источниками колебаний

Функции $y(t)$ являются колебательно-импульсными и на коротком отрезке времени имеют вид, приведенный на рисунке 2.

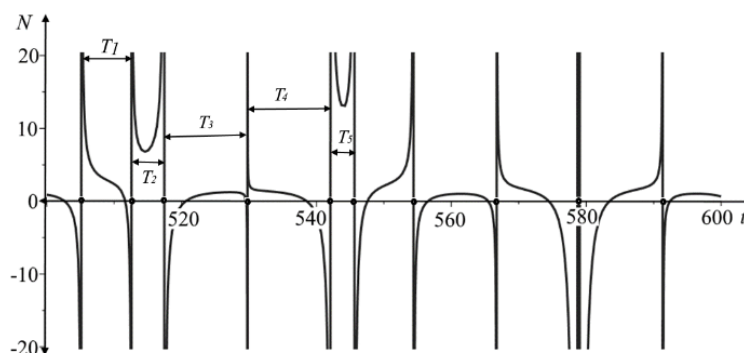


Рисунок 2 – Вид колебательно-импульсной функции $y(t)$ при изменении на малом промежутке времени

Таким образом, во-первых, можно утверждать, что тренды выходных измерительных параметров имеют колебательно-импульсный характер,

во-вторых, установлено, что причиной импульсов является создание процессов тангенциальной формы за счет разности угловых частот, в-третьих, установлено, что период появления импульсов зависит от количества источников колебаний.

Список литературы

1. Володарский, Е., Кошечая, Л., Добролюбова, М. Оценивание качества многопараметрического технологического процесса при коррекции его показателей [Текст] / Е. Володарский, Л. Кошечая, М. Добролюбова. – Метрология и приборы, №5(67). – Харьков: 2007. – С. 20-24.

2. Стенцель, И. И., Литвинов, К. А. Математические модели консервативных объектов контроля / И. И. Стенцель, К. А. Литвинов. – Метрология и приборы, № 1(81). – Харьков: 2020. – С. 30-36.

УДК 532.135.66.012

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ МАССОПЕРЕНОСА В ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Бойко Е.А. канд. пед. наук, заведующий кафедрой управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
doc24elena@bk.ru

Рассказова Ю.Б., ассистент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
rasskazovajyilia@gmail.com

***Аннотация.** В статье показано, что основные компоненты гидравлической системы управления имеют соответствующие каналы для*

связи между собой. Между отдельными компонентами системы могут быть трубные или шланговые соединения. По каналам и трубным (шланговым) соединением перемещается жидкость, которая является движущей силой системы. Движение жидкости по компонентам гидравлической системы приводит к ее реологическим превращениям (деформациям). Приведены нелинейные математические модели для реологических превращений жидкости.

Ключевые слова: *гидропривод, управление, компоненты, реология, превращения, уравнение, нелинейность, модель.*

MATHEMATICAL MODELS OF MASS TRANSFER PROCESSES IN HYDRAULIC CONTROL SYSTEMS

Boiko E.A. Cand. Sc. (Pedagogy), Head of the Department of Innovation Management in Industry at the Severodonetsk Institute of Technology of the Lugansk State University named after Vladimir Dal, Severodonetsk, LPR, Russian Federation
doc24elena@bk.ru

Rasskazova Iu.B., Assistant at the Department of Innovation Management in Industry at the Severodonetsk Institute of Technology of the Lugansk State University named after Vladimir Dal, Severodonetsk, LPR, Russian Federation
rasskazovajyilia@gmail.com

Abstract. *The article shows that the main components of a hydraulic control system have corresponding channels for communication with each other. There may be pipe or hose connections between individual components of the system. The fluid that is the driving force of the system moves through the channels and pipe (hose) connections. The movement of the fluid through the components of the hydraulic system causes its rheological transformations (deformations). Nonlinear mathematical models for the rheological transformations of the fluid are presented.*

Keywords: *hydraulic drive, control, components, rheology, transformations, equation, nonlinearity, model.*

Гидравлическая система управления — это комплекс механизмов и компонентов, предназначенных для передачи энергии и управления движением через использование гидравлической среды, чаще всего масла [1]. В основе гидравлической системы управления лежит принцип Паскаля: давление, приложенное к жидкости в замкнутом объеме, передается по трубам и приводит в движение поршни гидроцилиндров. К основным компонентам гидравлической системы управления относятся [2]: гидронасос — преобразует механическую энергию в гидравлическую, создавая поток жидкости под высоким давлением; гидрораспределитель — управляет направлением потока гидравлической жидкости, переключая его между различными компонентами системы; гидроцилиндры — преобразуют гидравлическую энергию в механическую, создавая линейное движение; гидромоторы — преобразуют гидравлическую энергию во вращательное движение; бак — емкость для хранения гидравлической жидкости; фильтры — очищают гидравлическую жидкость от загрязнений; клапаны — регулируют поток и давление гидравлической жидкости, обеспечивая безопасность и стабильность работы системы; трубопроводы и шланги — соединяют компоненты системы и обеспечивают циркуляцию гидравлической жидкости.

Одним из главных достоинств гидравлической системы является её способность осуществлять плавное и точное управление большим количеством исполнительных механизмов при сравнительно компактных размерах и малыми затратами энергии. Высокая мощность при небольших габаритах делает гидравлические системы идеальными для тяжёлых условий эксплуатации, где требуется высокая надежность и простота обслуживания. Однако контроль и управление гидравлическими системами могут быть сложными задачами, требующими высокой точности и надежности. Современные гидравлические системы управления становятся всё более сложными, интегрируя в себя микропроцессорные и электронные компоненты для улучшения точности и увеличения скорости реакции. Это

позволяет им адаптироваться к динамическим изменениям условий работы и повышает общую эффективность машин и механизмов.

Все компоненты гидравлической системы управления связаны между собой соответствующими каналами – трубопроводами либо шлангами, по которым поступает управляющая жидкость под тем или иным давлением.

Для переноса импульса массы жидкости согласно закону Фика имеем [3]:

$$\frac{\partial m(\xi, \theta)}{\partial \theta} = D_m \frac{\partial^2 m(\xi, \theta)}{\partial \xi^2}, \quad (1)$$

где $m(\xi, \theta)$ – масса жидкости, которая переносится по направлению ξ в течение времени θ ;

D_m – коэффициент эффективного переноса массы.

При нулевых начальных условиях решение уравнения (1) примет вид:

$$m(\xi, \theta) = m_H \operatorname{erf}(\xi / 2\sqrt{D_m \theta}). \quad (2)$$

Закон переноса импульса количества движения можно определить из уравнения Навье-Стокса [4]:

$$\rho \frac{\partial v(\xi, \theta)}{\partial \theta} = \mu \frac{\partial^2 v(\xi, \theta)}{\partial \xi^2} - \frac{\partial P}{\partial \xi} - \gamma, \quad (3)$$

где ρ , μ – плотность и динамическая вязкость среды;

$v(\xi, \theta)$ – скорость движения в направлении ξ в течении времени θ ;

P – перепад давления;

γ – некоторая неизвестная функция.

Если сила давления среды незначительна, то уравнение (3) приводится к закону Ньютона:

$$\frac{\partial v(\xi, \theta)}{\partial \theta} = \nu \frac{\partial^2 v(\xi, \theta)}{\partial \xi^2}, \quad (4)$$

где $\nu = \mu/\rho$ – кинематическая вязкость среды.

Аналитическое решение уравнения (4) при нулевых начальных условиях имеет вид:

$$v(\xi, \theta) = v_H \operatorname{erf}(\xi / 2\sqrt{v\theta}). \quad (5)$$

Потоки массы, энергии либо количества движения, которые поступают в зону превращения от источников иных потоков, характеризующихся своей массой, энергией или количеством движения, за счет диффузии и конвекции превращаются и выходят в накопитель. Основой таких процессов является баланс масс, энергий и количество движения. Баланс масс описывается уравнением:

$$dm_n = dm_T + dm_c, \quad (6)$$

где $dm_n = F_n dt$ – количество массы, поступающей в зону превращения потоком массовым расходом F_n в течение времени θ ;

dm_T – количество массы, которая превращается за счет химической реакции, концентрирования, растворения и пр.;

$dm_c = \rho_c F_c dt$, где ρ_c – плотность материального потока, который выводится с зоны;

F_c – объемный расход потока.

Количество массы, которое проходит превращение, зависит от иных параметров и может определяться по формулам:

- для газовых сред – по изменению объема газа $dm_n = \frac{P_\Gamma}{RT} dV$, по изменению давления газа $dm_n = \frac{V}{RT} dP_\Gamma$, по температуре газа $dm_n = \frac{VP_\Gamma}{RT^2} dT$, по времени химической реакции $dm_n = Vv_p(Q_H - Q)dt$, где P_Γ , T , V – давление, температура и объем газовой среды соответственно; R – универсальная газовая постоянная; v_p – скорость химической реакции; Q_H – концентрация реакционного компонента входного потока;

- для жидкостных сред – по уровню жидкости в зоне превращения $dm_n = \rho S_n dL$, по гидростатическому давлению жидкости $dm_n = \frac{S_n}{g} dP_{\Gamma\partial}$,

по поперечному сечению стока жидкости $dm_n = \frac{P_{г\partial}}{g} dS_n$, по времени химической реакции $dm_n = Vv_p(Q_H - Q)dt$, где ρ – плотность жидкости; S_n – площадь превращения массы; L , $P_{г\partial}$ – уровень и гидростатическое давление жидкости; g – ускорение земного притяжения.

Количество массы, которая выходит из зоны превращения, может быть определено по следующим формулам:

- для жидкостных сред – $dm_c = \alpha S_c \sqrt{2gL} dt$, где α , S_c – коэффициент расхода и поперечное сечение выходного потока (стока) соответственно;

- для газовых сред – $dm_c = \frac{\alpha S_c g}{\sqrt{gRT}} c_p P$, где c_p – удельная теплоемкость газа; P – давление.

Если процесс реологического превращения сопровождается химической реакцией, то количество новосозданной массы в зоне превращения:

$$dm_p = V(Q_{\partial} - Q)[1 - \exp(-E/RT)]dt, \quad (7)$$

где V – объем зоны превращения; Q_{∂} , Q – концентрация реагирующего компонента, который поступает в зону от источника; E – энергия активации химической реакции; R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура реакции.

В общем случае математические модели для зоны превращения можно получить из следующих уравнений:

- баланса масс:

$$\sum dm_H = dm_3 + \sum dm_c; \quad (8)$$

- баланса температуры:

$$\sum dT_H = dT_3 + \sum dT_c; \quad (9)$$

- баланса количества движения:

$$\sum dv_H = dv_3 + \sum dv_C, \quad (10)$$

где $\sum dm_H$, $\sum dT_H$ и $\sum dv_H$ – сумма масс, температур и количества движения, поступающих в зону превращения от источников соответственно; dm_3 , dT_3 и dv_3 – масса, температура и количество движения, которые находятся в этой зоне; $\sum dm_C$, $\sum dT_C$ и $\sum dv_C$ – сумма масс, температур и количества движения, которые выходят (стекают) из зоны.

В результате получаются математические модели для зоны превращения в форме нелинейного дифференциального уравнения следующего вида:

$$\tau_n^n \frac{d^n \beta(t)}{dt^n} + \dots + \tau_1 \frac{d\beta(t)}{dt} + \beta(t) = \alpha(x, \theta), \quad (11)$$

где τ_n , τ_1 – постоянные времени переноса выходных потоков;

$\beta(t)$ – созданный в зоне превращения определяющий параметр;

$\alpha(x, \theta)$ – определяющий параметр входных потоков.

Если источник имеет неограниченную мощность, то $\alpha(x, \theta) = \text{const}$. Тогда скорость движения $\beta(t)$ определяющего параметра может описываться следующим уравнением:

$$\tau_n^n \frac{d^{n+1} \beta(t)}{dt^{n+1}} + \dots + \tau_1 \frac{d^2 \beta(t)}{dt^2} + \frac{d\beta(t)}{dt} = 0. \quad (12)$$

При наличии конвекционной составляющей входного потока имеем:

$$\frac{\partial \alpha(x, \theta)}{\partial \theta} + D_\alpha \frac{\partial^2 \alpha(x, \theta)}{\partial x^2} + v_k \frac{\partial \alpha(x, \theta)}{\partial x} = \frac{\beta(t)}{dt} = 0, \quad (13)$$

где D_α – эффективный коэффициент переноса входного потока;

v_k – конвекционная составляющая скорости входного потока.

По аналогии уравнения (13) законы переноса количества движения, теплоты и массы записываются соответственно в таких формах:

- закон переноса скорости движения Ньютона:

$$\frac{\partial v(x, \theta)}{\partial \theta} + \nu \frac{\partial^2 v(x, \theta)}{\partial x^2} + v_k \frac{\partial v(x, \theta)}{\partial x} = 0; \quad (14)$$

- закон переноса количества тепла Фурье:

$$\frac{\partial T(x, \theta)}{\partial \theta} + a \frac{\partial^2 T(x, \theta)}{\partial x^2} + v_k \frac{\partial T(x, \theta)}{\partial x} = 0; \quad (15)$$

- закон переноса количества массы Фика:

$$\frac{\partial Q(x, \theta)}{\partial \theta} + D \frac{\partial^2 Q(x, \theta)}{\partial x^2} + v_k \frac{\partial Q(x, \theta)}{\partial x} = 0, \quad (16)$$

где $v(x, \theta)$, $T(x, \theta)$ и $Q(x, \theta)$ – скорость движения, температуры и массовой концентрации соответственно, распределенных по пространственной координате x и времени пребывания θ ;

v, a, D – кинематическая вязкость, температуропроводность и эффективный коэффициент диффузии соответственно;

v_k – конвекционная линейная скорость потоков.

Параметры v, a, D имеют одну и ту же размерность – $[m^2/c]$.

Поскольку правые части уравнений (12) и (13) равны нулю, то они являются подобными. Учитывая подобие процессов явлений переноса на некоторых границах перехода при нулевых граничных условиях, получаем следующее нелинейное дифференциальное уравнение процесса переноса в следующей форме:

$$\frac{\partial \alpha(x, \theta)}{\partial \theta} + D_\alpha \frac{\partial^2 \alpha(x, \theta)}{\partial x^2} + v_k \frac{\partial \alpha(x, \theta)}{\partial x} = \tau_n^n \frac{d^{n+1} \beta(t)}{dt^{n+1}} + \dots + \tau_1 \frac{d^2 \beta(t)}{dt^2} + \frac{d\beta(t)}{dt}. \quad (17)$$

Так как левая часть уравнения (17) описывает скорость движения входного потока $v(\bar{r}, \theta)$ при $\bar{r} = x$, а правая – скорость движения выходного потока $v_c(t)$, то оно является уравнением баланса скоростей. Так как входной и выходной потоки имеют поперечные сечения соответственно S_n и S_c , а объемные расходы $F_{on} = v(x, \theta)S_n$ и $F_{oc} = v(t)S_c$, то для обеспечения равенства (14) необходимо, чтобы объемный расход выходного потока был $F_{oc} = F_{on}S_c/S_n$. Соответственно для массовых расходов имеем

$F_{mn} = \rho_n F_{on} = \rho_n v(x, \theta) / S_n$ и $F_{mc} = \rho_c F_{oc} = \rho_c v(t) / S_c$. Из последних равенств видно, что для обеспечения баланса скоростей потоков необходимо, чтобы скорость входного потока была:

$$v(x, \theta) = v(t) \left(\frac{\rho_c}{\rho_n} \right) \left(\frac{S_n}{S_c} \right), \quad (18)$$

где ρ_n, ρ_c – плотность входного и выходного потоков соответственно.

Список литературы

1. **Александров, Д. В.** Введение в гидродинамику: учебное пособие / Д. В. Александров, А. Ю. Зубарев, Л. Ю. Исакова. — Екатеринбург : УрФУ, 2012. — 112 с. - ISBN 978-5-7996-0785-2.
2. **Даршт, Я. А.** Гидропривод и средства автоматики: учеб. пособие / Я. А. Даршт. – Ковров: ФГБОУ ВПО «КГТА им. В.А. Дегтярева», 2012. – 108 с.
3. **Франк-Каменецкий, Д. А.** Диффузия и теплопередача в химической кинетике. – М.: Наука, 1987. – С.502.
4. **Мазо, А. Б.** Гидродинамика: учеб. Пособие для студентов нематематических факультетов / А.Б. Мазо, К.А. Поташев. – Казань: Казан. ун-т, 2013. – 2-е изд. – 128 с.

УДК 004.932

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Бузмаков А.И., студент 4 курса, ФГБОУ ВО «Новосибирский
государственный технический университет», г. Новосибирск, РФ,
anton.buzmakoff@gmail.com

Шестаков К.Д., студент 4 курса, ФГБОУ ВО «Новосибирский
государственный технический университет», г. Новосибирск, РФ,
kshestakov559@gmail.com

Истратова Е.Е., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры
автоматизированных систем управления, ФГБОУ ВО «Новосибирский
государственный технический университет», г. Новосибирск, РФ,
istratova@mail.ru

***Аннотация.** В статье представлены результаты разработки программного обеспечения для автоматизации процессов анализа и отображения параметров пучка синхротронного излучения. Разработанное решение основано на использовании технологии компьютерного зрения и может применяться как самостоятельный программный продукт, либо интегрироваться в существующие комплексы диагностики синхротронных установок.*

***Ключевые слова:** компьютерное зрение, анализ, программное обеспечение, синхротронное излучение, разработка.*

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR ANALYSIS OF SYNCHROTRON RADIATION PARAMETERS BASED ON COMPUTER VISION TECHNOLOGY

Buzmakov A.I., 4th-year student, Novosibirsk State Technical University,
Novosibirsk, Russian Federation, *anton.buzmakoff@gmail.com*

Shestakov K.D., 4th-year student, Novosibirsk State Technical University,
Novosibirsk, Russian Federation, *kshestakov559@gmail.com*

Istratova E.E., Cand. Sc. (Technical), Docent, Associate Professor at the
Automated Control Systems Department, Novosibirsk State Technical
University, Novosibirsk, Russian Federation, *istratova@mail.ru*

Abstract. *This article presents the results of developing software for automating the analysis and display of synchrotron radiation beam parameters. The developed solution is based on computer vision technology and can be used as a standalone software product or integrated into existing synchrotron facility diagnostic systems.*

Keywords: *computer vision, analysis, software, synchrotron radiation, development.*

Компьютерное зрение представляет собой область искусственного интеллекта, направленную на получение, обработку и интерпретацию изображений и видеопотоков с целью автоматического извлечения информации о реальном мире. В отличие от классических методов обработки изображений, основанных на заранее определенных алгоритмах фильтрации и анализа, современные системы компьютерного зрения активно используют методы машинного и глубокого обучения, что позволяет им адаптироваться к различным условиям наблюдения и повышать точность распознавания объектов и характеристик сцены [1].

Основная задача технологии компьютерного зрения заключается в преобразовании визуальных данных в структурированную информацию, пригодную для последующего анализа и принятия решений. Для этого применяются различные этапы обработки: предварительная фильтрация и нормализация изображений, выделение признаков, сегментация отдельных областей на изображении, классификация и оценка параметров объектов. Ключевым элементом современных систем является использование нейронных сетей, в частности, сверточных нейронных сетей (CNN),

которые позволяют моделировать сложные зависимости между пиксельными данными и высокоуровневыми признаками изображения.

Развитие компьютерного зрения в последние годы стало возможным благодаря сочетанию трех факторов: росту вычислительных мощностей, доступности больших наборов размеченных данных (датасетов) и совершенствованию архитектур глубоких нейронных сетей. Это сделало возможным применение компьютерного зрения в самых разных областях – от медицины и робототехники до промышленных и научных измерений. Технологии компьютерного зрения нашли широкое применение в самых разных отраслях науки, промышленности и повседневной жизни. Их универсальность обусловлена способностью анализировать визуальные данные в автоматическом режиме, что позволяет значительно повысить точность, скорость и объективность измерений по сравнению с традиционными методами наблюдения.

Одним из наиболее активно развивающихся направлений в рамках технологии компьютерного зрения является его промышленное применение. В системах технического контроля и автоматизированного производства данная технология используется для выявления дефектов продукции, измерения геометрических параметров деталей и оценки качества сборки [1, 2]. Такие системы часто интегрируются непосредственно в производственные линии и позволяют в режиме реального времени отслеживать соответствие изделий заданным техническим требованиям.

В области медицины и биотехнологий компьютерное зрение применяется для анализа медицинских изображений – рентгенограмм, томограмм, микроскопических снимков. С помощью нейросетевых алгоритмов проводится диагностика патологий, сегментация биологических структур и мониторинг изменений в тканях [3], что позволяет снизить нагрузку на специалистов и повысить объективность диагностики.

В транспортных системах технологии компьютерного зрения обеспечивают распознавание дорожных знаков, транспортных средств и

пешеходов, что является основой для разработки систем помощи водителю (ADAS) и систем автономного управления транспортом. Кроме того, системы видеоаналитики применяются для мониторинга дорожной ситуации и управления потоками транспорта в городах [4].

В научных исследованиях компьютерное зрение используется для обработки и анализа данных, полученных с экспериментальных установок. Например, в физике плазмы и оптической диагностике данная технология позволяет анализировать распределения яркости и формы пучков излучения, оценивать параметры динамических процессов и визуализировать результаты экспериментов в режиме реального времени [5]. Применение нейросетевых алгоритмов при этом обеспечивает устойчивость анализа даже при наличии шумов и нестабильных условий освещения. Таким образом, технология компьютерного зрения является мощным инструментом автоматизации процесса анализа изображений, открывающим широкие возможности для повышения эффективности измерительных и диагностических систем в различных областях науки и техники.

Целью статьи являлся анализ возможности применения технологии компьютерного зрения для задачи исследования параметров синхротронного излучения. Для реализации данной цели было разработано программное обеспечение для анализа параметров синхротронного излучения.

Синхротронное излучение представляет собой электромагнитное излучение, возникающее при движении заряженных частиц с релятивистскими скоростями в магнитном поле. Благодаря высокой яркости, широкому спектральному диапазону и высокой степени коллимации, оно широко используется в фундаментальных и прикладных исследованиях – от кристаллографии и материаловедения до медицины и нанотехнологий [6]. Для обеспечения стабильности и качества получаемых экспериментальных данных требуется постоянный контроль за параметрами пучка синхротронного излучения. К числу подобных параметров относятся: положение центра пучка, его пространственные

размеры (высота, ширина), распределение интенсивности и форма профиля. Точность измерения этих параметров напрямую влияет на корректность интерпретации экспериментальных данных и стабильность работы источника излучения.

Традиционные методы диагностики пучка основываются на применении специализированных детекторов, таких как: ионные камеры, фотодиоды, позиционно-чувствительные детекторы или скинтилляционные экраны, совмещенные с оптическими системами наблюдения. В таких установках сигнал, регистрируемый детектором, преобразуется в электрический отклик, который затем анализируется средствами классической обработки сигналов. Этот подход позволяет получать интегральные характеристики пучка, но имеет ряд ограничений, в частности, низкое пространственное разрешение, необходимость сложной калибровки и ограниченную скорость получения данных. Кроме того, в случае использования флуоресцентных кристаллов для визуализации рентгеновского излучения наблюдение часто осуществляется с помощью традиционных оптических камер или визуальных наблюдений оператором. Это делает процесс измерения зависимым от человеческого фактора и затрудняет автоматизацию, особенно при необходимости непрерывного мониторинга параметров пучка в режиме реального времени.

Таким образом, существующие методы, основанные на классической измерительной аппаратуре, обеспечивают достаточную точность для отдельных задач, однако они не позволяют реализовать гибкий, высокоскоростной и автоматизированный анализ параметров пучка синхротронного излучения. Это обуславливает актуальность применения технологий компьютерного зрения для обработки и анализа визуальных данных, регистрируемых с флуоресцентных экранов.

Разработанное программное обеспечение предназначено для автоматизации процессов анализа и визуализации параметров пучка синхротронного излучения на основе применения технологии компьютерного зрения. Принцип работы установки базируется на регистрации видимого света, возникающего при взаимодействии

рентгеновского пучка с флюоресцентным кристаллом. Такой кристалл преобразует невидимое для человеческого глаза и стандартных видеокамер жёсткое рентгеновское излучение в видимый диапазон, интенсивность и распределение которого коррелируют с параметрами исходного пучка синхротронного излучения.

На практике это реализуется следующим образом: синхротронное излучение направляется на флуоресцентный экран, например, из оксида алюминия, сульфида цинка или аналогичного материала, где происходит переизлучение фотонов в видимом диапазоне. Оптическая камера, установленная под определённым углом к экрану, регистрирует изображение светового пятна, соответствующего пространственному профилю пучка. В лабораторных условиях (на тестовой установке) аналогичная схема моделируется с использованием лазерного излучения, направляемого на стеклянную или матовую пластину, играющую роль флуоресцентного экрана.

Полученные изображения передаются в программный модуль, реализующий алгоритмы компьютерного зрения. На основе анализа каждого кадра производится выделение области пучка, фильтрация шумов и вычисление основных параметров: координат центра масс (определяющих положение пучка), площади свечения, ширины и высоты светового пятна, а также средней яркости. Для повышения устойчивости к шумам и вариациям освещения используется предварительная нормализация яркости и бинаризация изображения. Алгоритмы могут быть реализованы как с применением классических методов обработки изображений, например, анализа контуров и пороговой сегментации, так и с использованием нейросетевых моделей, обученных на выборке изображений пучков.

Результаты вычислений отображаются в программном модуле, обеспечивающем визуализацию результатов мониторинга параметров пучка в режиме реального времени. Архитектура программного обеспечения приведена на рис. 1.

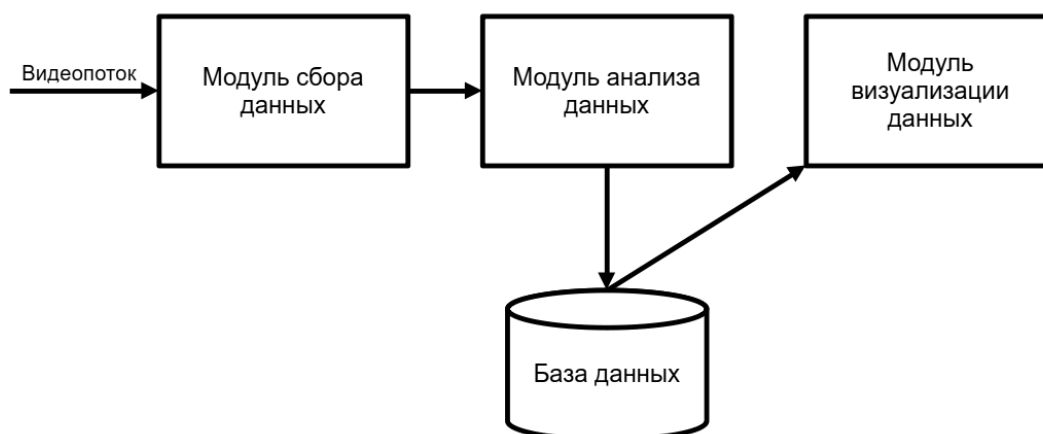


Рисунок 1 – Архитектура программного обеспечения

Разработанное программное обеспечение может быть использовано как в качестве самостоятельного программного продукта, так и легко интегрироваться в существующие комплексы диагностики синхротронных установок. Использование технологий компьютерного зрения при этом обеспечивает ряд существенных преимуществ: автоматизацию анализа параметров пучка без участия оператора; повышение точности и воспроизводимости измерений за счет оперативной обработки цифровых изображений; возможность работы в режиме реального времени при высокой частоте кадров; простоту масштабирования и адаптации системы под различные экспериментальные конфигурации.

Таким образом, внедрение компьютерного зрения в систему диагностики синхротронного излучения открывает новые возможности для оптимизации экспериментальных процедур, повышения стабильности источников и улучшения качества получаемых научных данных.

Список литературы

1. **Davies, E.R.** Computer Vision: Principles, Algorithms, Applications, Learning. Fifth Edition. - Academic Press, 2017. – 900 p.
2. **Szeliski, R.** Computer Vision: Algorithms and Applications. - Springer, 2022. – 1232 p.
3. **Xue, Z.** Gender Detection from Spine X-ray Images Using Deep Learning. 2018. IEEE 31st International Symposium on Computer-Based Medical Systems. – P. 54-58.

4. Постоли́т, А. В. Перспективы применения искусственного интеллекта и компьютерного зрения в транспортных системах и подключенных автомобилях / А. В. Постоли́т // Мир транспорта. - 2021. - № 1. - С. 74-90.

5. Kozlowski, P.M. Use of computer vision for analysis of image datasets from high temperature plasma experiments. Review of Scientific Instruments. 2021. doi: 10.1063/5.0040285. PMID: 33820092.

6. Wiedemann, H. Particle accelerator physics. - Berlin; Heidelberg: Springer, 2007. - 948 p.

УДК 004.056

**РОЛЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В ОБЕСПЕЧЕНИИ
ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: АНАЛИЗ, ДИНАМИКА
РИСКОВ И СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ
ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ**

Гидозаров М. А., старший научный сотрудник организационно-научного
и редакционного отдела ФКОУ ВО Воронежский институт ФСИН России,
г. Воронеж, РФ

89081400066@mail.ru

***Аннотация.** Статья посвящена анализу роли человеческого фактора как ключевого элемента в системе информационной безопасности организаций. Рассматриваются индивидуальные и организационные причины ошибок и умышленных действий персонала, приводящие к инцидентам, и приводятся актуальные статистические данные о масштабах связанных с этим рисков. Обосновывается необходимость применения сбалансированной стратегии управления, сочетающей непрерывное обучение сотрудников, формирование культуры безопасности и внедрение поддерживающих технологий для минимизации угроз.*

***Ключевые слова:** информационная безопасность, человеческий фактор, киберинциденты, управление рисками, обучение персонала, культура безопасности.*

THE ROLE OF THE HUMAN FACTOR IN ENSURING INFORMATION SECURITY: ANALYSIS, RISK DYNAMICS AND MANAGEMENT STRATEGIES IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION

Gidozarov M. A., Senior Researcher of the Organizational, Scientific and Editorial Department, Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia»,

Voronezh, Russian Federation

89081400066@mail.ru

***Abstract.** The article analyzes the role of the human factor as a key element in an organization's information security system. It examines individual and organizational causes of staff errors and intentional actions leading to security incidents and provides current statistical data on the scale of associated risks. The necessity of applying a balanced management strategy that combines continuous employee training, fostering a security culture, and implementing supportive technologies to minimize threats is substantiated.*

***Keywords:** Information Security, Human Factor, Cyber Incidents, Risk Management, Personnel Training, Security Culture.*

В современном мире, характеризующемся глубокой цифровизацией практически всех сфер деятельности, информационная безопасность перестала быть исключительно технической задачей и трансформировалась в стратегический императив для любой организации. Информационные активы, включая персональные данные клиентов, коммерческие тайны, интеллектуальную собственность и операционные данные, составляют основу конкурентоспособности и устойчивости. Однако парадокс современной защиты информации заключается в том, что, несмотря на

беспрецедентное развитие технологических средств обороны — от сложных криптографических протоколов до систем искусственного интеллекта для обнаружения аномалий, — уровень киберугроз не только не снижается, но и продолжает расти, становясь всё более изощрённым и масштабным. В этом контексте многочисленные исследования и отчёты ведущих аналитических агентств единодушно указывают на центральную и зачастую решающую роль человека в цепи обеспечения безопасности. Данные свидетельствуют, что до 95% всех инцидентов информационной безопасности так или иначе связаны с человеческим фактором, что делает персонал организации как потенциально самым слабым звеном, так и ключевым элементом защиты [4]. Этот вывод фундаментально меняет парадигму безопасности, смещая акцент с исключительно технологических решений на комплексное управление поведением, компетенциями и сознательностью людей, взаимодействующих с информационными системами.

Понятие «человеческий фактор» в сфере информационной безопасности представляет собой многогранный феномен, охватывающий широкий спектр психологических, поведенческих, социальных и организационных аспектов. Он включает в себя не только случайные ошибки и небрежность, но и преднамеренные действия, а также системные условия, способствующие возникновению уязвимостей. Как отмечается в работах, человеческий фактор изначально рассматривался в научно-технической сфере, но с течением времени стало ясно, что этот термин применим и в других областях, включая информационную безопасность [5]. Ошибочные действия персонала, ведущие к инцидентам, определяются как результат действий, не соответствующих установленным нормативным требованиям. Причины этих ошибок глубоко укоренены в сложном переплетении индивидуальных и организационных факторов, что требует детального анализа для разработки эффективных контрмер.

Индивидуальные факторы, влияющие на поведение сотрудника, носят внутренний характер и связаны с его личностью, состоянием и компетенциями. К ним относятся, прежде всего, психофизиологические

состояния, такие как хроническая усталость, стресс, эмоциональное выгорание или когнитивная перегрузка, которые существенно снижают концентрацию внимания и способность к принятию взвешенных решений. Личностные особенности, например, врождённая невнимательность, склонность к риску, излишняя доверчивость или пассивность, также формируют профиль уязвимости. Профессиональные качества, в частности недостаточный уровень компетентности, непрофессионализм или непонимание базовых принципов безопасности, напрямую ведут к ошибкам в эксплуатации систем. Наконец, этические характеристики, такие как безответственность, недисциплинированность или отсутствие лояльности, создают предпосылки для пренебрежения правилами. Как отмечал нобелевский лауреат Д. Канеман, человеческим суждениям свойственна «вариативность в суждениях» — феномен, при котором решения в аналогичных ситуациях различаются из-за случайных факторов: настроения, усталости, текущей рабочей нагрузки, уровня концентрации или даже погоды [2]. На практике это означает, что даже добросовестный сотрудник в состоянии стресса или когнитивной перегрузки может проигнорировать регламент проверки вложений в электронном письме, тем самым открывая путь для фишинговой атаки.

Организационные факторы, в свою очередь, создают среду, в которой индивидуальные риски либо усиливаются, либо минимизируются. Неблагоприятные условия труда, включая неэргономичные рабочие места, высокий уровень шума или недостаточное освещение, способствуют утомлению и ошибкам. Хроническая сверхурочная работа и чрезмерная рабочая нагрузка истощают психические ресурсы сотрудников. Недостаточная мотивация, отсутствие понятных стимулов за соблюдение правил безопасности или, наоборот, отсутствие санкций за их нарушение приводят к тому, что вопросы безопасности воспринимаются как второстепенные. Серьёзной проблемой является нечёткость организационно-распорядительной документации, когда политики безопасности, должностные инструкции и регламенты сформулированы расплывчато, противоречиво или просто неизвестны сотрудникам.

Кульминацией негативного влияния организационных факторов становится отсутствие в компании подлинной культуры безопасности — среды, в которой осознание важности защиты информации является общей ценностью, поддерживаемой на всех уровнях, от руководства до рядовых сотрудников. Без такой культуры даже самые совершенные технические средства и формальные инструкции остаются неэффективными.

Статистические данные последних лет убедительно демонстрируют масштаб и серьёзность проблемы. Согласно глобальному исследованию, более трёх четвертей (77 %) компаний за последние два года пережили как минимум один инцидент информационной безопасности, причём 64 % этих инцидентов были вызваны человеческой ошибкой [6]. Особую категорию угроз составляют целенаправленные злонамеренные действия инсайдеров, мотивированные корыстью, местью, идеологическими соображениями или внешним давлением, вплоть до шантажа. Такие действия могут привести к краже критически важных данных, саботажу или промышленному шпионажу, нанося непоправимый ущерб репутации и финансовому состоянию организации.

В ответ на эти вызовы эффективное управление человеческим фактором должно выстраиваться как многоуровневая стратегия, интегрирующая образовательные, организационные и технологические компоненты. Фундаментом этой стратегии является непрерывное и адаптивное обучение персонала, направленное не на формальное ознакомление с правилами, а на формирование устойчивых навыков безопасного поведения. Современные образовательные программы должны выходить за рамки разовых лекций, включая интерактивные онлайн-курсы, регулярные практические тренинги, семинары с участием экспертов и, что особенно эффективно, реалистичные имитационные атаки, которые позволяют сотрудникам на собственном опыте научиться распознавать уловки злоумышленников и правильно реагировать на них. Обучение должно быть персонализированным, учитывающим специфику должностных обязанностей разных категорий сотрудников — от рядовых пользователей до ИТ-администраторов и руководителей подразделений. При

этом ключевой задачей является изменение внутренних установок, превращение информационной безопасности из навязанного свода запретов в осознанную личную ответственность каждого сотрудника за сохранность данных компании и её клиентов. Как справедливо отмечается, информированный персонал является первой линией защиты от кибератак [1].

Параллельно с обучением необходима разработка и внедрение ясных, непротиворечивых и практически применимых политик безопасности. Эти документы должны чётко регламентировать правила работы с конфиденциальной информацией, требования к паролям и аутентификации, порядок использования корпоративных и личных устройств, правила поведения в социальных сетях и многое другое. Однако сами по себе политики, оставшиеся лишь на бумаге, бесполезны. Критически важно обеспечить их доведение до каждого сотрудника, регулярное обновление в соответствии с меняющейся угрозной средой и создание механизмов контроля за их исполнением [3]. При этом организационная культура безопасности играет роль связующего звена, превращая формальные правила в неформальные нормы поведения. Формирование такой культуры требует последовательных усилий со стороны руководства, которое должно не только декларировать приоритет безопасности, но и демонстрировать его на личном примере, а также выделять необходимые ресурсы и поощрять позитивные практики. Управление человеческим фактором требует системного подхода, используя различные методы обучения, разрабатывая четкие политики безопасности и создавая культуру безопасности в организации.

Технологии, в свою очередь, выступают важным инструментом поддержки человеческого фактора, а не его замены. Современные системы класса Data Loss Prevention (DLP) позволяют контролировать потоки информации и блокировать потенциальные утечки. Системы управления паролями и многофакторная аутентификация снижают риски, связанные со слабыми или скомпрометированными учётными данными. Решения для фильтрации контента и веб-трафика помогают ограничить доступ к

опасным ресурсам. Применение этих технологий позволяет снизить риск человеческих ошибок, повысить уровень защиты данных и обеспечить более безопасную работу сотрудников. Однако, как справедливо отмечается в отчёте Kaspersky, чрезмерный упор на автоматизацию и технологические «панацеи» может создать ложное чувство безопасности. Автоматизация не устраняет человека из рабочего процесса; она лишь меняет контекст его взаимодействия с системами. Три четверти организаций по всему миру рассматривают нехватку навыков кибербезопасности как серьёзную проблему [6]. Поэтому инвестиции в технологии должны быть сбалансированы с инвестициями в людей — их обучение, мотивацию и создание безопасной организационной среды. Как подчёркивается в исследованиях, технологии не могут полностью заменить человеческий фактор, и для обеспечения высокого уровня безопасности необходимо комбинировать их использование с обучением персонала и разработкой четких политик [1].

В перспективе значение человеческого фактора в информационной безопасности будет только возрастать под воздействием нескольких мощных трендов. Ускоренное развитие технологий, включая распространение Интернета вещей (IoT), облачных сервисов и искусственного интеллекта, расширяет поверхность атаки и создаёт новые, подчас непредсказуемые векторы угроз. Сами киберугрозы становятся всё более изощрёнными, персонализированными и использующими методы глубинного социального инжиниринга, направленные на манипуляцию эмоциями и доверием. Злоумышленники используют все более изощренные методы для обхода технических средств защиты, делая ставку на социальную инженерию, фишинговые атаки, атаки на цепочку поставок, где человек — самое слабое звено. Наконец, непрерывный рост ценности информации в цифровой экономике превращает её в главный объект посягательств. В этих условиях организациям, которые смогут переосмыслить роль человека в системе безопасности, перейдя от восприятия его как «слабого звена» к признанию его ключевым активом и «человеческим щитом», получат значительное конкурентное

преимущество. Это требует перехода от реактивного подхода, фокусирующегося на ликвидации последствий инцидентов, к проактивному управлению рисками, основанному на глубоком понимании человеческого поведения, создании устойчивой культуры безопасности и построении целостной экосистемы защиты, где технологические, организационные и человеческие элементы работают в синергии. Как заключают исследователи, человеческий фактор не только представляет собой проблему, но и открывает новые возможности. Путем повышения осведомленности сотрудников и использования эффективных методов обучения можно сделать людей не слабым звеном, а сильным щитом в защите информации [5]. Таким образом, при правильном подходе человеческий фактор может стать не угрозой, а основой надёжной системы информационной безопасности.

Список литературы

1. Дуйсенгазин, А. С. Роль человеческого фактора в информационной безопасности: тенденции и практики / А. С. Дуйсенгазин // Научный аспект. – 2024. – Т. 41, № 4. – С. 5438-5444. – EDN НКCWMO.

2. Канеман Д., Сибони О., Санстейн К. Р. Шум. Несовершенство человеческих суждений / пер. с англ. М.: Изд-во АСТ, 2021. С. 169–185.

3. Лебедев, М. А. Роль человеческого фактора в информационной безопасности / М. А. Лебедев, Д. А. Демкин // Вестник науки. – 2024. – Т. 1, № 8(77). – С. 141-145. – EDN XJTEGI.

4. Отчет о глобальных рисках за 2024 год // Всемирный экономический форум. – URL: www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2024.pdf (дата обращения 20.01.2026).

5. Прокофьева, Е. С. Роль человеческого фактора в возникновении угроз информационной безопасности / Е. С. Прокофьева // Документ в современном обществе: место и роль в формировании бюрократических систем управления : материалы XVIII Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Екатеринбург, 11 апреля 2024 года – 12 2025

года. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, 2025. – С. 318-321. – EDN AUITXF.

6. Redefining the Human Factor in Cybersecurity: Adopting a Human Factor 360° model to assess the global cybersecurity landscape. 2023 // «Kaspersky». – URL: <https://media.kasperskydaily.com/wp-content/uploads/sites/92/2023/11/22070742/KasperskyHumanFactor360Report2023.pdf> (дата обращения 20.01.2026).

УДК 004.42

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СКАНЕРОВ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ КОНТЕЙНЕРНЫХ ОБРАЗОВ В ОС АЛТ

Денисюк М. В., Бондарева С. А., студенты

Российский государственный университет нефти и газа имени

И.М. Губкина, г. Москва, РФ

stasy004@mail.ru

***Аннотация.** Данная статья предусмотрена для специалистов в области информационной безопасности и разработчиков, ответственных за развертывание контейнерных приложений в среде отечественных операционных систем, в частности ОС Альт. В работе рассматривается актуальная проблема оценки эффективности работы популярных сканеров таких как Trivy, Gype и Dockle, когда международные решения могут демонстрировать ограниченную функциональность. Практическая часть включает сравнительное сканирование набора типовых контейнерных образов.*

***Ключевые слова:** безопасность контейнерных образов, ОС Альт, сканеры уязвимостей, Trivy, Gype, Dockle.*

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF SECURITY SCANNERS FOR CONTAINER IMAGES IN THE ALT OS

Denisiuk M. V., Bondareva S. A., student
Gubkin Russian State University of Oil and Gas (NRU),
Moscow, Russian Federation
stasy004@mail.ru

Abstract. *This article is intended for information security specialists and developers responsible for deploying container applications in the environment of domestic operating systems, in particular the Alt OS. The paper considers the actual problem of evaluating the performance of popular scanners such as Trivy, Grype and Dockle, when international solutions may exhibit limited functionality. The practical part includes a comparative scan of a set of typical container images.*

Keywords: *container image security, Alt OS, vulnerability scanners, Trivy, Grype, Dockle.*

ВВЕДЕНИЕ

Технология контейнеризации стала основой для развертывания современных приложений и их управления. Однако та же технология создала новые возможности для атак. В ответ на эти угрозы было разработано множество автоматизированных средств анализа образов контейнеров. Однако эффективность применения данных инструментов, особенно в контексте отечественного программного обеспечения, такого как ОС Альт, не изучается. Таким образом, актуальность данной работы заключается в отсутствии систематизированного метода оценки и применения сканеров безопасности контейнерных образов в среде ОС Альт.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Многоуровневая модель безопасности контейнерных образов

Первым и основным уровнем контейнерных образов является операционная система, включающая в себя системные библиотеки, утилиты

и ядро среды выполнения. Практически любое современное приложение строится на сторонних библиотеках и зависимостях, которые могут содержать свои уязвимости – это второй слой. Третий критически важный слой – конфигурация сборки образа, описанная в Dockerfile [4].

Фундаментальная проблема заключается в том, что найденная уязвимость в одном из этих уровней может привести к компрометации всей системы. Поэтому недостаточно проанализировать образ на наличие известных уязвимостей (CVE), необходимо изучить каждый слой контейнерного образа для получения полноценной и комплексной оценки безопасности [5].

Методология сравнительного анализа

В результате выявления многоуровневости угроз существует объективная потребность в принципиально новом подходе к аудиту безопасности. Его основой является не определение «лучшего» сканера, а выявление сильных сторон, ограничений и области пересечения каждого из них для последующего эффективного комбинирования. Ценность методологии заключается именно в ее универсальности: она представляет собой стандартизированную последовательность действий, логика которой остается неизменной независимо от конкретных версий или даже замены самих инструментов сканирования.

Фактическая реализация этого метода начинается с определения аспектов безопасности, которые необходимо проверить. Для целей данного исследования были выбраны следующие аспекты безопасности: уязвимости в пакетах операционной системы, языковых зависимостях приложений, конфигурации образа, наличие случайно оставленных конфиденциальных данных в образе и оценка runtime-рисков.

Следующим шагом является сравнение этих аспектов с конкретными инструментами, которые могут их протестировать. Для исследования были выбраны популярные контейнеры Grype [1], Dockle [2] и Trivy [3], которые покрывают все требования и выбранные аспекты. В то же время один аспект может быть проверен с помощью нескольких инструментов, что закладывает основу для последующих сравнений.

Собранные структурированные данные становятся основой сравнительного этапа, который позволяет выявить проблемы и понять какие инструменты дополняют друг друга, в чем проявляются слабые стороны каждого.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Сканирование целевых контейнеров

Для создания тестовой среды был настроен podman для работы в rootless-режиме для снижения потенциального ущерба от компрометации контейнера путем строгого соблюдения принципа наименьших привилегий. Для комплексного тестирования были выбраны разнотипные сервисы такие как nginx, postgresql, grafana.

Необходимо провести детальный сравнительный анализ результатов, полученных при сканировании grafana (рисунок 1).

```
[root@podman ~]# python3 security_analyzer.py grafana

Начало сканирования контейнера: grafana
Сканирование контейнера: grafana
=====
Запуск Trivy...
  Trivy: завершено
Запуск Gype...
  Gype: завершено
Запуск Dockle...
  Dockle: ошибка -

Генерация отчета для grafana...

=====
СВОДНАЯ СТАТИСТИКА: GRAFANA
=====
Аспект безопасности | Trivy | Gype | Dockle
-----
Уязвимости OS пакетов | - | - | -
Уязвимости языковых пакетов | 43 | 45 | -
Лицензии | 116 | - | -
Конфигурации | 0 | - | 0
Секреты | 0 | - | 0
Runtime безопасность | - | - | 0
=====

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА: GRAFANA
=====
АСПЕКТ БЕЗОПАСНОСТИ | TRIVY | GYPE | DOCKLE
-----
Уязвимости OS пакетов | Дистрибутив не определён | Дистрибутив не определён | Не сканирует уязвимости OS пакетов
| (ALT Linux) | (ALT Linux) |
| Уязвимости OS пакетов | Уязвимости OS пакетов |
| не могут быть определены | не обнаруживаются |
-----
Уязвимости языковых пакетов | CVE-2024-8986 (CRITICAL) | GHSA-q99m-qcv4-fpm7 (CRITICAL) | Не сканирует уязвимости языковых
| CVE-2024-45337 (CRITICAL) | GHSA-v778-237x-gjrc (CRITICAL) | пакетов
```

Рисунок 1 – Результат сканирования grafana

Получить результат поиска уязвимостей в пакетах операционной системы не удалось, так как сканеры Trivy и Gype не смогли определить дистрибутив ОС Альт. Данные сканеры не содержат в своей базе данных

сведения о специфических пакетах и их версиях ОС Альт. Поэтому данный аспект не может быть оценен автоматически.

Анализ языковых пакетов дал подробный результат. Trivy обнаружил 43 уязвимости, а Gype – 45, многие уязвимые модули были найдены двумя сканерами, но есть и расхождения. Также назначенные оценки уязвимостей имеют расхождения в найденных уязвимых пакетах.

При сканировании лицензий таким инструментом как Trivy, было выявлено 116 лицензионных политик, проведена их классификация по системе Google, назначены уровни серьезности. Ключевой находкой является лицензия AGPL-3.0-only AND Apache-2.0, которая была оценена как CRITICAL, так как использование такого кода может повлечь юридические последствия, включая необходимость раскрытия исходного кода.

Для анализа конфигурации Trivy и Dockle менее эффективны, чем Dockle. При поиске секретов Trivy и Dockle не выявили конфиденциальной информации. В данном образе не произошло утечки чувствительных данных на этапе сборки. В области runtime-безопасности при срабатывании Dockle обнаружил файлы с установленными битами setgid. Наличие таких файлов в контейнере может привести к эскалации привилегий злоумышленником.

Анализ сканирования образа nginx (рисунок 2).

```
[root@podman ~]# python3 security_analyzer_py.py nginx

Начало сканирования контейнера: nginx
Сканирование контейнера: nginx
=====
Запуск Trivy...
  Trivy: завершено
Запуск Gype...
  Gype: завершено
Запуск Dockle...
  Dockle: завершено

Генерация отчета для nginx...

=====
СВОДНАЯ СТАТИСТИКА: NGINX
=====
Аспект безопасности | Trivy | Gype | Dockle
=====
Уязвимости ОС пакетов | - | - | -
Уязвимости языковых пакетов | 0 | 0 | -
Лицензии | 132 | - | -
Конфигурации | 0 | - | 5
Секреты | 0 | - | 0
Runtime безопасность | - | - | 1
=====

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА: NGINX
=====
АСПЕКТ БЕЗОПАСНОСТИ | TRIVY | GYPE | DOCKLE
=====
Уязвимости ОС пакетов | Дистрибутив не определён | Дистрибутив не определён | Не сканирует уязвимости ОС пакетов
| (ALT Linux) | (ALT Linux) |
| Уязвимости ОС пакетов | уязвимости ОС пакетов |
| не могут быть определены | не обнаруживаются |
=====
Уязвимости языковых пакетов | Уязвимости языковых пакетов не | Уязвимости языковых пакетов не | Не сканирует уязвимости языковых
| найдены | найдены | пакетов
=====
Лицензии | Всего лицензий: 132 | Не сканирует лицензии | Не сканирует лицензии
| alt-eroskevs- GPL-2.0-or-later | |
=====
```

Рисунок 2 – Результат сканирования nginx

При сканировании пакетов операционной системы также не удалось получить результатов, как и при сканировании Grafana, поэтому нельзя сделать выводы об их эффективности.

При проверке языковых пакетов оба сканера Trivy и Gype не выявили никаких проблем безопасности, что является ожидаемым исходом, так как nginx не содержит сложных языковых зависимостей.

Trivy в результате своей работы выявил 132 лицензионные политики. nginx распространяется под лицензией, которая позволяет свободно распространять, использовать программное обеспечение без обязательств по раскрытию исходного кода.

При сканировании конфигурации образа nginx Dockle выявил 5 нарушений безопасности. Сканирование секретов показало положительный результат. Оба сканера (Trivy и Dockle) не выявили конфиденциальных данных в образе nginx.

В области runtime-безопасности Dockle выявил наличие шести файлов с установленными битами setgid.

Конечным сканируемым образом является postgresql (рисунок 3).

```
[root@podman ~]# python3 security_analyzer_py.py postgresql

Начало сканирования контейнера: postgresql
Сканирование контейнера: postgresql
=====
Запуск Trivy...
  Trivy: завершено
Запуск Gype...
  Gype: завершено
Запуск Dockle...
  Dockle: завершено

Генерация отчета для postgresql...

=====
СВОДНАЯ СТАТИСТИКА: POSTGRESQL
=====
Аспект безопасности | Trivy | Gype | Dockle
-----|-----|-----|-----
Уязвимости OS пакетов | - | - | -
Уязвимости языковых пакетов | 0 | 0 | -
Лицензии | 178 | - | -
Конфигурации | 0 | - | 4
Секреты | 0 | - | 0
Runtime безопасность | - | - | 1
=====

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА: POSTGRESQL
=====
АСПЕКТ БЕЗОПАСНОСТИ | TRIVY | GYPE | DOCKLE
-----|-----|-----|-----
Уязвимости OS пакетов | Дистрибутив не определён | Дистрибутив не определён | Не сканирует уязвимости OS пакетов
| (ALT Linux) | (ALT Linux) |
| уязвимости OS пакетов | уязвимости OS пакетов |
| не могут быть определены | не обнаруживаются |
-----|-----|-----|-----
Уязвимости языковых пакетов | Уязвимости языковых пакетов не | Уязвимости языковых пакетов не | Не сканирует уязвимости языковых
| найдены | найдены | пакетов
-----|-----|-----|-----
Лицензии | Всего лицензий: 178 | Не сканирует лицензии | Не сканирует лицензии
```

Рисунок 3 – Результат сканирования postgresql

Trivy и Gype не смогли определить дистрибутив. Postgres - системный сервис, не содержащий обширного стека прикладных библиотек. Уязвимости языковых пакетов не были обнаружены ни одним из сканеров.

Trivy выявил 178 лицензионных политик. При анализе конфигурации Dockle также обнаружил неполную очистку кеша apt-get. Другие нарушения представляют стандартные, но важные рекомендации по повышению надежности контейнера. При анализе runtime-безопасности Dockle выявил восемь файлов с битами setgid.

Анализ результатов сканирования

Главной проблемой является отсутствие вывода результатов сканирования пакетов операционной системы. Данный результат демонстрирует ограниченность глобальных сканеров, поскольку ОС Альт не входит в число дистрибутивов, чьи базы данных интегрированы в Trivy

и Gype. Для полноценного анализа пакетов операционной системы необходим ручной аудит.

При анализе языковых пакетов были выявлены расхождения в результатах сканеров Trivy и Gype. Это демонстрирует, что даже глобальные сканеры, опирающиеся на схожие и, возможно, разные версии или источники баз данных, могут давать не совсем точные результаты.

Trivy способствовал аудиту лицензионных соглашений. Но выявление строгих лицензий дает право оценить лишь юридические риски, и не несет свой вклад в общую оценку безопасности сканируемого образа.

При анализе результатов, полученных при сканировании конфигураций, можно сделать вывод, что сканеры, опирающиеся на специализированные документы, способны находить больше нарушений в конфигурациях. Dockle, основываясь на авторитетном стандарте CIS Benchmark, хотя и выявил несоблюдения правил безопасности, но для уменьшения ложноположительных срабатываний необходимо было проанализировать контекст. Dockle, будучи настроенным на стандартное поведение Debian/Ubuntu-based систем, где кеши хранятся преимущественно в /var/lib/apt/lists, отмечает это как нарушение. В ОС Альт кеш хранится в каталоге /var/cache/apt/archives/ и очистка производится от файлов с расширением .rpm. Это представляет собой пример ложноположительного срабатывания при использовании инструмента, не знающего особенностей поведения отечественного дистрибутива. Trivy в данной области вообще не обнаружил никаких нарушений конфигурации.

В области runtime-безопасности Dockle обнаружил файлы с битами setgid. Хотя наличие таких файлов теоретически увеличивает возможность эскалации привилегий внутри контейнера, но все контейнеры будут запускаться в rootless-режиме podman. Это означает, что даже если процесс внутри контейнера получит права пользователя root, эти права будут ограничены изолированным пользовательским пространством имен и не дадут контроля над хост-системой.

ВЫВОД

Практическая ценность исследования заключается в том, что стало возможным реализовать и протестировать ключевые принципы разработанного метода тестирования на конкретном испытательном стенде. Успешная настройка `podman` в `rootless`-режиме обеспечивает базовый уровень изоляции и позволяет создать контекст, который имеет значение для правильной интерпретации полученных результатов.

Анализ безопасности показывает, что каждый инструмент вносит свой уникальный вклад в тестирование безопасности, поэтому разработан метод совместного использования.

Наиболее важным практическим результатом этой работы является четкое определение границ применимости и выявление системных ограничений глобальных инструментов в отечественной среде. Этот вывод позволяет нам перейти от автоматизированного сканирования к ручному мониторингу и анализу обновлений поставщиков.

Таким образом, проделанная работа подтверждает, что для создания безопасной контейнерной среды необходимо перейти от использования одиночного запуска тестирования конкретного сканера к осознанному процессно-ориентированному подходу. Даже при замене конкретной утилиты логика подготовки для тестирования, сравнительного анализа и оценки остается прежней.

Список литературы

1. `anchore/grype`: A vulnerability scanner for container images and filesystems - [Электронный ресурс] – URL: <https://github.com/anchore/grype> (дата обращения: 12.10.2025).

2. `goodwithtech/dockle`: Container Image Linter for Security, Helping build the Best-Practice Docker Image, Easy to start - [Электронный ресурс] – URL: <https://github.com/goodwithtech/dockle> (дата обращения: 12.10.2025).

3. `Trivy` - [Электронный ресурс] – URL: <https://trivy.dev/> (дата обращения: 12.10.2025).

4. Операционная система Linux: Курс лекций. Учебное пособие / Г. В. Курячий, К. А. Маслинский — М. : ALT Linux; Издательство ДМК Пресс, 2010. — 348 с. : ил. ; 2-е изд., исправленное.— (Библиотека ALT Linux).

5. Райс, Лиз. Безопасность контейнеров. Фундаментальный подход к защите контейнеризированных приложений / Пер. с англ. И. Пальти. — СПб.: Питер, 2021. — 224 с.: ил. — (Серия «Бестселлеры O'Reilly»). ISBN 978-5-4461-1850-2.

УДК 669.162.26

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ МАЛОАКТИВНОЙ ЗОНЫ КОКСОВОЙ НАСАДКИ В ГОРНЕ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

Диментьев А.О., канд. техн. наук., доцент, доцент кафедры машиностроения и строительства Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им.

Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

dimentev@inbox.ru

Карпов А.В., канд. техн. наук., доцент кафедры металлургических технологий ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический

университет», г. Липецк, РФ

antonkrpv@rambler.ru

***Аннотация.** В статье предложена методика определения местоположения центральной малоактивной зоны в коксовой насадке (ЦМЗ) горна доменной печи, оборудованной двумя или тремя чугунными летками. Основой методики служат данные системы контроля уровня расплава по окружности горна, полученные в момент закрытия выпуска продуктов плавки. Предполагается, что ЦМЗ имеет круглое поперечное сечение, и её ось определяется как точка пересечения линий, соединяющих каждую летку с положением максимальной толщины слоя остаточного*

шлака, зафиксированного при выпуске через данную летку. Предложенный подход позволяет оценивать смещение ЦМЗ относительно центра горна и своевременно корректировать технологический режим работы печи для улучшения дренажных условий и повышения технико-экономических показателей работы доменной печи.

Ключевые слова: доменная печь, горн, центральная малоактивная зона, коксовая насадка, чугунная летка, тотерман.

DETERMINING THE LOCATION OF THE CENTRAL LOW-ACTIVITY COKE NODE IN THE BOTTOM OF A BLAST FURNACE

Dimentev A.O., Cand. Sc. (Technical), Docent, Associate Professor at the Mechanical Engineering and Construction Department Severodonetsk technological institute of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Luhansk Vladimir Dal State University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation

dimentev@inbox.ru

Karpov A.V., Cand. Sc. (Technical), Associate Professor at the Department of Metallurgical Technologies, Lipetsk state technical university, Lipetsk, Russian Federation

antonkrpv@rambler.ru

Abstract. *The paper proposes a methodology for determining the location of the central low-activity zone within the coke bed (CLA) of a blast furnace hearth equipped with two or three tap holes. The method is based on data from a hearth monitoring system that measures the melt level around the hearth circumference at the moment of tap hole closure. It is assumed that the CLA zone has a circular cross-section, and its axis is identified as the intersection point of lines connecting each tap hole to the position of maximum layer residual slag thickness recorded during tapping through that particular hole. The proposed approach enables assessment of the CLA zone displacement relative to the hearth center and facilitates timely adjustments to the furnace operating regime to*

improve drainage conditions and enhance the techno-economic performance of the blast furnace.

Keywords: *blast furnace, hearth, central low-activity zone, coke bed, tap hole, deadman.*

Технико-экономические показатели выплавки чугуна в современной доменной печи в определенной степени зависят от дренажных условий в коксовой насадке, расположенной в горне металлургического агрегата ниже оси воздушных фурм. Ориентировочно в районе ее осевой части может образовываться центральная малоактивная зона (ЦМЗ), так называемый «тотерман», местоположение и размер которой в значительной мере влияют на движение потока шлака по направлению к чугунной летке в период выпуска продуктов плавки.

В следствии, появления ЦМЗ в горне доменной печи, увеличится количество шлака остающегося в металлургическом агрегате в момент закрытия выпуска продуктов плавки, особенно с противоположной стороны от чугунной летки.

Определение размеров, формы и местоположения ЦМЗ [1-3] для оценки ее влияния на работу металлургического агрегата наталкивались на следующие препятствия: отсутствие данных о пористости коксовой насадки и распределения поля температур по объему горна, проблемы связанные с оценкой физических и химических свойств жидкого шлака.

Благодаря системе контроля уровня расплава по окружности горна доменной печи [4], появилась возможность на основании анализа характера распределения шлака в моменты открытия и закрытия чугунной летки определить местоположение ЦМЗ по горизонтальному сечению металлоприемника на металлургических агрегатах с двумя или тремя летками.

В момент закрытия чугунной летки, поверхность слоя остаточных продуктов плавки в горне доменной печи имеет сложную форму (рис. 1). При этом в металлургическом агрегате остается существенный объем жидкого шлака, который может составлять от 50 до 80 % от общего

количества, накопленного до открытия летки. В тоже время доля остаточного чугуна в среднем составляет порядка 10 % [5].

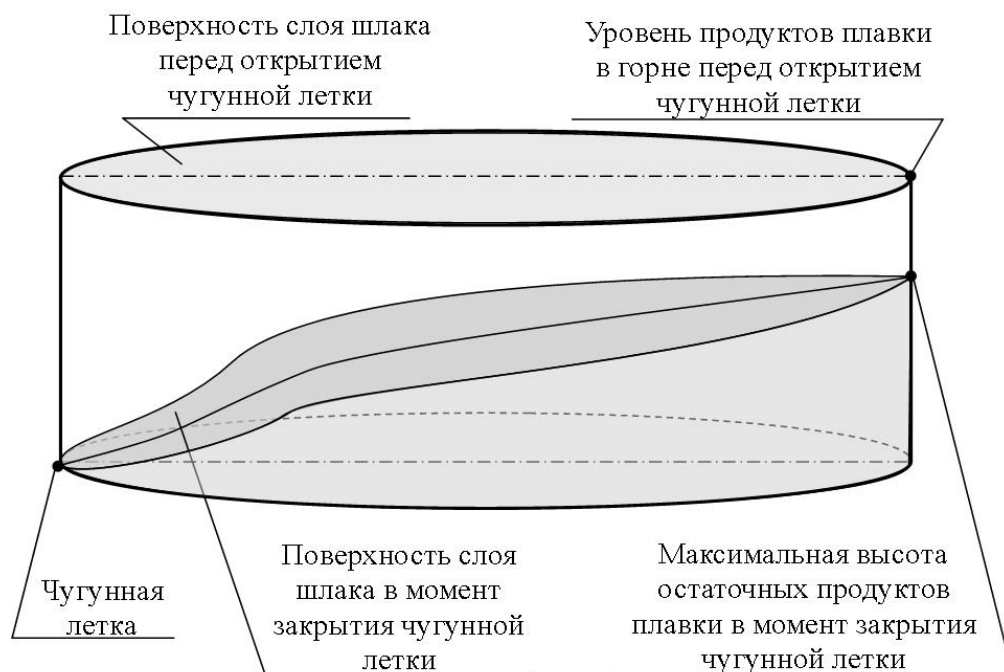
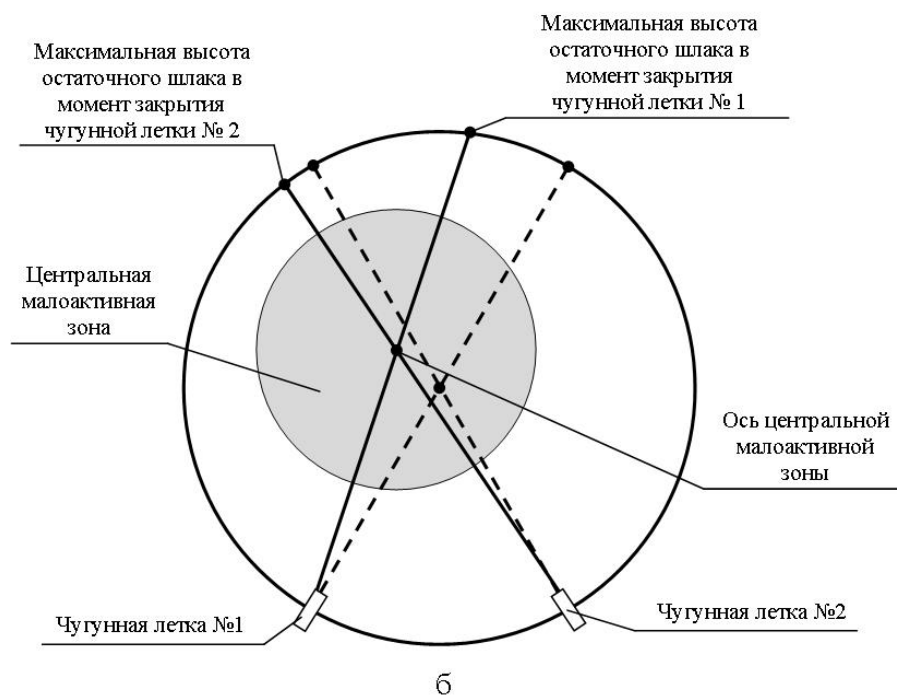
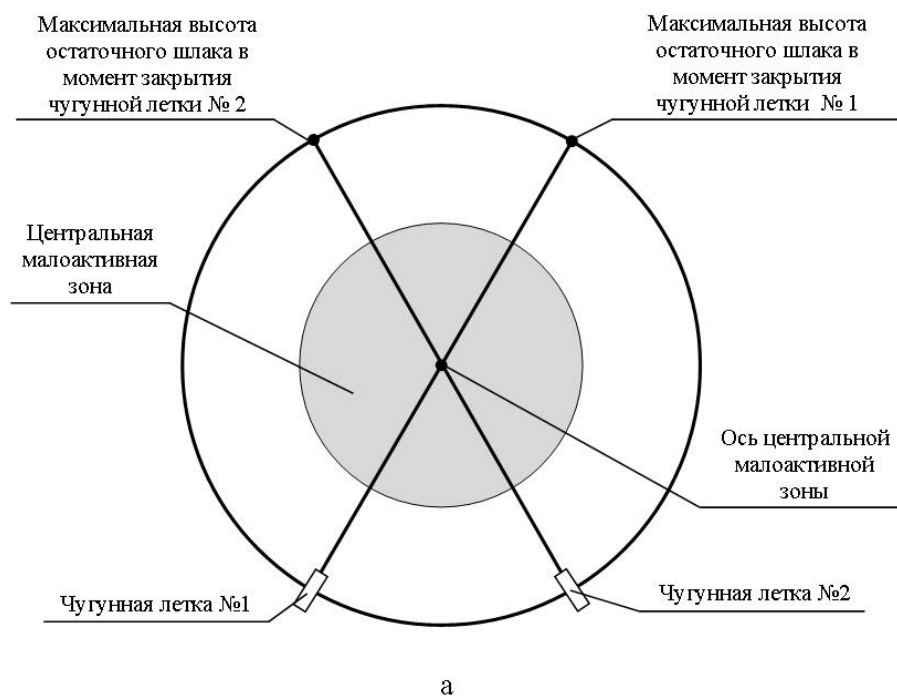


Рисунок 1 – Схематичное расположение слоя жидких продуктов плавки в горне доменной печи в момент открытия и закрытия чугунной летки

Обычно, при нормальной работе доменной печи в двумя или тремя чугунными летками, максимальная толщина слоя остаточного жидкого шлака в горне расположена напротив летки, через которую производился выпуск продуктов плавки. Однако, образование ЦМЗ влечет за собой изменение поверхности слоя остаточного расплава в печи, поскольку в этом случае жидкий шлак в период выпуска вынужден перетекать через коксовую насадку, расположенную вне малоактивной зоны.

В связи с этим опираясь на данные системы контроля работы горна об уровнях слоя остаточного шлака, полученных в момент закрытия выпуска продуктов плавки с двух разных чугунных леток, можно ориентировочно определить местоположение ее центра ЦМЗ по горизонтальному сечению металлоприемника доменной печи, если принять, что малоактивная зона в поперечном разрезе имеет форму круга.



а — ось ЦМЗ расположена в центре горна; б — ось ЦМЗ смещена относительно центра горна

Рисунок 2 – Местоположение центральной малоактивной зоны в горне доменной печи, вид сверху

Таким образом, ось ЦМЗ будет расположена в точке пересечения линий, соединяющих чугунные летки с местоположением по окружности горна максимальной высоты остаточного шлака, полученных на соответствующих выпусках продуктов плавки. В случае если указанные высоты по отношению к леткам будут находиться на диаметрально противоположной стороне доменной печи, то оси малоактивной зоны и металлоприемника по горизонтальному сечению совпадут (рис. 2, а), а в противном случае — нет, пример (рис. 2,б).

Выводы:

1. На основании данных системы контроля работы горна предложена методика определения местоположения центральной малоактивной зоны коксовой насадки в нижней части доменной печи, оборудованной двумя или тремя чугунными летками, которая позволяет установить положение оси «тотермана» в горизонтальном сечении металлоприемника, в случае если малоактивная зона имеет круглое поперечное сечение.

2. Мониторинг изменения местоположения центральной малоактивной зоны коксовой насадки в доменной печи позволит своевременно предпринять технологические меры по уменьшению степени загромождения горна, что в результате положительно отразится на технико-экономических показателях работы металлургического агрегата.

3. В дальнейшем планируется усовершенствовать предложенную методику путем изучения влияния формы центральной малоактивной зоны коксовой насадки на уровень остаточного шлака в момент закрытия чугунной летки.

Список литературы

1. **Nogro, P.** Characterization of the permeability of the blast furnace lower pert / P. Nogro, C. Petit, A. Urvoy, D. Sert, H. Pierret // Rev. met. — 2001. — №6. — С. 521–531.

2. **Zaimisami, A.** Sophisticated multi-phase multi-flow modeling of the blast furnace / A. Zaïmi Sami, T. Akiyama, J. Guillot, J. Yagi // ISIJ Int. — 2000. — №4. — С. 322–331.

3. Freuer, A. Computation of the iron flow in the hearth of a blast furnace / A. Freuer, J. Winter, H. Hiebler // Steel Res. — 1992. — №4. — С. 139–146.

4. Новохатский, А. М. Система контроля работы горна доменной печи / А.М. Новохатский, Г.Д. Михайлюк // — Сборник научных трудов ДонГТУ. — Алчевск, 2003. — Вып. 17 — С. 276–282.

5. Маханек, Н. Г. К вопросу выпуска чугуна из доменной печи / Н.Г. Маханек, Л.М. Костырев, Л.Я. Шпарбер // Изв. ВУЗов. Черная металлургия. — 1974. — №10. — С. 23–27.

UDC 338.26:502.131.1

GREEN ECONOMY DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION IN KAZAKHSTAN

Scientific Supervisor: **Magzumova L.K.**, Master of Economics

Ergazin A., student, **Bitai S.**, student:

K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business

Astana, Republic of Kazakhstan

lazmag79@mail.ru

Annotation. *This article examines the development and implementation of the green economy in Kazakhstan in the context of global environmental challenges. The study analyzes key directions of the national green economy policy, including the expansion of renewable energy sources, improvement of energy efficiency, and the use of green financial instruments. Statistical data for 2023–2024 demonstrate positive dynamics in renewable energy development and job creation. The paper identifies existing challenges and outlines recommendations for strengthening sustainable development in Kazakhstan.*

Key words: *green economy, sustainable development, renewable energy, energy efficiency, green finance, Kazakhstan.*

РАЗВИТИЕ «ЗЕЛЕННОЙ ЭКОНОМИКИ» И РЕАЛИЗАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

Научный руководитель: **Магзумова Л. К.**, магистр экономики
Ергазин А., студент, **Битай С.**, студент
Казахский университет технологии и бизнеса имени К.Кулажанова
г. Астана, Республика Казахстан
lazmag79@mail.ru

***Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы развития и внедрения зеленой экономики в Казахстане в условиях глобальных экологических вызовов. Проанализированы ключевые направления государственной политики в сфере зеленой экономики, включая развитие возобновляемых источников энергии, повышение энергоэффективности и использование зеленых финансовых инструментов. Статистические данные за 2023–2024 годы свидетельствуют о положительной динамике в сфере возобновляемой энергетики и создании новых рабочих мест. Выявлены основные проблемы и предложены рекомендации по укреплению устойчивого развития Казахстана.*

***Ключевые слова:** зеленая экономика, устойчивое развитие, возобновляемая энергетика, энергоэффективность, зеленое финансирование, Казахстан.*

Introduction

In the context of global economic development, environmental degradation, climate change, and the depletion of natural resources have become critical challenges of the twenty-first century. These issues necessitate the adoption of new economic models that balance economic growth with environmental protection. One of the most effective responses to these challenges is the transition to a green economy [1].

A green economy is an economic system aimed at improving the quality of life and social well-being through the efficient use of natural resources while

minimizing environmental damage. This model emphasizes energy efficiency, the expansion of renewable energy sources, waste recycling, and the development of environmentally friendly production and transport infrastructure. As a result, the green economy has become a central economic and environmental paradigm of sustainable development.

Kazakhstan began actively implementing green economy policies following the adoption of the *Concept for Transition to a Green Economy* in 2013. This strategic document established long-term objectives, including increasing the share of renewable energy sources to 50 percent in the national energy consumption structure by 2050. Since then, numerous projects aimed at environmental protection and sustainable development have been implemented across the country [2].

According to official statistics, the share of renewable energy in Kazakhstan reached 5.8 percent in 2023 and increased to 6.43 percent in 2024. This growth reflects the effectiveness of national energy policies and the positive impact of introducing modern technologies. In addition, in 2023, 146 renewable energy facilities were operating in Kazakhstan, with a total installed capacity exceeding 1,300 megawatts.

Key indicators of green economy development over the last two years are presented in Table 1.

Table 1 – Key indicators of green economy development in Kazakhstan

Year	Share of renewable energy (%)	Waste recycling (%)	Energy efficiency growth (%)
2023	5.8	22	3.2
2024	6.43	25	3.9
<i>Note: compiled by the author on the basis of [2] references</i>			

The structure of renewable energy sources is shown in Table 2.

Table 2 – Structure of renewable energy sources

Energy source	2023 (%)	2024 (%)
Wind energy	50	52
Solar energy	45	42
Other sources	5	6
<i>Note: compiled by the author on the basis of [2] references</i>		

The development of the green economy also produces significant social effects. The expansion of renewable energy projects contributes to job creation and regional development. In 2024, approximately 10,000 new jobs were created in Kazakhstan as a result of renewable energy initiatives. Moreover, public environmental awareness and responsibility continue to increase.

Green technologies are increasingly being applied in agriculture. Organic farming, drip irrigation, soil fertility preservation, and biofield systems support sustainable rural development and improve agricultural productivity. These measures also contribute to enhancing the export potential of the agricultural sector.

In recent years, Kazakhstan has paid particular attention to financing green economy and environmental projects. Interest in green financial instruments has increased, and their role in national investment policy has strengthened. In 2023, the Kazakhstan Stock Exchange issued its first green bonds totaling 2.5 billion tenge. This initiative expanded funding opportunities for environmental projects and attracted investors interested in environmental responsibility.

Funds raised through green bonds were directed toward the development of clean technologies, waste recycling, energy efficiency improvement, and green infrastructure. This experience marked the initial stage of green finance market development in Kazakhstan, and further growth in its scale and volume is expected. Such measures form an integral part of the national strategy for ensuring environmental sustainability.

Despite positive progress, several challenges continue to hinder the transition to a green economy. These include insufficient infrastructure, outdated energy systems, and the high cost of introducing new technologies. In addition,

the level of environmental awareness and responsibility among the population remains relatively low, limiting public engagement in sustainable practices.

Conclusion and Recommendations. The green economy reflects the responsibility of society toward future generations and serves as an effective tool not only for environmental protection but also for ensuring long-term economic and social stability. The data for 2023–2024 demonstrate that Kazakhstan has achieved tangible results in green development.

To sustain and strengthen this positive trend, it is recommended to continue investing in renewable energy, modernize energy infrastructure, expand green finance mechanisms, and enhance environmental education and awareness. These measures will support Kazakhstan's progress toward achieving its sustainable development goals.

References

1. Concept for Transition to a Green Economy. Republic of Kazakhstan, 2013.
2. UNDP Kazakhstan. Transition to Renewable Energy Sources, 2024.
3. UNEP. *Green Economy: Pathways to Sustainable Development*, 2024.
4. *The Astana Times*. Renewables in Kazakhstan, February 2024.

**РАЗРАБОТКА ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО
ПРОГРАММНОГО РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ СВЕРТОЧНЫХ
НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
ДИАГНОСТИКИ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА ПО ДАННЫМ
МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ**

Жданов А.С., студент, Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ,
г. Казань, РФ
cazhdanov@mail.ru

***Аннотация.** Представлена разработка объектно-ориентированного программного решения, предназначенного для поддержки ранней диагностики болезни Альцгеймера на основе анализа данных магнитно-резонансной томографии с применением методов искусственного интеллекта. В основе системы лежит сверточная нейронная сеть, обученная на датасете, обеспечивающая точность классификации до 93,7 %. Архитектура приложения построена в соответствии с принципами модульности, масштабируемости и воспроизводимости: выделены независимые компоненты для управления пользовательским интерфейсом, хранения данных, предобработки изображений и выполнения инференса нейросетевой модели. Особое внимание уделено метрологическому Обеспечению: все входные изображения проходят стандартизированную предобработку, а модель валидируется на независимой тестовой выборке. Предложенное решение демонстрирует высокий потенциал для интеграции ИИ-инструментов в клиническую практику, позволяя ускорить скрининг нейродегенеративных заболеваний и снизить нагрузку на медицинский персонал.*

***Ключевые слова:** болезнь Альцгеймера, искусственный интеллект, сверточная нейронная сеть, компьютерное зрение, диагностика по медицинским изображениям.*

DEVELOPMENT OF AN OBJECT-ORIENTED SOFTWARE SOLUTION BASED ON CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS FOR AUTOMATED DIAGNOSIS OF ALZHEIMER'S DISEASE USING MAGNETIC RESONANCE IMAGING DATA

Zhdanov A.S., student,

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI,
Kazan, Russian Federation

cazhdanov@mail.ru

Abstract. *This paper presents the development of an object-oriented software solution designed to support early diagnosis of Alzheimer's disease based on the analysis of magnetic resonance imaging (MRI) data using artificial intelligence methods. The system is built around a convolutional neural network trained on a publicly available dataset, achieving a classification accuracy of up to 93.7 %. The application architecture adheres to the principles of modularity, scalability, and reproducibility, with clearly separated components for user interface management, data storage, image preprocessing, and neural network inference. Special attention is paid to metrological assurance: all input images undergo standardized preprocessing, and the model is validated on an independent test set. The proposed solution demonstrates high potential for integrating AI tools into clinical practice, enabling faster screening of neurodegenerative disorders and reducing the workload on medical personnel.*

Keywords: *Alzheimer's disease, artificial intelligence, convolutional neural network, computer vision, medical image diagnosis.*

Введение

Болезнь Альцгеймера — наиболее распространённая форма нейродегенеративной деменции, характеризующаяся прогрессирующим снижением когнитивных функций, нарушением памяти, ориентации и поведения. По данным Всемирной организации здравоохранения, болезнь Альцгеймера сегодня затрагивает более 57 миллионов человек в мире, из которых более 60 % проживают в странах с низким и средним уровнем дохода [1]. Число пациентов постоянно растёт, что обусловлено старением

населения: каждый год регистрируется около 10 млн новых случаев деменции.

Традиционные методы диагностики БА включают клиническое обследование, нейропсихологическое тестирование и нейровизуализацию. Среди последних особое место занимает магнитно-резонансная томография (МРТ), позволяющая выявлять структурные изменения головного мозга, характерные для болезни — в первую очередь атрофию гиппокампа и энторинальной коры. Однако интерпретация МРТ-снимков требует высокой квалификации радиолога и значительных временных затрат, что ограничивает доступность своевременной диагностики, особенно в условиях перегруженных медицинских учреждений.

В последние годы методы искусственного интеллекта, в частности сверточные нейронные сети, продемонстрировали высокую эффективность в анализе медицинских изображений, включая автоматическое выявление признаков нейродегенеративных заболеваний [2, 3]. Такие системы способны не только ускорить процесс скрининга, но и повысить объективность диагностики за счёт количественного анализа паттернов, не всегда заметных человеческому глазу.

В настоящей работе представлена разработка объектно-ориентированного программного решения на основе сверточной нейронной сети для автоматизированной классификации стадий болезни Альцгеймера по двумерным МРТ-снимкам. Решение реализовано с учётом принципов модульности, воспроизводимости и метрологической достоверности, включает компоненты предобработки данных, инференса модели и хранения результатов, а также интуитивный пользовательский интерфейс. Целью исследования является создание инструмента, способного поддержать клиническое принятие решений и повысить доступность ранней диагностики нейродегенеративных расстройств.

Материалы и методы

Для решения задачи автоматизированной диагностики болезни Альцгеймера использован открытый датасет «Augmented Alzheimer MRI Dataset» (Kaggle) [4], содержащий 33984 изображения МРТ головного мозга, размеченные по четырём классам: «Non Demented», «Very Mild

Demented», «Mild Demented» и «Moderate Demented». Датасет был загружен и обработан с помощью библиотеки `kagglehub`, что обеспечило воспроизводимость эксперимента. Изображения были распределены по выборкам: 70 % — для обучения, 15 % — для валидации и 15 % — для тестирования, что позволило объективно оценить производительность модели.

В качестве основы для анализа изображений была выбрана свёрточная нейронная сеть, реализованная с использованием фреймворка TensorFlow/Keras. Архитектура модели представляет собой последовательную структуру, включающую несколько свёрточных слоёв с нормализацией по пакету (BatchNormalization), операциями пулинга (MaxPooling2D) и полносвязными слоями с регуляризацией Dropout (0.5). Входное изображение преобразуется в размер 244×244 пикселей в RGB-формате с применением предобработки, соответствующей модели MobileNetV2, что улучшает сходимость обучения. Выходной слой содержит 4 нейрона с функцией активации softmax, соответствующие четырём классам диагноза. Подробная архитектура модели изображена на рисунке 1.

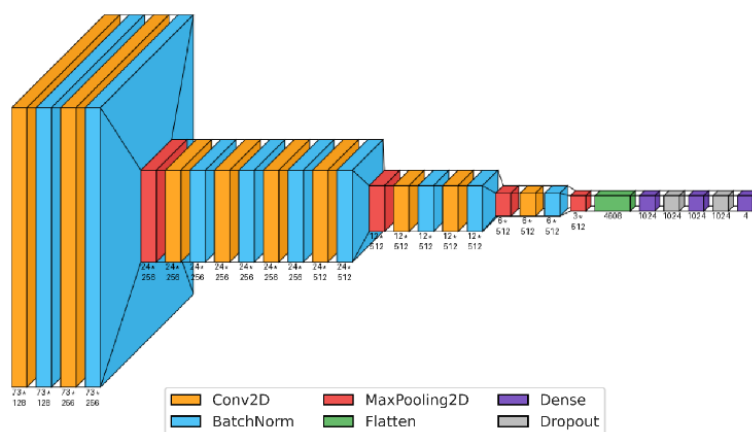
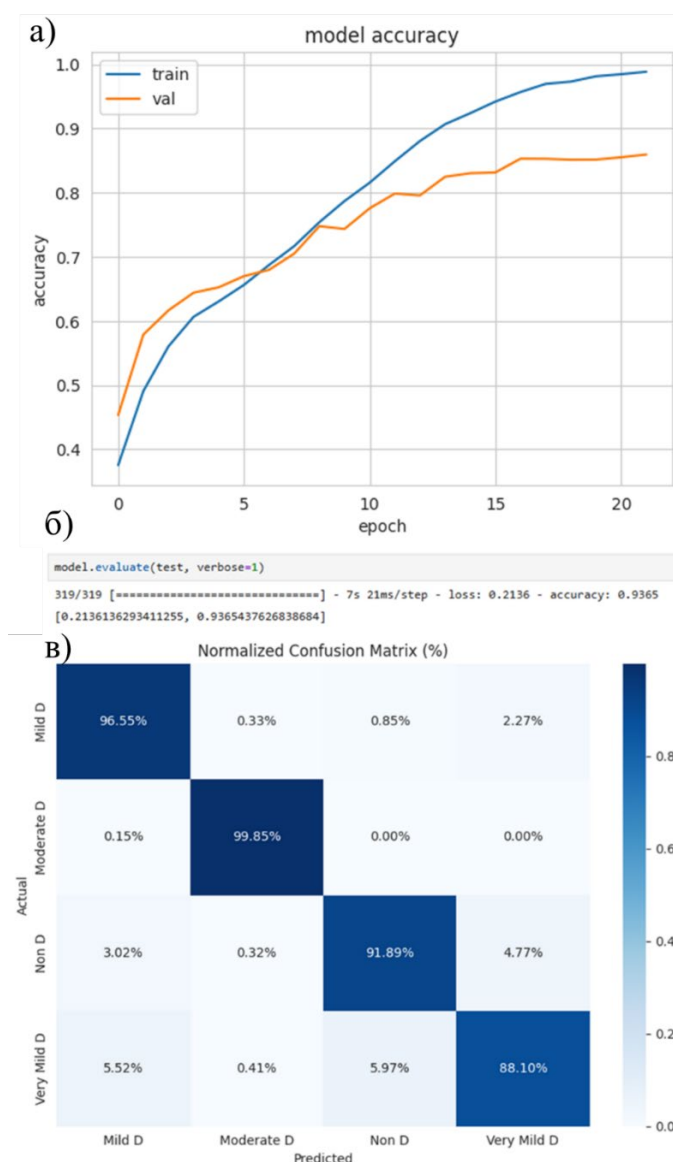


Рисунок 1 – Архитектура сверточной нейронной сети

Обучение модели проводилось в течение 22 эпох с оптимизатором SGD (learning_rate = 0.001) и функцией потерь categorical_crossentropy. Для контроля качества обучения использовались кривые точности (accuracy) на обучающей и валидационной выборках, которые показали устойчивый рост без признаков переобучения. После завершения обучения модель была

протестирована на независимой тестовой выборке, состоящей из 10196 изображений. Полученная точность составила 93,6 %. Модель сохранена в файле `Alzheimer\_MRI\_93\_pers.h5` для дальнейшего использования в программном решении. Результаты обучения модели и точность её работы на тестовых данных представлены на рисунке 2.



а) динамика изменения точности обучения модели при увеличении эпох (train-кривая с обучением, val – кривая с валидацией)

б) точность работы модели на тестовых данных – 93.65%

в) матрица ошибок классификации

Рисунок 2 – Результаты обучения модели

Особое внимание уделено метрологическому обеспечению: все входные данные проходят стандартизированную предобработку, а модель

валидируется на независимой тестовой выборке. Это позволяет гарантировать достоверность и воспроизводимость результатов при интеграции в клиническую практику.

Архитектура программного решения

Программное решение разработано в соответствии с принципами объектно-ориентированного проектирования: инкапсуляция, модульность и масштабируемость. Такой подход позволяет выделить независимые функциональные компоненты, упрощает сопровождение кода и обеспечивает возможность дальнейшего расширения функционала без переработки всей системы.

Основу пользовательского интерфейса составляет кроссплатформенный фреймворк Flet, который обеспечивает единый интерфейс для настольных и веб-платформ. Интерфейс реализует интуитивно понятную навигацию: пользователь может загрузить MPT-изображение (в форматах JPG, JPEG, PNG), получить результат диагностики с указанием уровня уверенности модели и визуально сравнить входное изображение с предсказанием. Все элементы интерфейса динамически обновляются без перезагрузки страницы, что повышает удобство взаимодействия.

Для хранения данных используется локальная реляционная база данных SQLite, в которой организованы таблицы для хранения учётных записей пользователей, сессий, загруженных изображений и результатов анализа. Это позволяет вести историю диагностики для каждого пользователя и обеспечивает воспроизводимость результатов.

Компонент искусственного интеллекта реализован в виде отдельного программного модуля, ответственного за загрузку предобученной модели в формате .h5 и выполнение предсказаний. Модель, построенная на базе TensorFlow/Keras, принимает на вход изображение размером 224×224 пикселей в RGB-пространстве. Перед подачей в нейросеть изображение проходит стандартизированную предобработку с использованием функции `preprocess_input` из библиотеки `tensorflow.keras.applications.mobilenet_v2`, что обеспечивает согласованность с этапом обучения. Результат классификации возвращается в виде текстовой метки одного из четырёх

классов: «Non Demented», «Very Mild Demented», «Mild Demented», «Moderate Demented» — с указанием степени уверенности модели.

Взаимодействие модулей происходит последовательно: пользовательский интерфейс инициирует выбор файла → компонент обработки изображений преобразует его в формат, совместимый с моделью → нейросеть выполняет инференс → результат возвращается в интерфейс и сохраняется в базу данных. Такая архитектура обеспечивает чёткое разделение ответственности, упрощает тестирование отдельных компонентов и позволяет при необходимости заменить, например, базу данных или модель ИИ без вмешательства в логику интерфейса. Архитектура программного решения представлена на рисунке 3.

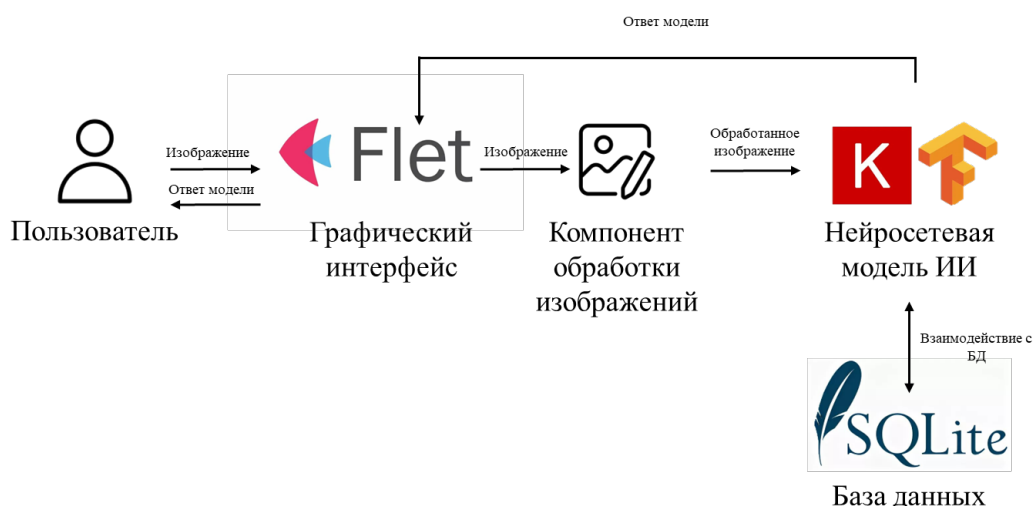


Рисунок 3 – Архитектура программного решения

Результаты и обсуждение

Разработанное программное решение демонстрирует корректную работу на всех этапах диагностического цикла. Интерфейс приложения обеспечивает чёткую визуальную обратную связь: при успешной загрузке отображается миниатюра изображения, а результат — в выделенном контейнере с нейтральным фоном. Внешний вид пользовательского интерфейса представлен на рисунке 4. В случае ошибки (например, некорректный формат файла) пользователь получает понятное текстовое уведомление. Хотя в демонстрационной версии компонент аутентификации отключён для упрощения тестирования, архитектура предусматривает

полную поддержку регистрации, входа и ведения персональной истории диагностики.

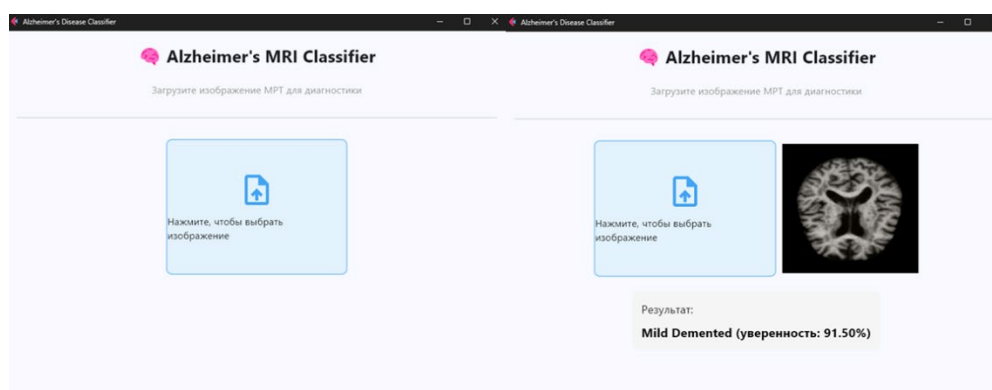


Рисунок 4 – Вид пользовательского интерфейса

В то же время следует признать и ограничения текущей реализации. Во-первых, модель обучена на 2D-снимках, что не учитывает трёхмерную структуру мозга и может снижать диагностическую чувствительность по сравнению с 3D-анализом. Во-вторых, отсутствует модуль качественного контроля входных данных: приложение не проверяет наличие артефактов, неправильную ориентацию среза или низкое разрешение, что может привести к ошибочным предсказаниям. Наконец, точность 93,6 % хотя и сопоставима с лучшими работами в области [3, 5], всё ещё недостаточна для автономного клинического использования — система предназначена исключительно как инструмент предварительного скрининга, требующий подтверждения специалистом.

Заключение

В работе успешно реализовано объектно-ориентированное программное решение для автоматизированной диагностики болезни Альцгеймера по 2D-снимкам МРТ. Разработанная система на основе сверточной нейронной сети обеспечивает точность классификации до 93,6 %, демонстрируя высокую эффективность в условиях ограниченных вычислительных ресурсов. Архитектура приложения, построенная по принципам модульности и масштабируемости, включает компоненты для обработки изображений, выполнения инференса, хранения данных и взаимодействия с пользователем, что обеспечивает воспроизводимость и

простоту интеграции в клиническую практику. Предложенное решение направлено на снижение временных затрат при первичном скрининге, повышая тем самым доступность ранней диагностики нейродегенеративных расстройств — особенно в условиях перегруженных медицинских учреждений.

Список литературы

1. Alzheimer's Association report. 2023 Alzheimer's Disease Facts and Figures. *Alzheimer's & Dementia*. 2023. Vol. 19, No. 4. P. 1598–1695. DOI: 10.1002/alz.13016. URL: <https://alz-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/alz.13016>.

2. Litjens G., Kooi T., Bejnordi B. E. et al. A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical Image Analysis*. 2017. Vol. 42. P. 60–88. DOI: 10.1016/j.media.2017.07.005. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1361841517301135?via%3Dihub>.

3. Esteva A., Robicquet A., Ramsundar B. et al. A guide to deep learning in healthcare. *Nature Medicine*. 2019. Vol.25. P. 24–29. DOI: 10.1038/s41591-018-0316-z. URL: <https://www.nature.com/articles/s41591-018-0316-z>.

4. Kaggle. Augmented Alzheimer MRI Dataset. Kaggle Dataset. URL: <https://www.kaggle.com/datasets/uraninjo/augmented-alzheimer-mri-dataset> (дата обращения: 15.12.2025).

5. Raza M. L., Hassan S. T., Jamil S. et al. Advancements in deep learning for early diagnosis of Alzheimer's disease using multimodal neuroimaging: challenges and future directions. *Frontiers in Neuroinformatics*. 2025. Vol. 19. Art.1557177. DOI: 10.3389/fninf.2025.1557177. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/neuroinformatics/articles/10.3389/fninf.2025.1557177/full>.

УДК 006.01; 681.51; 007.51

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИНТЕЗ РАСЧЁТНЫХ МЕТОДИК
ПРИМЕНительно К КВАЗИСУБЪЕКТАМ УПРАВЛЕНИЯ
«УМНЫМ ДОМОМ»**

Игнатов Е. А., аспирант

Московский политехнический университет,

г. Москва, Российская Федерация

ignatov-evgenij@yandex.ru

***Аннотация.** В работе обозначены 2 проблемы: субъектности автономных агентов и «чёрного ящика». Представлена структура информационной системы для автоматизированного синтеза расчётных методик. Отмечено, что методы построения и функционирования системы являются логическим развитием методологии «умных стандартов». Описан инструментарий, позволяющий пользователям задавать расчётные методики для их последующего использования в автоматических расчётах при изменении исходных данных системы.*

***Ключевые слова:** системы управления, автоматизация, киберфизические системы, умный дом, автономные агенты, квазисубъекты управления.*

**AUTOMATED SYNTHESIS OF CALCULATION METHODS APPLIED
TO QUASI-SUBJECTS OF SMART HOME CONTROL**

Ignatov E. A., postgraduate student

Moscow Polytechnic University, Moscow, Russian Federation

ignatov-evgenij@yandex.ru

***Abstract.** This paper addresses two issues: the subjectivity of autonomous agents and the "black box." The structure of an information system for the automated synthesis of calculation methods is presented. It is noted that the methods for constructing and operating the system are a logical development of*

the "smart standards" methodology. A toolkit is described that allows users to define calculation methods for their subsequent use in automatic calculations when the system's initial data changes.

Keywords: *control systems, automation, cyber-physical systems, smart home, autonomous agents, quasi-subjects of control.*

Нейросетевые технологии всё быстрее и глубже проникают в различные области жизнедеятельности человека, повышая актуальность вопросов о субъектности их решений, а также о понимании логики этих решений и меры ответственности за них.

Вопросы автономных агентов или квазисубъектов управления обсуждались в работе [1].

В таком бурно развивающемся направлении, как «умный дом» (далее УД), нейронные сети также нашли широкое применение. Программная часть автоматизированных систем УД, в последние годы, проявляет всё большую субъектность. Однако, на каких принципах строиться управление такими системами и как нам понять логику управленческих решений, применяемую ими?

Возникает парадоксальная ситуация: много лет разрабатывались стандарты, описывающие чёткие методики расчёта параметров различных систем, но воспринимать эти методики люди не могут. В наше время применение стохастических алгоритмов на базе нейронных сетей стало новой интеллектуальной модой. Как отмечено в исследовании [2]: «вера в существования компромисса между точностью и интерпретируемостью, заставила многих исследователей отказаться от попытки создать интерпретируемую модель».

Несмотря на то, что в области УД, на данный момент, нет «высоких ставок» за неверные решения, очевидно, что развитие данной области будет аккумулировать всё больше направлений и «ставки» будут расти. В скором времени квазисубъекты смогут оказывать существенное влияние на качество жизни и здоровья людей.

Целью данной исследовательской работы является: Разработка информационной системы (далее ИС), позволяющей пользователям непрограммистам задавать расчётные методики, применимые в качестве алгоритмов управления системами УД, а также отслеживать ход выполнения этих алгоритмов в человекочитаемой форме.

Для достижения данной цели требуется решение следующих задач:

- 1) разработка методов функционирования ИС для автоматизированного синтеза расчётных методик в области УД;
- 2) проектирование программной реализации ИС со специализированным интерфейсом, позволяющим пользователям непрограммистам задавать расчётные методики на привычном для них математическом языке.

Новизной работы является представление метода и ИС позволяющих пользователям непрограммистам задавать расчётные методики в человекочитаемой форме по принципу «умных стандартов».

В работе были применены такие общенаучные методы, как анализ и синтез. Кроме того, разработан метод представления алгоритмов расчёта в виде «Электронного интерактивного расчётного стандарта»;

Под автоматизированным синтезом в данном исследовании понимается процесс программно-реализованного преобразования расчётных методик, заданных пользователем непрограммистом посредством специализированного интерфейса, в формализованные, исполняемые модели, пригодные для автоматических расчетов. Такие модели могут быть применимы не только в УД, но и в любой другой области, требующей автоматизации расчётов.

Каждая функциональная система УД обладает своей расчётной методикой [3, 4]. Например, расчёт параметров микроклимата, освещения, индивидуальных параметров пользователей и т. д. У таких методик есть строго определённые входные и выходные переменные, а также алгоритмы расчёта (расчётные параметры), на основе которых производится преобразование входных переменных в выходные. Другими, словами, каждая функциональная система УД представляет собой множество:

$FSSH(t, x) = \{Id(t, x), Cp(t, x), Od(t, x)\}$, где $FSSH(t, x)$ - функциональная система УД; $Id(t, x)$ – множество исходных данных; $Cp(t, x)$ – множество расчётных параметров; $Od(t, x)$ – множество выходных данных. t – дискретный момент времени функционирования системы; x – площадь пространства функционирования системы.

Иллюстрация структуры обмена данными ИС, показана на рисунке 1.

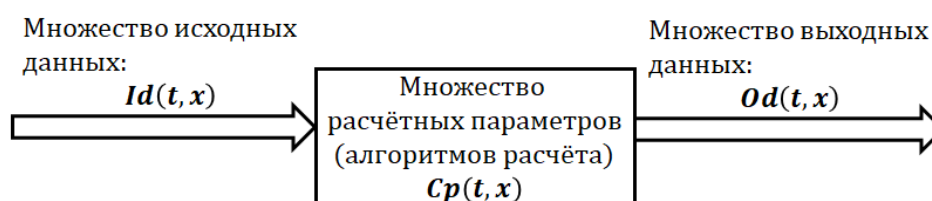


Рисунок 1 – Структура обмена данными ИС

Выходные переменные одной системы могут быть входными для другой. Таким образом, при объединении нескольких систем образуются системы более высокого иерархического порядка. Для адекватной работы этих систем, целесообразно организовывать их по модульному принципу. При такой организации, каждый модуль системы должен быть чётко описан, структурирован и утверждён в виде стандарта. Алгоритм функционирования каждого модуля должен быть определён, понятен и прослеживаем, в том числе, человеком, не обладающим навыками программирования. В такой системе не будет возникать проблем с отслеживанием логики принятия решений.

В качестве примера модульной организации ИС для управления УД можно привести расчёт метаболизма человека [3], в котором, в качестве исходных данных, служит тип действия человека - $Id(t, x) = \{TA\}$; в качестве расчётных параметров – алгоритм определения метаболизма - $Cp(t, x) = \{M\}$; в качестве выходных данных, также метаболизм - M . Далее, значение M , определённое в модуле расчёта метаболизма, выступает одним из исходных данных для расчёта параметров теплового комфорта, по методике из стандарта [4]. Здесь t_a - температура воздуха, ($^{\circ}\text{C}$); t_r - средняя

радиационная температура, ($^{\circ}\text{C}$); V_{ar} — скорость движения воздуха, (м/с); φ — относительная влажность воздуха, %; I_{cl} — теплоизоляция одежды, кло (clo); P_a — парциальное давление водяного пара в воздухе (Па); W — теплообмен в результате внешней работы (Вт/м^2); t_s — средняя температура кожи ($^{\circ}\text{C}$); f_{cl} — коэффициент площади одежды; t_{cl} — температура наружной поверхности одежды ($^{\circ}\text{C}$); E_d — теплообмен за счет диффузии паров воды через кожу (Вт/м^2); E_{sw} — теплообмен за счет испарения пота, (Вт/м^2); E_{RS} — теплообмен за счет разности давлений водяного пара вдыхаемого и выдыхаемого воздуха, (Вт/м^2); L — теплообмен за счет разности температур вдыхаемого и выдыхаемого воздуха, (Вт/м^2); C — конвекционный теплообмен (Вт/м^2); R — лучистый теплообмен, (Вт/м^2); PMV — прогнозируемая средняя оценка теплового комфорта.

Структурная схема модульного принципа работы системы для расчёта параметров УД показана на рисунке 2.

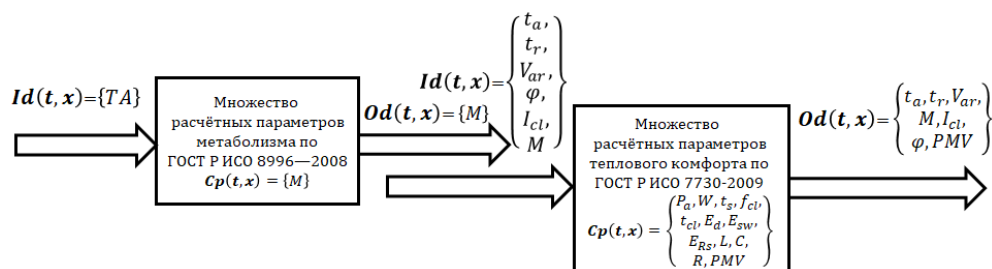


Рисунок 2 – Структурная схема модульного принципа работы системы

Для автоматизированного синтеза расчётных методик необходима ИС, структура которой представлена на рисунке 3.

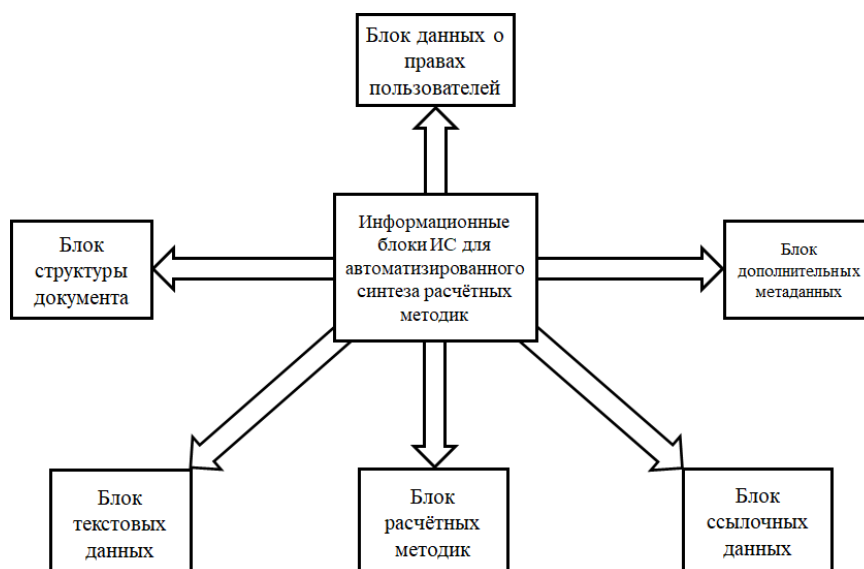


Рисунок 3 – Структура ИС для автоматизированного синтеза расчётных методик

Структура ИС разработана как продолжение концепции «Умных стандартов», основы которой изложены в стандартах [5, 6].

Ключевым информационным блоком ИС является блок расчётных методик, структура которого показана на рисунке 4.

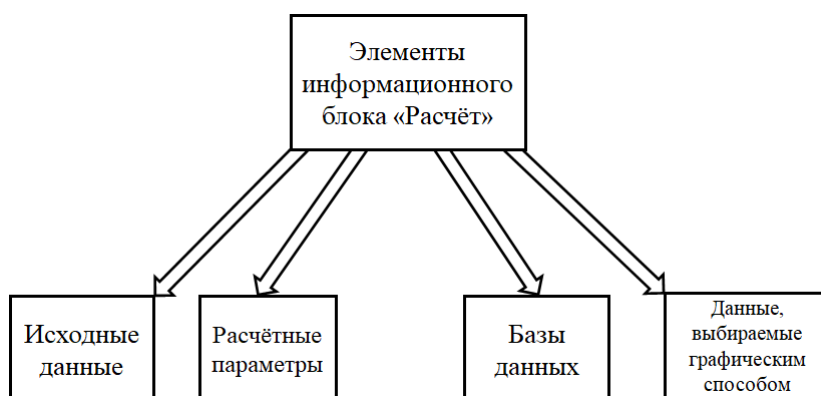


Рисунок 4 – Структура информационного блока «Расчёт»

Источником расчётных методик должны быть утверждённые на официальном уровне стандарты (ГОСТ, ОСТ, СНИП и т. д.).

Для реализации возможности проведения автоматизированных расчётов в ИС реализуется функционал задания широкого перечня математических операций, условной логики и циклических конструкций.

В представленной ИС пользователи разделены на 2 категории: разработчики и «потребители». В области УД, в роли «потребителей» могут выступать также и квазисубъекты управления системами УД.

Интерфейс разрабатываемой ИС представлен на рисунке 5.

СТРУКТУРА ДОКУМЕНТА

- Расчёт параметров микроклимата
 - Титульный лист
 - Страница 2
 - Исходные данные
 - Расчётные параметры
 - $P_a = 1491.6766$ Па
 - $W = 4.2222$ Вт/м²
 - $t_s = 33.8582$ °C

Таблица 1 — Исходные данные

	Наименование параметра	Обозн.	Значение	Ед. изм.
1	Температура воздуха	t_a	24	°C
2	Средняя радиационная температура	t_r	24	°C
3	Скорость движения воздуха	v_{ar}	0,1	м/с
4	Метаболическая теплопродукция	M	70	Вт/м²
5	Теплоизоляция одежды	I_{cl}	1	clo
6	Относительная влажность	φ	50	%

Таблица 2 — Расчётные формулы

Наименован	Обозн.	Расчётная формула	Результат	Ед. изм.
Парциальное давление водяного пара	P_a	$P_a = \exp \left(16.6536 - \frac{4030.183}{t_a + 235} \right) \cdot \varphi \cdot 1000$	1491.6766	Па
Теплообмен в результате внешней работы	W	$W = 0.2 \cdot M - \frac{88}{1.8}$	4.2222	Вт/м²
Средняя температура кожи	t_s	$t_s = 35.7 - 0.028 \cdot (M - W)$	33.8582	°C

Рисунок 5 – Интерфейс разрабатываемой ИС

В работе изложена концепция автоматизированного синтеза расчётных методик, применительно к автоматизированным системам управления УД. Предложенная концепция и её программная реализация могут также найти широкое применение в автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства, образовании, системах удалённого мониторинга и управления здоровьем, а также других направлениях.

В данной работе поставлен вопрос границ применения нейросетевых технологий и прослеживаемости логики принятия решений квазисубъектами управления применительно к системам УД. В качестве ответа на данный вопрос, предложены метод и ИС, позволяющие сделать алгоритмы управления человекочитаемыми, не снижая возможности осуществления их машиночитаемости.

Список литературы

1. Леденева, Т. М. Многоагентные системы: модели агентов и постановки задач, обеспечивающие их характерные свойства (часть 1) / Т. М. Леденева, М. А. Принев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2024. – № 3. – С. 50-73. – DOI 10.17308/sait/1995-5499/2024/3/50-73. – EDN GHJMUH.

2. Rudin, C. Stop Explaining Black Box Machine Learning Models for High Stakes Decisions and Use Interpretable Models Instead. Nat Mach Intell. 2019 May;1(5):206-215. doi: 10.1038/s42256-019-0048-x. Epub 2019 May 13. PMID: 35603010; PMCID: PMC9122117.

3. ГОСТ Р ИСО 8996—2008. Эргономика термальной среды. Определение скорости обмена веществ // М.: Стандартиформ. 2009.

4. ГОСТ Р ИСО 7730-2009. Эргономика термальной среды. Аналитическое определение и интерпретация комфортности теплового режима с использованием расчета показателей PMV и PPD и критериев локального теплового комфорта // М.: Стандартиформ. 2011.

5. ПНСТ 864-2023. Умные (Smart) стандарты. Общие положения // М.: Российский институт стандартизации. 2023.

6. ПНСТ 1016-2025. Умные (Smart) стандарты. Архитектура и форматы данных // М.: Российский институт стандартизации. 2025.

УДК 004.6

ВНЕДРЕНИЕ MS EXCEL В ИЗУЧЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ПАКЕТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ищенко Т.С., ассистент кафедры естественно-математических,
технических дисциплин и методик их преподавания
Старобельского факультета (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГПУ»,
г. Старобельск, ЛНР, РФ
ti78517@gmail.com

Байрачная А.А., студент 3 курса направления подготовки
Профессиональное обучение (по отраслям) Разработка программного
обеспечения образовательных систем
Старобельский факультет (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГПУ»,
г. Старобельск, ЛНР, РФ
bajrasnaaangelina7@gmail.com

***Аннотация.** В данной статье рассматривается внедрение MS Excel в процесс изучения дисциплины «Прикладные пакеты математического моделирования». Также рассмотрены преимущества и недостатки внедрение данного программного продукта в образовательный процесс, с опорой не экспериментальный цикл практических работ.*

***Ключевые слова:** MS Excel, прикладные пакеты математического моделирования, образовательный процесс, математические модели, программный продукт, ИКТ.*

INTRODUCTION OF MS EXCEL INTO THE STUDY OF APPLIED MATHEMATICAL MODELING PACKAGES

Ishchenko T.S., Assistant of the Department of Natural Sciences, Mathematics,
Technical Disciplines and Methods of Teaching them
Starobelsky Faculty (branch) of the Federal State Budgetary Educational
Institution of Higher Education «LSPU»
ti78517@gmail.com

Bairachnaia A.A., 3rd year student at the training area
Professional training (by industry) Software development of educational systems
Starobilsk Faculty (branch) of FGBOU VO «LGPU»
bajracnaaangelina7@gmail.com

Abstract. *This article discusses the implementation of MS Excel in the process of studying the discipline "Applied Mathematical Modeling Packages." It also examines the advantages and disadvantages of implementing this software product in the educational process, based on an experimental cycle of practical work.*

Keywords: *MS Excel, applied mathematical modeling packages, educational process, mathematical models, software product, and ICT.*

Актуальность. Двигателем современного общества является научно-технологический прогресс, сопровождающийся активным развитием информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) [1]. Популяризация использования автоматической обработки данных значительно повысила и укрепила важность математического восприятия во всех сферах жизнедеятельности человека. Такой тип представления и восприятия информации стал толчком к развитию новой отрасли – математического моделирования [4]. Современный человек ежедневно сталкивается с продуктами данной отрасли как в науке и инженерии, так и в медицине, экономике и экологии. Данная ситуация требует от рынка труда качественно подготовленные кадры, владеющие необходимыми компетенциями для освоения прикладных пакетов математического моделирования, такие как MATLAB, Scilab, Mathematica [2].

Материалы и методы. В нашей статье с помощью теоретического анализа была изучена научно-исследовательская литература в области изучения прикладных пакетов математического моделирования и их использования в образовательном процессе. На основе изученной теоретической базы было разработано исследование, в ходе которого был разработан экспериментальный цикл практических работ по

математическому моделированию. Исходя из полученных данных после проведения практических работ был проведён сравнительный анализ успеваемости студентов в MS Excel и Scilab.

Цель исследования: утвердить важность использования MS Excel в изучении прикладных пакетов моделирования в ВУЗах.

Задачи исследования:

- изучить MS Excel как инструмент для математического моделирования;
- провести сравнительный анализ внедрения экспериментального цикла практических работ в MS Excel и Scilab;
- выделить преимущества и недостатки использования MS Excel в образовательном процессе.

Результаты исследования. Для освоения упоминаемых выше передовых пакетов математического моделирования требуется освоение синтаксиса программирования, сложной математической аппаратуры и специфических инструментальных сред. Это может спровоцировать создание серьёзного барьера для начинающих, в виде сложности изучения и снижения мотивации в дальнейшем [4].

Решить проблему возникающего барьера может программный продукт, созданный корпорацией Microsoft в 1985 году – MS Excel. Несмотря на свою распространённость и устойчивую позицию простоты среди общественности данный программный продукт является достаточно многогранной площадкой для освоения ключевых концепций в области математического моделирования.

MS Excel предоставляет начинающим возможность структурирования входных данных, понимать их типы и форматы, что является базисом для построения любой модели в программной среде.

Также данный программный продукт знакомит с логикой вычислений через использование формул и встроенных функций, позволяющих производить базовые арифметические операции, логарифмические и другие более сложные расчёты. Данные базовые расчёты являются составляющими более сложных моделей, что даёт возможность постепенного изучения

материала. Освоение данных функций облегчит знакомство с синтаксисом более сложных пакетов математического моделирования.

Модуль анализа данных в MS Excel, представленный в виде гистограмм, регрессионного анализа, корреляции, аппроксимации и других продвинутых инженерных инструментов не только расширяет профессиональных кругозор, но и даёт возможность познакомиться с функционалом передовых пакетов математического моделирования в более упрощённом виде через освоение методологии [3].

Исходя из перечисленных выше возможностей предлагаемого программного продукта нами было принято решение разработать экспериментальный цикл практических работ с целью экономии времени и ресурсов, а также повышения скорости освоения базовых навыков работы с математическими моделями.

На основе изученного теоретического материала и справочного материала по функционалу MS Excel мы разработали три модуля практических работ:

1. Модуль 1. Основы работы с данными и вычислениями:
 - Практическая работа №1 «Ввод, форматирование и первичная обработка данных»;
 - Практическая работа №2 «Вычисления по формулам и использование функций»;
2. Модуль 2. Визуализация данных и анализ закономерностей:
 - Практическая работа №3 «Построение гистограмм и графиков функций»;
 - Практическая работа №4 «Графическое представление данных и аппроксимация»;
3. Модуль 3. Решение прикладных задач и интеграция с прикладными пакетами математического моделирования:
 - Практическая работа №5 «Решение прикладных задач»;
 - Практическая работа №6 «Подготовка данных для экспорта».

Задания с аналогичной сложностью и систематикой также были созданы для передового прикладного пакета математического

моделирования Scilab с целью проведения сравнительного анализа успеваемости студентов.

В ходе эксперимента группа студентов 2 курса направления подготовки «Профессиональное обучение (по отраслям)», профиля подготовки «Разработка программного обеспечения образовательных систем» Старобельского факультета ФГБОУ ВО «ЛГПУ» выполняла практические работы как в MS Excel, так и в Scilab в 4 семестре. Перед выполнением практических работ студенты получили теоретический базис по обоим программным продуктам и их возможностям в равной степени и количестве. Выполнение практических работ происходило на занятиях по дисциплине «Прикладные пакеты математического моделирования» в компьютерной аудитории, оборудованной персональными компьютерами с равнозначным программным и аппаратным обеспечением. Время на выполнение практических занятий в инструментальной среде обоих программных продуктов выделялось также равнозначно – по 80 минут.

На основании журнала успеваемости академических группы мы получили данные по выполнению практических работ, в результате чего была выведена следующая зависимость успеваемости студентов относительно выполнения практических работ в противопоставленных программных продуктах (таблица 1).

Таблица 1 - «Успеваемость студентов»

Фамилия и инициалы студента	Средний балл по практическим работам в MS Excel	Средний балл по практическим работам в Scilab
Александров К. В.	4	3
Андрюшин Ю. И.	5	4
Арашкевич А. В,	4	4
Бугаков М. В,	4	3
Байрачная А. А.	5	5
Васильев С. М.	4	3
Вовк И. А.	3	3
Жалдак В. В.	4	3
Забирка Е. Э.	4	3
Завгородний В. И.	3	3
Зайцев И. С.	5	3
Ковтун А. С.	5	4

Фамилия и инициалы студента	Средний балл по практическим работам в MS Excel	Средний балл по практическим работам в Scilab
Котляр Д. Д.	4	5
Средний балл группы:	4,2	3,5

Данная таблица помогает наглядно увидеть результативность апробации экспериментального курса практических работ по математическому моделированию. Средний балл успеваемости относительно каждого программного продукта показывает, что студенты лучше усвоили материал через обучение в MS Excel. Большинство студентов группы имеют высокие баллы по практическим в MS Excel, лишь один студент имеет баллы выше в Scilab, что можем объяснить индивидуальными особенностями восприятия материала студентом, а также индивидуальными предпочтениями относительно программного обеспечения. Четыре студента имеют одинаковую успеваемость при работе с каждым программным продуктом, что свидетельствует о равнозначном восприятии материала в каждой инструментальной среде. Исходя из проведённого сравнительного анализа, мы можем отметить, что освоение Scilab даётся студентам намного сложнее.

Утвердительными преимуществами MS Excel стали доступность для пользователей, интуитивно понятный интерфейс, который помог значительно сократить время преодоления барьера восприятия. Также студентами было отмечено быстрое получение наглядных результатов и освоение основных концепций математического моделирования без программирования.

Но несмотря на успех в сравнительном анализе внедрение данного программного продукта в образовательный процесс также имеет определённые недостатки. Работа в MS Excel сопровождается ограничениями, связанными с недостаточным функционалом для работы с более сложными алгоритмами и задачами, а также трудностью работы с большими объемами данных. Это ещё раз подтверждает, что MS Excel является связующим звеном между началом освоения основных концепций

математического моделирования и продвинутым уровнем в таких программах как MATLAB, Scilab, Mathematica.

Выводы. Мы изучили MS Excel как инструмент для математического моделирования, выявив основные аспекты функционала программного продукта для освоения навыков, необходимых для понимания основных концепций моделирования. На основе изученного материала был разработан экспериментальный цикл равнозначных практических работ для MS Excel и Scilab. Созданный цикл практических работ получил свою апробацию в 4 семестре для группы, выбранной для участия в эксперименте. Исходя из данных полученных при проведении данных практических работ был проведён сравнительный анализ успеваемости, а также преимуществ и недостатков, позволивший подтвердить значимость MS Excel для дисциплины «Прикладные пакеты математического моделирования» как вводного программного продукта.

Список литературы

1. Абдувахобова, Д. Э. Использование ИКТ в образовании – важный фактор развития информационного общества / Абдувахобова, Д. Э. // Экономика и социум – 2023. – № 2(105). – С. 286-388. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-ikt-v-obrazovanii-vazhnyy-faktor-razvitiya-informatsionnogo-obschestva/viewer>.

2. Ищенко, Т. С. Анализ современных пакетов математического моделирования для высшего образования / Ищенко, Т. С., Забирка, Е. Э. // Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции (Старобельск, 26 марта 2025 года). – 2025. – С. 92-97. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=82530050>.

3. Оразгулыева, М. Построение диаграмм и графиков на основе электронных таблиц Excel / Оразгулыева, М., Бордюжаков С. // Международный научный журнал «Символ науки». – 2024. – №3-2-2 – С. 51-53. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-diagramm-i-grafikov-na-osnove-elektronnyh-tablitsah-excel/viewer>.

4. Хохлов, Р. Р. Особенности влияния внедрения и развития современных технологий на математическое моделирование / Хохлов, Р. Р., Стельмак, Н. Е., Косников, С. Н. // Прикладные экономические исследования. – 2024. – № 4. – С.160-168. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-vliyaniya-vnedreniya-i-razvitiya-sovremennyh-tehnologiy-na-matematicheskoe-modelirovanie/viewer>.

УДК 378.146

FRONTAL SOLUTION OF THE PROBLEM BY DIFFERENT METHODS

Karmanov N. I., Senior Lecturer at the Department of Information Technologies, Instrument Engineering and Electrical Engineering Severodonetsk Technological Institute of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Luhansk Vladimir Dal State University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation.

karmanov1604@mail.ru

Abstract. *Every student working on a task tries to prove that their work deserves the highest grade. However, not everyone is aware of the criteria and requirements that should be used to evaluate their work. This article focuses on a common problem that arises when solving computational, practical, and laboratory tasks related to electrical circuits. The correct choice of solution methods, research techniques, the use of electrical measuring instruments, the division of the problem into separate components, and the sequence of taking readings are crucial for solving this issue. Despite the various opinions that the results remain almost unchanged and there is no greater effect, we will try to prove that this is not the case based on our experience.*

Keywords: *analysis, method, comparison, result, solutions, technologies, conditions, formulas, and effect.*

О РЕЗУЛЬТАТАХ ФРОНТАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Карманов Н. И., ст. преп. кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники
Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля»,
г. Северодонецк, ЛНР, РФ
karmanov1604@mail.ru

***Аннотация.** Каждый студент, работающий над заданием, старается доказать, что выполненная им работа заслуживает наивысшего балла. Но не каждый осознает критерии и требования, по которым должна оцениваться его работа. Статья посвящена проблеме, которая возникает в большинстве случаев при решении расчетных, практических работ и проведении лабораторных исследований электротехнических схем. Важное значение в решении проблемы имеют правильный выбор метода решения, метода исследования, использования электроизмерительных приборов, разделения проблемы на отдельные составляющие, последовательности снятия показаний приборов и т.д. Несмотря на различные мнения о том, что результаты практически остаются неизменными, и большего эффекта не наблюдается, мы постараемся доказать на примере нашего опыта, что это не так.*

***Ключевые слова:** анализ, метод, сравнение, результат, решения, технологии, условия, формулы, эффект.*

Of course, information is better absorbed with use of game technologies and professional competitions. Especially it is significant when studying professionally-focused and special disciplines. Theoretical electrical engineering is the base for the study of electronics and special disciplines of the curriculum of the electrical engineering direction specialties. The analysis of electric chains is directly connected and is carried out on the basis of knowledge of mathematical formulas and physical laws of electric and magnetic chains. So various methods of the task solution are connected with their application. Each student can define

a decision method under the equivalent set conditions, considering the decision volume, time, accuracy and completeness of the received results of the decision.

The use of game technologies in the system of training of specialists of the corresponding qualification individualizes process of training and gives the chance to each participant to show his own cogitative and professional potential as much as possible. Students develop and assert interest in the chosen specialty [1]. This enables them to adapt to it in real practice with a high degree of accuracy of psychological and motivational preparation with minimal losses and the most effective way. At the same time there is an expansion of range of professional thinking, assimilation of practical skills of work with primary sources and in comparison with results of carrying out researches when performing laboratory works [2, 3].

The main goal that the teacher sets for the front-individual solution of the problem in four different ways is to identify those progressive changes that are determined at the end of the game process of its participants and compare them

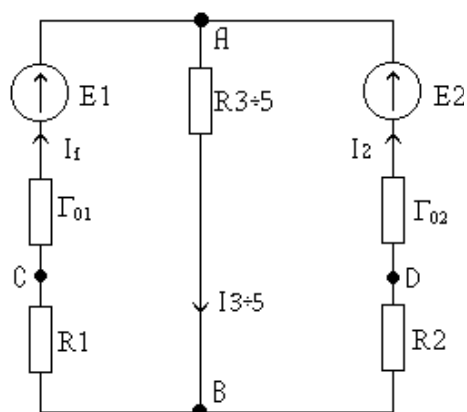


Figure 1

with the purpose of training. For a basis the scheme of connection of elements in a complex electric circuit of a direct current (Fig.1) is chosen. Then students (or group of 2-3 students) are given an opportunity to determine currents of branches by various methods: $E_1 = 20 \text{ V}$; $E_2 = 40 \text{ V}$; $r_{01} = 1 \text{ OM}$; $r_{02} = 1 \text{ }\Omega$; $R_1 = 9 \text{ }\Omega$; $R_2 = 19 \text{ }\Omega$; $R_{3-5} = 9 \text{ }\Omega$.

Where is the voltage of the power supplies E_1 , E_2 . Internal resistance of power supplies r_{01} , r_{02} . External branch resistances R_1 , R_2 , R_{3-5} .

The method of the solution is determined by a lot or by agreement, preliminary and final results are verified on which the conclusion is drawn that the choice of a method depends on the accuracy of results, the executed number of actions and fundamental mathematical knowledge.

The node stress method (first student, team)

1. Calculate the conductances of the branches of the circuit:

$$q_1 = \frac{1}{(R_1+r_{01})} = \frac{1}{(1+9)} = 0,10 \text{ S}, \quad (1)$$

q_1 - the conductivity of the first branch.

$$q_2 = \frac{1}{(R_2+r_{02})} = \frac{1}{(1+19)} = 0,05 \text{ S}, \quad (2)$$

q_2 - the conductivity of the second branch.

$$q_{3-5} = \frac{1}{R_{3-5}} = \frac{1}{10} = 0,10 \text{ S}, \quad (3)$$

q_{3-5} - the conductivity of the third branch.

2. Determine nodal tension by a formula:

$$U_{AB} = \frac{((E_1 \cdot q_1) + (E_2 \cdot q_2))}{(q_1 + q_2 + q_3)}, \quad (4)$$

U_{AB} - nodal tension.

$$U_{AB} = \frac{(20 \cdot 0,1) + (40 \cdot 0,05)}{(0,1 + 0,05 + 0,1)} = \frac{4}{0,25} = 16 \text{ V}. \quad (5)$$

3. The branch currents are calculated:

$$I_1 = (E_1 - U_{AB}) \cdot q_1 = (20 - 16) \cdot 0,10 = 0,4 \text{ A}, \quad (6)$$

I_1 - current of the first branch.

$$I_2 = (E_2 - U_{AB}) \cdot q_2 = (40 - 16) \cdot 0,05 = 1,2 \text{ A}, \quad (7)$$

I_2 - current of the second branch.

$$I_{3-5} = (0 - U_{AB}) \cdot q_{3-5} = (0 - 16) \cdot 0,10 = -1,6 \text{ A}, \quad (8)$$

I_{3-5} - current of the third branch.

The (-) sign indicates that the current I_{34} actually flows in the opposite direction. The result was obtained in three steps Verification: According to Kirchhoff's second law for the "ADBCA" circuit:

$$\begin{aligned} E_1 - E_2 &= I_1 \cdot (R_1 + r_{01}) - I_2 \cdot (R_2 + r_{02}), \\ 20 - 40 &= 0,4 \cdot 10 - 1,2 \cdot 20, \\ -20 &= 4 - 24. \end{aligned} \quad (9)$$

Method of the nodal and planimetric equations (I and II laws of Kirchhoff) (Second student)

1. Node and contour equations are compiled

contour "ABCA":

$$E_1 = I_1 \cdot (R_1 + r_{01}) - I_{34} \cdot R_{34} . \quad (10)$$

contour "ADBA":

$$-E_2 = -I_2 \cdot (R_2 + r_{02}) + I_{34} \cdot R_{34} . \quad (11)$$

for node "B":

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0 . \quad (12)$$

2. Substitute numerical values of the known sizes in the first two equations:

$$20 = (9 + 1) \cdot I_1 - 10 \cdot I_{34} , \quad (13)$$

$$I_1 = \frac{(20 + 10 \cdot I_{34})}{10} , \quad (14)$$

$$-40 = (19 + 1) - I_2 + 10 \cdot I_{34} , \quad (15)$$

$$I_2 = \frac{(40 + 10 \cdot I_{34})}{20} . \quad (16)$$

3. Substitute expression of currents of I_1 and I_2 in the nodal equation

$$(2 + I_{34}) + (2 + 0,5 \cdot I_{34}) + I_{34} = 0 , \quad (17)$$
$$I_{34} = -1,6 A .$$

The sign (-) specifies that in fact current of I_{34} proceeds in the opposite direction.

4. Calculate currents in branches with E_1 and E_2 .

$$I_1 = 2 + I_{34} = 2 + (-1,6) = 0,4 A , \quad (18)$$
$$I_1 = 0,4 A ,$$

I_1 - branch current with source E_1 .

$$I_2 = 2 + 0,5 \cdot I_{34} = 2 + 0,5 \cdot (-1,6) = 1,2 A , \quad (19)$$
$$I_2 = 1,2 A ,$$

I_2 - branch current with source E_2 .

Method of imposing currents (superposition) (third student)

1. The initial scheme (Fig.1) is divided into two partial (incomplete) schemes, in which only one source of electromotive force is left. When only the first EMF is operating, the scheme takes the form of Figure 2.

Determine the equivalent resistance of the circuit by a formula:

$$R_{1\Sigma} = R_{11} + R_{13-5} \cdot \frac{(r_{021} + R_{12})}{(R_{13-5} + R_{12} + r_{012})},$$

$$R_{1\Sigma} = 9 + 10 \cdot \frac{(1 + 19)}{(10 + 1 + 19)} \approx 15,66 \Omega$$
(20)

2. Current in an unbranched part of a chain:

$$I'_1 = \frac{E_1}{(r'_{01} + R'_{9KB.})},$$

$$I'_1 = \frac{20}{(1 + 15,66)} \approx 1,2 A$$
(21)

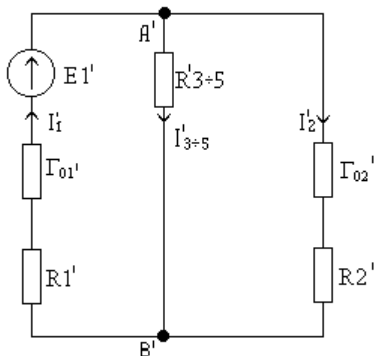


Figure 2

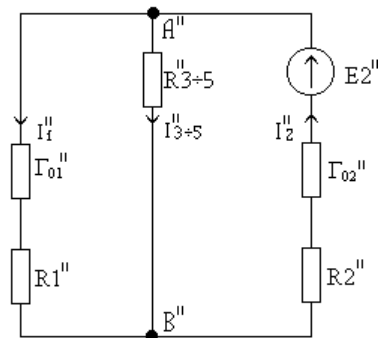


Figure 3

3. The voltage at the nodes A and B of the circuit is determined by Ohm's law for the whole circuit:

$$UA'B' = E_{11} - I'_1 \cdot (R'_1 + r'_{01}) = 20 - 1,2 \cdot (1 + 9) = 8 V,$$
(22)

$UA'B'$ - voltage in the base nodes A, B.

4. Currents in other branches of the scheme:

$$I'_2 = \frac{UA'B'}{(R'_2 + r'_{02})} = \frac{8}{20} = 0,4 A,$$
(23)

Where the current I'_2 is the current of the second branch, the first partial circuit.

$$I'_{3-5} = \frac{UA'B'}{R'_{3-5}} = \frac{8}{10} = 0,8 \text{ A} , \quad (24)$$

Where the current I'_{3-5} is the current of the third branch, the first partial circuit.

5. Now we consider that only one E_2 works (Fig.3), and only its internal resistance is left in E_1 . The parameters are calculated in the same sequence:

$$R''_{\Sigma} = R''_2 + R''_{35} \cdot \frac{(r''_{01} + R''_1)}{(R''_{3-5} + R''_1 + r''_{01})} , \quad (25)$$

$$R''_{\Sigma} = 19 + 10 \cdot \frac{(1+9)}{(10+1+9)} = 24 \Omega ,$$

R''_{Σ} - the total resistance of the second partial circuit.

$$I''_2 = \frac{E''_2}{(r''_{02} + R''_{\Sigma})} = \frac{40}{25} = 1,6 \text{ A} , \quad (26)$$

I''_2 - current of the second branch, the second partial circuit.

$$UA''B'' = E''_2 - I''_2 \cdot (r''_{02} + R''_2) = 40 - 1,6 \cdot (1 + 9) = 8 \text{ V} , \quad (27)$$

$UA''B''$ - nodal voltage of the second partial circuit.

$$I''_1 = \frac{UA''B''}{(R''_1 + r''_{01})} = \frac{8}{(1+9)} = 0,8 \text{ A} , \quad (28)$$

I''_1 - current of the first branch, the second partial circuit.

$$I''_{3-5} = \frac{UA''B''}{R_{3-5}} = \frac{8}{10} = 0,8 \text{ A} , \quad (29)$$

I''_{3-5} - current of the third branch, the second partial circuit.

6. The currents in the branches of the complete circuit (by the rule of signs):

$$I_1 = I'_1 - I''_1 = 1,2 - 0,8 = 0,4 \text{ A} , \quad (30)$$

$$I_2 = I'_2 - I''_2 = 1,6 - 0,4 = 1,2 \text{ A} , \quad (31)$$

$$I_{3-5} = I'_{3-5} + I''_{3-5} = 0,8 + 0,8 = 1,6 \text{ A} , \quad (32)$$

Where I_1 , I_2 , I_3 are the currents of the first, second, and third branches of the complete (initial) circuit.

The result was obtained in fourteen steps Verification:

According to Kirchhoff's first law for node "B".

Complete circuit:

$$I_1 + I_2 = I_{3-5} ,$$

$$0,4 + 1,2 = 1,6 \text{ A}$$
(33)

Partial circuit with E_1 :

$$I'_1 = I'_2 + I'_{3-5} ,$$

$$1,2 = 0,4 + 0,8 \text{ A}$$
(34)

Partial circuit with E_2 :

$$I''_2 = I''_1 + I''_{3-5} ,$$

$$1,6 = 0,8 + 0,8 \text{ A.}$$
(35)

Method of contour currents (fourth student)

1. The initial scheme (Fig.1) is divided into two independent ADBA and BCAB circuits, and an equation is written for each circuit using Kirchhoff's second law. The directions of the loop currents (Roman numerals) and branch currents (Arabic numerals) are indicated. The direction of the loop traversal is chosen arbitrarily (in our case, clockwise) and is indicated on the circuit diagram (Fig.4).

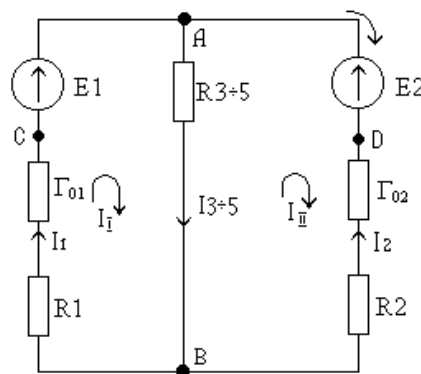


Figure 4

The expressions for the loop parameters in terms of the branch parameters are written (where the parameters indicated by strokes are the contour parameters, and the branch parameters in Arabic numerals):

$$I' = I_1 + I_{3-5} ,$$
(36)

$$I'' = -I_{3-5} - I_2 ,$$
(37)

$$E' = E_1 ,$$
(38)

$$E'' = -E_2, \quad (39)$$

$$R' = R_1 + r_{01} + R_{3-5}, \quad (40)$$

$$R'' = R_2 + r_{02} + R_{3-5}, \quad (41)$$

$$R'^{-''} = R_{3-5}, \quad (42)$$

and vice versa (for solving and then finding the currents of the simplified circuit):

$$I_1 = I', \quad (43)$$

$$I_2 = -I'', \quad (44)$$

$$I_{3-5} = I' - I'', \quad (45)$$

2. Write the contour equations through contour parameters of the circuit:

contour "ADBA":

$$-E'' = I'' \cdot (r_{02} + R_2 + R_{3-5}) - I' \cdot R_{3-5}, \quad (46)$$

contour "BCAB":

$$E' = I' \cdot (R_{3-5} + R_1 + r_{01}) - I'' \cdot R_{3-5}, \quad (47)$$

3. Substitute numerical values and solves the system of the equations:

$$-40 = I'' \cdot (1 + 19 + 10) - I'_{10}, \quad (48)$$

$$-40 = 30 \cdot I'' - 10 \cdot I', \quad (49)$$

$$20 = I' \cdot (10 + 9 + 1) - I''_{10}, \quad (50)$$

$$20 = 20 \cdot I' - 10 \cdot I'', \quad (51)$$

4. The system of equations is solved:

$$2I' = 2 + I'', \quad (52)$$

$$I' = 1 + 0,5 \cdot I'', \quad (53)$$

$$-40 = 30 \cdot I'' - 10 \cdot (1 + 0,5 \cdot I''), \quad (54)$$

$$25 \cdot I'' = -30, \quad (55)$$

$$I'' = -1,2 \text{ A}, \quad (56)$$

$$I' = 1 + 0,5 \cdot I'' = 1 + 0,5 \cdot (-1,2) = 0,4 \text{ A}, \quad (57)$$

5. The total currents of the branches of the initial circuit are determined

$$I_1 = I' = 0,4 \text{ A}, \quad (58)$$

$$I_2 = -I'' = (-1,2) = 1,2 \text{ A} , \quad (59)$$

$$I_{3-5} = I' - I'' = 0,4 - (-1,2) = 1,6 \text{ A} , \quad (60)$$

Where I_1, I_2, I_3 are the currents of the branches of the initial - specified circuit

The result was obtained in eleven actions.

Conclusion: So, we solve one statement of the problem by four various methods, we receive identical results. But the time, the number of actions, the accuracy of the received results is different. We have proved that knowledge of the basic laws of electromagnetic circuits is based on fundamental mathematical knowledge, the ability to compare methods and the choice based on the analysis, which proves the above solutions.

References

1. Krasnova T.I. Innovatsii v sisteme otsenivaniya uchebnoi deyatel'nosti studentov [Innovations in the student learning assessment system]. Education for sustainable development: building bridges to the knowledge society International Forum Proceedings Minsk, Republic of Belarus, April 5-6, 2005. Minsk Publishing centre of BSU 2005, P. 438-440. (In Russian).

2. Yarmolenko A. V. i dr. Sovremennye pedagogicheskie tekhnologii. [Modern pedagogical technologies]. Edited by B.A. Lopov. – St. Petersburg: VVMU, 1996. (In Russian).

3. Skladanovskaya M. G. Kompetentnostnyi podkhod k izucheniyu problem ehkologicheskogo obrazovaniya v Vysshei shkole. [Competence-based approach to the study of environmental education in higher education]. *Vestnik SeVGTU: pedagogika* [Bulletin of SevSTU: pedagogy]. 2008. Issue 90. P. 52-56. (In Russian).

4. Zimnyaya I.A. Kompetentnostnyi podkhod v obrazovanii (metodologo-teoreticheskii aspekt) [Competence-based approach in education (methodological and theoretical aspect)]. Problemy kachestva obrazovaniya: Materialy XIV Vserossiiskogo soveshchaniya [Problems of quality of education: Materials of the XIV All-Russian Conference.]. Book 2. Moscow, 2004. P. 6-12. (In Russian).

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ФИНАНСОВЫХ РИСКОВ ПАО «РОССЕТИ УРАЛ»

Кондакова А.Н., студент ФГБОУ ВО

«Уральский государственный экономический университет»,

г. Екатеринбург, РФ

anastasia09669@gmail.com

Дворядкина Е.Б., д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры
региональной, муниципальной экономики и управления ФГБОУ ВО

«Уральский государственный экономический университет»,

г. Екатеринбург, РФ

elena.dvoryadkina@yandex.ru

***Аннотация.** В статье рассматриваются финансовые риски электросетевой организации и методы их оценки в системе экономической безопасности. На примере ПАО «Россети Урал» проведен анализ показателей ликвидности, рентабельности и финансовой устойчивости на основе данных бухгалтерской отчетности. Использована методика комплексной оценки финансовых рисков, позволяющая определить уровень экономической безопасности предприятия и выявить ключевые зоны риска.*

***Ключевые слова:** риск, финансовые риски, электросетевые организации, оценка финансового риска, экономическая безопасность.*

ANALYSIS AND ASSESSMENT OF FINANCIAL RISKS OF PJSC ROSSETI URAL

Kondakova A.N., student of the Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Education

Ural State University of Economics,

Yekaterinburg, Russian Federation

anastasia09669@gmail.com

Dvoriadkina E.B., Dr. Sci. (Economics), Professor, Professor at the Department of Regional, Municipal Economics and Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Ural State University of Economics,
Yekaterinburg, Russian Federation
elena.dvoryadkina@yandex.ru

Abstract. *The article discusses the financial risks of an electric grid organization and the methods of their assessment in the economic security system. Using the example of PJSC ROSSETI Ural, an analysis of indicators of liquidity, profitability and financial stability was carried out based on accounting data. A comprehensive financial risk assessment methodology has been used to determine the level of economic security of an enterprise and identify key risk areas.*

Keywords: *risk, financial risks, electric grid organizations, financial risk assessment, economic security.*

Актуальность исследования обусловлена ключевой ролью электросетевых организаций в обеспечении устойчивости национальной экономики, а также в надежном энергоснабжении промышленности и социальной сферы. Воздействие факторов внешней и внутренней среды может нарушать их функционирование, что приводит к значительным экономическим и социальным последствиям. В этих условиях возрастает значение эффективной системы анализа и оценки рисков как важнейшего элемента экономической безопасности.

Риск определяется как вероятность отклонения фактических финансовых результатов бизнеса от ожидаемых (прогнозных) значений, что предполагает возможность как положительных, так и отрицательных отклонений [1, с. 54]. Финансовые риски являются неотъемлемой составляющей деятельности предприятий, включая электросетевые организации, поскольку их функционирование характеризуется высокой капиталоемкостью, использованием заемных средств и жестким тарифным

регулированием, что усиливает чувствительность к изменениям финансовых условий и повышает вероятность финансовых потерь.

В рамках статьи на примере ПАО «Россети Урал», одной из крупнейших электросетевых компаний Уральского региона, проведена оценка финансовых рисков на основе показателей бухгалтерской отчетности, содержащихся в бухгалтерском балансе и отчете о финансовых результатах [2]. Методической основой исследования послужила методика Е. Б. Дворядкиной, Я. П. Силина и Н. В. Новиковой [3], предусматривающая трехэтапную оценку риска: анализ ликвидности, рентабельности и финансовой устойчивости.

На первом этапе проведена оценка риска ликвидности баланса за 2020–2024 гг. (таблица 1).

Таблица 1 – Тип ликвидности баланса ПАО «Россети Урал» за 2020-2024 гг. [4]

2020	2021	2022	2023	2024
$A1 < П1$	$A1 < П1$	$A1 < П1$	$A1 < П1$	$A1 < П1$
$A2 \geq П2$	$A2 < П2$	$A2 < П2$	$A2 \geq П2$	$A2 < П2$
$A3 < П3$	$A3 < П3$	$A3 < П3$	$A3 < П3$	$A3 < П3$
$A4 \geq П4$	$A4 \geq П4$	$A4 \geq П4$	$A4 \geq П4$	$A4 \geq П4$
Нарушенная ликвидность (Зона критического риска)	Кризисная ликвидность (Зона катастрофического риска)	Кризисная ликвидность (Зона катастрофического риска)	Нарушенная ликвидность (Зона критического риска)	Кризисная ликвидность (Зона катастрофического риска)

Отношение между активами и пассивами предприятия отражает, что баланс предприятия абсолютно ликвидным не считается, так как не за один анализируемый период мы не получили оптимальное соотношение, то есть $A1 \geq П1$; $A2 \geq П2$; $A3 \geq П3$; $A4 \leq П4$. Это свидетельствует о негативном соотношении активов по степени ликвидности и обязательств по сроку погашения. Активы организации не покрывают соответствующие им по сроку погашения обязательства.

Следующим шагом необходимо представить расчеты коэффициентов ликвидности в динамике (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели ликвидности баланса ПАО «Россети Урал» за 2020-2024 гг. [4]

Показатель	Рекомендуемое значение	2020	2021	2022	2023	2024
1. Общий показатель ликвидности (L1)	$L1 \geq 1$	0,20	0,23	0,26	0,33	0,37
2. Коэффициент абсолютной ликвидности (L2)	$L2 > 0,1$ Рек-мое знач.: 0,2-0,5	0,07	0,08	0,09	0,19	0,22
3. Коэффициент быстрой ликвидности (L3)	Доп-мое 0,7–0,8; желательно $L3 \geq 1,2$	0,41	0,36	0,38	0,64	0,49
4. Коэффициент текущей ликвидности (L4)	Опт-ное — не менее 2,0. Норм-ное – 1,0-2,0	0,48	0,42	0,43	0,75	0,57
5. Коэффициент обеспечения абсолютной ликвидности баланса (L5)	$0,02 \leq L5 \leq 0,15$	0,01	0,02	0,03	0,03	0,06

Расчет коэффициентов ликвидности подтвердил выявленные тенденции: их значения на протяжении всего периода оставались ниже нормативных, что указывает на дефицит высоколиквидных активов и высокий риск снижения платежеспособности.

На втором этапе проведена оценка рентабельности (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели рентабельности ПАО «Россети Урал» за 2020-2024 гг. [4]

Показатель	2020	2021	2022	2023	2024	Изменение (+,-) 2024/2020
1. Рентабельность оборотных активов, % (R1)	0,26	54,04	26,87	90,69	77,82	77,57
2. Рентабельность основной деятельности, % (R2)	-2,78	-7,21	-8,11	-13,98	-12,56	-9,78
3. Рентабельность продаж, % (R3)	2,70	6,72	7,50	12,27	11,16	8,46
4. Рентабельность совокупных активов, % (R4)	0,02	5,66	3,53	11,91	11,50	11,47

Рентабельность оборотных активов продемонстрировала рост, достигнув в 2024 г. 77,82 %, что свидетельствует о повышении эффективности использования оборотных средств за счет роста выручки и оптимизации расчетов с контрагентами. Вместе с тем рентабельность основной деятельности на протяжении всего периода оставалась отрицательной вследствие роста эксплуатационных затрат и замедленной индексации тарифов. Показатель рентабельности продаж увеличился с 2,70 % до 11,16 %, что обусловлено развитием энергосервисных направлений, цифровизацией и оптимизацией ремонтных программ.

Для электросетевой отрасли рентабельность совокупных активов – ключевой показатель, так как отражает способность инфраструктуры генерировать прибыль, эффективность вложений, качество управления активами и экономическую устойчивость компании при тарифном регулировании. Для того чтобы оценить риск рентабельности совокупных активов, нужно определить зоны риска показателя. Для этого были использованы данные ФНС, учитывающие среднеотраслевые показатели рентабельности, представленные в таблице 4.

Таблица 4 – Отклонение рентабельность совокупных активов от среднеотраслевого значения по данным ФНС за 2020-2024 гг. [2, 4]

Показатель	2020	2021	2022	2023	2024
Рентабельность совокупных активов (R4), %	0,02	5,66	3,53	11,91	11,50
Среднеотраслевое значение по данным ФНС, %	5,00	6,50	5,50	9,90	5,90
Отклонение R4 от среднеотраслевого (+,-)	-4,98	-0,84	-1,97	2,01	5,60

По получившемуся показателю рентабельности совокупных активов можно отметить, что с 2020 по 2022 годы он находится ниже среднеотраслевых значений, а с 2023 по 2024 года – превышает на 2,01 п.п. 5,60 соответственно.

На третьем этапе проведена оценка финансовой устойчивости предприятия (таблица 5). В течение всего анализируемого периода ПАО «Россети Урал» характеризовалось неустойчивым финансовым состоянием, при котором для покрытия затрат используются не только собственные оборотные средства, но и заемные источники.

Таблица 5 – Шкала определения типа финансового состояния ПАО «Россети Урал» за период 2020-2024 гг.

2020	2021	2022	2023	2024
$\Phi_c < 0;$	$\Phi_c < 0;$	$\Phi_c < 0;$	$\Phi_c < 0;$	$\Phi_c < 0;$
$\Phi_d < 0;$	$\Phi_d < 0;$	$\Phi_d < 0;$	$\Phi_d < 0;$	$\Phi_d < 0;$
$\Phi_o \geq 0;$	$\Phi_o \geq 0;$	$\Phi_o \geq 0;$	$\Phi_o \geq 0;$	$\Phi_o \geq 0;$
S (0; 0; 1)	S (0; 0; 1)	S (0; 0; 1)	S (0; 0; 1)	S (0; 0; 1)
Неустойчивое финансовое состояние	Неустойчивое финансовое состояние	Неустойчивое финансовое состояние	Неустойчивое финансовое состояние	Неустойчивое финансовое состояние
Оценка риска финансовой неустойчивости				
Зона критического риска	Зона критического риска	Зона критического риска	Зона критического риска	Зона критического риска

Данный тип устойчивости относится к критической зоне риска и отражает нарушенную платежеспособность.

Таким образом, на основе применения интегральной (балльной) системы оценки финансового состояния ПАО «Россети Урал» организация за весь рассматриваемый период может быть отнесена к 4 классу экономической безопасности, характеризующемуся низким уровнем финансовой устойчивости и высокой зависимостью от внешних источников финансирования. По результатам проведенных расчетов финансовые риски были распределены по соответствующим зонам риска, представленным в таблице 6.

Таблица 6 – Зоны рисков [3, 5]

Зоны рисков по методике Дворядкиной Е. Б., Силина Я. П., Новиковой Н. В.	Зоны рисков по методике Гайфуллиной М. М и Костомаровой Е. В.	Обозначение зоны рисков
Безрисковая зона	Стабильная	
Зона допустимого риска	Предкризисная	
Зона критического риска	Кризисная	
Зона катастрофического риска	Критическая	

Следующим шагом нашего исследования является переход от аналитических расчетов к их наглядной интерпретации. Ниже, в таблице 7, представлена сгруппированная характеристика зон финансовых рисков, которые были выявлены в процессе оценки финансового состояния объекта исследования в разрезе каждого года с 2020 по 2024 гг.

Таблица 7 – Зоны финансовых рисков ПАО «Россети Урал» 2020–2024 гг.

Финансовые риски	Года				
	2020	2021	2022	2023	2024
Риск снижения ликвидности / Зона риска	Зона критического риска	Зона катастрофического риска	Зона катастрофического риска	Зона критического риска	Зона катастрофического риска

Финансовые риски	Года				
	2020	2021	2022	2023	2024
Риск снижения рентабельности	Зона катастрофического риска	Зона допустимого риска	Зона критического риска	Безрисковая зона	Безрисковая зона
Риск снижения финансовой устойчивости / Зона риска	Зона критического риска	Зона критического риска	Зона критического риска	Зона критического риска	Зона критического риска
Интегральная оценка финансового состояния / Зона риска	Зона критического риска	Зона критического риска	Зона критического риска	Зона критического риска	Зона критического риска

Из всего вышесказанного можно сделать общий вывод об оценке финансовых рисков. Наиболее проблемной зоной является риск снижения ликвидности: в течение пяти лет компания находилась преимущественно в критической или катастрофической зоне риска, что указывает на постоянный дефицит оборотных средств и зависимость от заемного капитала. Риск снижения рентабельности носил нестабильный характер: от катастрофического уровня в начале периода до перехода в безрисковую зону в 2023-2024 гг., что связано с улучшением операционных результатов и увеличением прибыли. Риск снижения финансовой устойчивости остается стабильно высоким – на всем периоде наблюдается зона критического риска, что свидетельствует о долговременной диспропорции между структурой активов и источниками их финансирования.

Низкий уровень экономической безопасности предприятия обусловлен отраслевой спецификой электросетевой деятельности, предполагающей необходимость привлечения долгосрочных заемных ресурсов для обеспечения непрерывности функционирования. В целях снижения финансовых рисков рекомендуется усиление контроля за

структурой капитала, повышение эффективности управления оборотными средствами и внедрение риск-ориентированного подхода в систему внутреннего контроля.

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой адаптированных методик оценки финансовых рисков электросетевых организаций с учетом цифровизации и изменений в тарифной политике.

Список литературы

1. Касьяненко, Т. Г. Оценка стоимости бизнеса + приложение : учебник для вузов / Т. Г. Касьяненко, Г. А. Маховикова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 373 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01446-4.

2. Федеральная налоговая служба : официальный сайт. – URL: <https://www.nalog.gov.ru/rn66/> (дата обращения: 31.01.2026).

3. Дворядкина, Е. Б. Экономическая безопасность : учеб. пособие / Е. Б. Дворядкина, Я. П. Силин, Н. В. Новикова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. гос. экон. ун-т. – 2-е изд., перераб. и доп. – Екатеринбург : [Изд-во Урал. гос. экон. ун-та], 2016. – 194 с.

4. ПАО «Россети Урал» : официальный сайт. – URL : <https://rosseti-ural.ru/> (дата обращения: 31.01.2026).

5 Гайфуллина, М. М. Методический подход к оценке экономической безопасности нефтяной компании : науч. стат. элект. журн. / М. М. Гайфуллина // Интернет-журнал «Науковедение». – Т. 9. – №2. – 2017. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskiy-podhod-k-otsenkeekonomicheskoy-bezopasnosti-neftyanoy-kompanii> (дата обращения: 31.01.2026).

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ МИКРОВОЛНОВОЙ
РАДИОЛОКАЦИИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА УТЕЧЕК
НА АММИАКОПРОВОДАХ**

Кочетова Ж.Ю., д-р геогр. наук, доцент, профессор кафедры
гидрогеологии, инженерной и экологической геологии ФГБОУ ВО
Воронежского государственного университета

Сахаров С.В., канд. техн. наук, доцент, заместитель начальника кафедры
радиотехнических систем (и средств обеспечения полетов) ВУНЦ ВВС
«ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Терентьев В.В., курсант 5 курса ВУНЦ ВВС «ВВА им. профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

г. Воронеж, РФ

zk_vva@mail.ru

***Аннотация.** Решается задача обнаружения утечек аммиака из магистральных трубопроводов с использованием микроволновых радиолокационных методов. Разработан алгоритм расчета эффективной площади рассеяния облака аммиака, основанный на газодинамическом моделировании его формирования и теории рассеяния на флуктуациях показателя преломления. Для различных сценариев разгерметизации проведена оценка параметров облака, показателя преломления и эффективной площади рассеяния. Определены основные параметры радиолокационной системы для детектирования таких утечек.*

***Ключевые слова:** аммиакопровод, утечка, радиолокационный мониторинг, микроволновый радар, эффективная площадь рассеяния, показатель преломления, турбулентное облако.*

EVALUATION OF MICROWAVE RADAR CAPABILITIES FOR MONITORING LEAKS IN AMMONIA PIPELINES

Kochetova Zh.Iu., Dr. Sci. (Geography), Docent,

Professor at the Department of Hydrogeology, Engineering and Ecological
Geology, Voronezh State University

Sakharov S.V., Cand. Sci. (Technical), Docent, Deputy Head of the Department
of Radio Engineering Systems (and Flight Support Facilities),
Military Educational and Scientific Center of the Air Force
«N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy»

Terentev V.V., 5th-year Cadet,
Military Educational and Scientific Center of the Air Force
«N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy»

Voronezh, Russian Federation

zk_vva@mail.ru

Abstract. *The problem of detecting ammonia leaks from main pipelines using microwave radar methods is being solved. An algorithm has been developed for calculating the effective scattering area of an ammonia cloud based on gas-dynamic modeling of its formation and the theory of scattering based on fluctuations in the refractive index. Cloud parameters, refractive index, and effective scattering area were evaluated for various depressurization scenarios. The main parameters of the radar system for detecting such leaks have been determined.*

Keywords: *ammonia pipeline, leakage, radar monitoring, microwave radar, effective scattering area, refractive index, turbulent cloud.*

Безопасность магистральных трубопроводов является критически важной проблемой в связи с высокой токсичностью транспортируемых соединений и масштабами возможных последствий аварий [1]. Риск утечек возрастает как из-за естественного износа протяженной инфраструктуры, так и в силу потенциальных техногенных и террористических угроз. Существующие методы контроля (например, датчики давления,

акустические системы, облетные проверки) часто недостаточно оперативны, малоэффективны на больших расстояниях или экономически неоправданы для непрерывного мониторинга всей трассы.

Актуальной задачей становится поиск и оценка дистанционных методов, способных обеспечивать быстрое обнаружение и локализацию утечек. Одним из потенциальных направлений является использование микроволновой радиолокации, основанной на регистрации рассеяния радиоволн на неоднородностях диэлектрической проницаемости газового облака. Целью работы является оценка возможностей этого метода для обнаружения облака аммиака, формирующегося при типовых сценариях разгерметизации, путем расчета его эффективной площади рассеяния и моделирования условий детектирования.

Основное уравнение радиолокации, связывающее параметры станции и цели, имеет вид:

$$P_r = \frac{P_t G^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 R^4}, \quad (1)$$

где P_r – мощность сигнала приемной антенны; P_t – мощность радиопередатчика; G – коэффициент усиления передающей антенны; λ – длина волны; R – расстояние от антенны до облака газа; σ – эффективная площадь рассеяния (ЭПР).

ЭПР газового облака определяется его диэлектрическими свойствами:

$$\varepsilon = \varepsilon' - j\varepsilon'', \quad (2)$$

где ε' – действительная часть – относительная проницаемость, которая отвечает за отражение и преломление ($n^2 = \varepsilon'$); ε'' – мнимая часть – коэффициент потерь, который отвечает за поглощение и зависит от рассеяния, вызванного колебаниями показателя преломления при образовании облака газа в результате утечки.

В работе рассматривается аммиакопровод «Тольятти-Одесса» с параметрами: давление 35 атм, температура +4 °С. Анализируются три сценария утечки в зависимости от размера повреждения относительно

внутреннего диаметра трубы $D=355$ мм: I. Свищ: $0,01D = 0,01 \cdot 355 = 4$ мм. II. Трещина: $0,3D = 0,3 \cdot 355 = 107$ мм и $0,75D = 0,75 \cdot 355 = 266$ мм. III. Гильотинный разрыв: $1,5D = 1,5 \cdot 355 = 533$ мм [2].

Турбулентный поток, истекающий из отверстия, моделируется как осесимметричная струя. Геометрия такого облака с характерными вихрями схематично показана на рисунке 1.

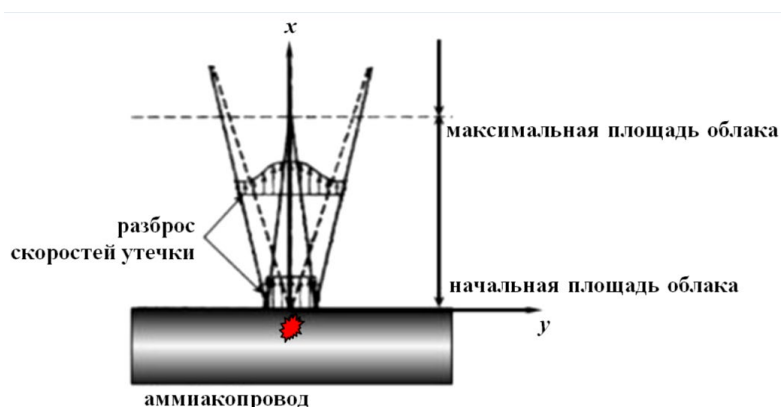


Рисунок 1 – Геометрия облака с турбулентными вихрями

Ширина облака δ описывается линейной зависимостью от расстояния x от места утечки:

$$\delta = Cx, \quad (3)$$

где $C=6,66$ – усредненный коэффициент для рассматриваемых сценариев. Зависимость ширины облака от расстояния представлена на рисунке 2.

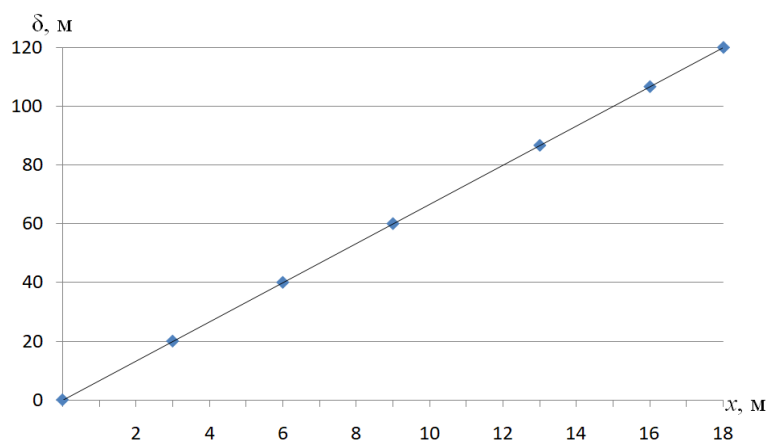


Рисунок 2 – Зависимость ширины облака аммиака от высоты до места утечки

Динамика струи описывается уравнениями сохранения импульса и массы. Введем параболический профиль скорости в поперечном сечении:

$$U(y) = \left[1 - \left(\frac{2y}{\delta} \right)^{1,5} \right]^2 U_a, \quad (4)$$

где U_a и $U(y)$ – скорости потока струи аммиака вдоль осей x и y .

Получены распределения скорости по высоте для разных сценариев, которые показаны на рисунке 3.

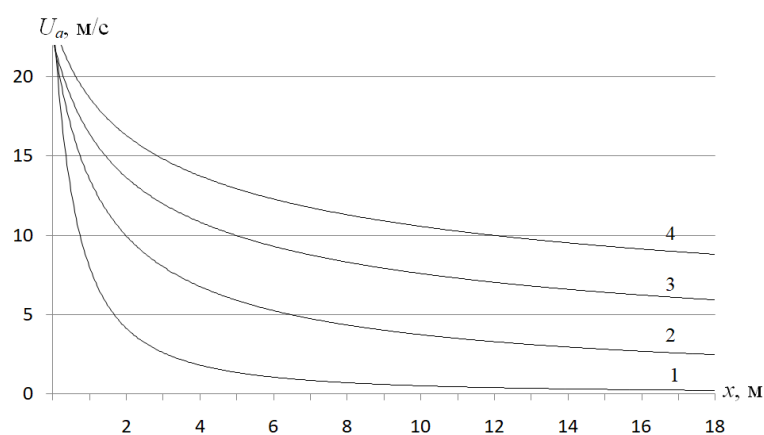


Рисунок 3 – Зависимость скорости распространения аммиака от расстояния до места утечки в вертикальном направлении при размерах трещин на трубе 1) 4; 2) 107; 3) 266; 4) 533 мм

Начальная скорость истечения составляет ~ 42 м/с. Расчеты показывают, что при гильотинном разрыве (сценарий III) за первые 5 минут диаметр облака может достичь 120 м, а массовая концентрация аммиака на высоте 14 м – 40 % (рисунок 4а).

Показатель преломления n для газов связан с их плотностью. Для аммиака в облаке справедливо приближение:

$$n - 1 = k_0 P, \quad (5)$$

где $k_0 = 2\pi\alpha/k_B T$, k_B – постоянная Больцмана ($1,380649 \cdot 10^{-23}$ Дж/К); T – температура; α – поляризуемость молекулы (для аммиака $22,6 \cdot 10^{-25}$ см³).

Зависимость показателя преломления (в единицах $N = (1 - n) \cdot 10^3$) от концентрации аммиака для различных сценариев представлена на рисунке 4б. Для малого свища (сценарий I) изменение n ничтожно, что делает его обнаружение классическим радиолокационным методом маловероятным.

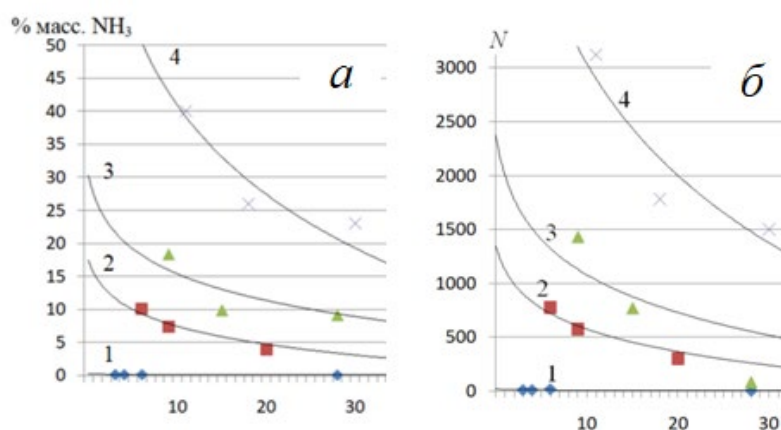


Рисунок 4 – Зависимость концентрации (а) аммиака в воздухе и показателя преломления (б) от расстояния до места утечки в вертикальном направлении при трещинах на трубе 1) 4; 2) 107; 3) 266; 4) 533 мм

Используем модель Колмогорова для изотропной турбулентности [3]:

$$\Phi(k) = 0,33C_n^2 k^{-11/6} = 0,167 \cdot 10^{-10} \quad \text{для } 2\pi/L \leq k \leq 2\pi/l, \quad (6)$$

где C_n – структурная постоянная – характеризует колебания показателя преломления среды, определяется масштабом турбулентности и вертикальным градиентом показателя преломления (для средней турбулентности с неоднородностями от 1 см до 1 м можно принять $C_n = 4 \cdot 10^{-8} \text{ м}^{-1/3}$); L и l – размеры неоднородностей или размеры вихрей внешнего и внутреннего масштабов соответственно; $k = 317$.

Для обнаружения цели с ЭПР $\sim 1 \text{ м}^2$ рассмотрена радиолокационная станция «Атлантика» с параметрами: мощность $P_t = 6 \text{ кВт}$, коэффициент усиления антенны $G = 20000$, длина волны $\lambda = 10^{-2} \text{ м}$ (частота $\sim 34 \text{ ГГц}$), чувствительность приемника $P_{\min} = 10^{-13} \text{ кВт}$. Подстановка этих значений в уравнение (1) дает расчетную дальность обнаружения $R = 1049 \text{ м}$ в идеальных условиях.

На практике дальность будет снижаться из-за атмосферного поглощения, многолучевого распространения и помех. Повышение эффективности системы возможно за счет оптимизации рабочей частоты (снижение частоты увеличивает дальность, но ухудшает разрешение); увеличения мощности передатчика или чувствительности приемника; учета возможной конденсации атмосферной влаги в холодной струе, что может существенно увеличить ЭПР.

Выводы

1. Разработан алгоритм комплексной оценки радиолокационной обнаруживаемости облака аммиака, объединяющий газодинамическое моделирование утечки и расчет ЭПР на основе флуктуаций показателя преломления.

2. Показано, что микроволновая радиолокация является перспективным методом для оперативного обнаружения крупных аварийных утечек аммиака (трещины, разрывы). Для сценария гильотинного разрыва оценка ЭПР составляет $\sim 1 \text{ м}^2$, что позволяет обнаруживать такое облако на расстояниях около 1 км современными специализированными РЛС.

3. Обнаружение малых утечек (свищей) данным методом затруднительно из-за ничтожно малых возмущений показателя преломления атмосферы и, как следствие, крайне низкой ЭПР образующегося облака.

4. Для практической реализации системы мониторинга необходима дальнейшая работа по учету реальных атмосферных условий, влияния влажности и разработке специализированных алгоритмов обработки радиолокационных сигналов.

Список литературы

1. Кочетова, Ж. Ю. Программное обеспечение для моделирования распространения облака аммиака при разгерметизации трубопровода / Ж.Ю. Кочетова, А.В. Шишкин, С.В. Внукова, А.В. Тронин // Сб. материалов

Всерос. научно-методической конференции «Физические основы наукоемких технологий». – Воронеж: ВГЛУ, 2024. – С. 56–62.

2. Дадонов, Ю. А., Дегтярев Д. В., Кручинина И. А. и др. Оценка риска аварий на магистральном аммиакопроводе «Тольятти-Одесса» / Ю.А. Дадонов, Д.В. Дегтярев, И.А. Кручинина и др. // Наука и техника. Безопасность труда в промышленности. – 2003. – № 10. – С. 27–30.

3. Беляков, Н. А. Механика сплошной среды / Н.А. Беляков, М.А. Карасев, В.Л. Трушко. – СПб: Санкт-Петербургский горный университет, 2019. – 114 с. ISBN 978-5-00105-420-7.

УДК 338.5

КОНЦЕПЦИЯ АДАПТИВНОГО МЕХАНИЗМА УЧЕТА ЗАТРАТ В РЕГУЛИРУЕМЫХ ТАРИФАХ НА ОПТОВОМ РЫНКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Любимова Н.Г., д-р экон. наук, профессор ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»

Кязимов А.О., аспирант ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», г. Москва, РФ
kyazimov-2011@mail.ru

***Аннотация.** Статья посвящена разработке концепции адаптивного механизма компенсации затрат для совершенствования тарифного регулирования на оптовом рынке электроэнергии. Цель исследования – преодоление противоречия между краткосрочной финансовой устойчивостью генерации и существующим перекрестным субсидированием между группами потребителей. На основе методов экономико-математического моделирования предложена трехблочная сценарно-параметрическая модель, обеспечивающая баланс между признанием объективно растущих издержек и стимулированием операционной эффективности.*

Ключевые слова: тарифное регулирование, оптовый рынок электроэнергии и мощности, компенсация затрат, экономико-математическая модель, сценарно-параметрический подход, адаптивный механизм.

THE CONCEPT OF AN ADAPTIVE COST ACCOUNTING MECHANISM IN REGULATED ELECTRICITY WHOLESALE MARKET TARIFFS

Liubimova N.G., Dr. Sci. (Economics), Professor, State University of
Management

Kiazimov A.O., postgraduate student, State University of Management,
Moscow, Russian Federation
kyazimov-2011@mail.ru

Abstract. *The article is devoted to the development of a concept for an adaptive cost compensation mechanism to improve tariff regulation in the wholesale electricity market. The aim of the study is to overcome the contradiction between the short-term financial stability of power generation and the existing cross-subsidization between consumer groups. Based on the methods of economic and mathematical modeling, a three-block scenario-parametric model is proposed, ensuring a balance between the recognition of objectively rising costs and the stimulation of operational efficiency.*

Keywords: *tariff regulation, wholesale electricity and capacity market, cost compensation, economic-mathematical model, scenario-parametric approach, adaptive mechanism.*

1. Введение.

Фундаментальная роль электроэнергетики в обеспечении экономического роста и социальной стабильности предъявляет особые требования к адаптивности ее механизма функционирования. Отрасль находится в состоянии постоянной технологической эволюции,

обусловленной глобальными трендами (декарбонизации и цифровизации) и национальными задачами (повышение надежности и эффективности). В этом контексте устойчивое развитие российской электроэнергетики напрямую зависит от обоснованности экономических стимулов, формирование которых в значительной мере определяется принципами ценового (тарифного) регулирования на оптовом рынке электрической энергии и мощности (далее - ОРЭМ). Важно отметить, что на ОРЭМ выделяют регулируемые тарифы (для населения и приравненных к нему категорий) и нерегулируемые (конкурентные) цены. Предметом исследования является исключительно экономические отношения регулируемого сектора ОРЭМ, объем продаж по которому составляет не более 20 %.

Законодательная основа, представленная Федеральным законом от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» [1] и Постановлением Правительства РФ от 29.12.2011 № 1178 «О ценообразовании...» [2], устанавливает базовые правила компенсации затрат субъектов генерации в части производства электрической энергии и мощности.

Анализ современной практики регулирования выявляет значительный системный разрыв: сложившийся механизм, унаследованный от реформ РАО «ЕЭС России» начала XXI века, обеспечивает финансовую устойчивость игроков рынка, но неэффективен для стратегического привлечения инвестиций в технологическое обновление производственных мощностей.

Совсем недавно, в 2022 г., проф. Я.М. Уринсон в своей статье [3] приводит одну из ключевых проблем - государственное регулирование электроэнергетики упрощается, заменяя анализ реальных потребностей энергокомпаний инфляционными потолками. Между тем не стоит забывать, что существенная часть генерирующих активов в РФ характеризуется критическим уровнем износа. Их замена требует реализации многолетних капиталоемких проектов с длительным сроком окупаемости.

Действующие методики тарифообразования, включая применяемые ФАС России подходы к расчету цен (тарифов) на электрическую энергию и

мощность, зачастую не обеспечивают достаточной предсказуемой обоснованности тарифов. Это создает «инвестиционный парадокс»: при формальном праве энергокомпаний на возврат капитала его реальное привлечение сопряжено с повышенными рисками из-за неопределенности в долгосрочных параметрах регулирования. Данный парадокс усугубляется системным перекрёстным субсидированием, при котором регулируемые тарифы для населения искусственно занижаются относительно экономически обоснованного уровня. Возникающий финансовый разрыв компенсируется за счёт завышения тарифов для других потребителей. Таким образом, перекрёстное субсидирование искажает ценовые сигналы и конкурентные условия. Это подрывает принцип «затратного» ценообразования и создаёт дополнительный регуляторный риск для инвесторов, вынужденных учитывать неопределённость в будущих объёмах и источниках покрытия капитальных затрат.

Особую остроту проблема приобретает в сегменте регулируемых тарифов на электрическую энергию и мощность на ОРЭМ. Жесткое регуляторное сдерживание тарифного роста, направленное на решение социальных задач, привело к формированию хронического разрыва между утвержденными ставками и экономически обоснованным уровнем затрат на производство электрической энергии. По оценкам компаний в рамках запроса Совета производителей энергии России в 2025 году, указанное отставание на протяжении последних десятилетий превышает 25 %.

Таким образом, актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью преодоления системного противоречия между краткосрочной социально-экономической стабилизацией и долгосрочными требованиями к технологическому развитию электроэнергетики. Целью исследования является разработка концептуальной экономико-математической модели, предназначенной для количественного обоснования параметров механизма компенсации затрат в регулируемых тарифах ОРЭМ, синхронизированного с долгосрочными сценариями развития энергосистемы и сокращением перекрестного субсидирования между группами потребителей.

Научная новизна данного исследования сосредоточена на разработке целеориентированной экономико-математической модели компенсации фактических затрат на производство электрической энергии и мощности, и внесении изменений в действующий процесс тарифообразования, закреплённой на законодательном уровне.

2. Методы и инструменты исследования

Для достижения поставленной цели в работе применен комплекс взаимодополняющих исследовательских методов. Методологическая платформа исследования построена на принципах системного анализа, позволяющего рассматривать задачу тарифного регулирования как многоуровневую структуру, где взаимодействуют экономические, технологические и правовые подсистемы.

Базой исследования послужили нормативно-правовые акты, регулирующие деятельность ОРЭМ. Детальный анализ нормативно-правовых актов, касающихся порядка расчета и утверждения регулируемых тарифов, позволил выделить ключевые формальные требования к компенсации затрат. Это обеспечило правовую корректность и реализуемость предлагаемых в модели решений.

Для верификации фактических условий функционирования генерации использовался метод анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятий энергетического сектора, представленной публичной отчетностью по стандартам МСФО и РСБУ, информацией, раскрываемой регулируемыми организациями согласно постановлению Правительства от 21.01.2004 №24 [4] и решениями регулирующих органов, находящимися в открытом доступе на официальном сайте ФАС России (fas.gov.ru). Это позволило получить структурированную информацию о составе и динамике операционных и капитальных затрат, их доле в выручке, а также выявить типовые проблемные зоны при их признании в тарифах (например, затраты на модернизацию, ремонты сверх нормативного объема). Основным инструментом разработки механизма компенсации выступил метод экономико-математического моделирования.

3. Анализ и обобщение результатов моделирования.

В центре исследования находится построение компенсирующей модели, формализующей процесс доведения фактических затрат до экономически обоснованного уровня и (или) использование эталонного подхода, заложенного в оценке операционных расходов территориальных сетевых компаний, сбытовых компаний в электроэнергетике. Под экономически обоснованным уровнем затрат понимается расчетная величина расходов, необходимых для осуществления регулируемой деятельности. Важным отличием экономически обоснованных затрат от фактических является наличие объективных стандартов (нормативов) расхода с учетом прогнозных цен на ключевые ресурсы.

Модель включает следующие ключевые блоки:

1) блок идентификации и классификации затрат. На этом этапе фактические затраты структурируются по статьям «топливо на технологические цели», «амортизация основных фондов», «оплата труда» и прочие) и отношению к регулируемой деятельности;

2) блок верификации и фильтрации. Основан на системе ограничений и фильтров (нормативные требования и принцип экономической обоснованности). Методы сравнительного анализа использованы для исключения неэффективных и экономически необоснованных расходов из регулируемых тарифов;

3) блок нормализации (доведения) признанных затрат до экономически обоснованной величины. На этом этапе применяются не нормативные, а сценарно-параметрические методы. Затраты проверяются на соответствие сценарным условиям Минэкономразвития РФ (ежегодно), рыночным ценам и целевым показателям эффективности.

В рамках эксперимента фактические совокупные затраты генерирующей компании были детализированы по ключевым статьям: «Топливо на технологические цели», «Ремонты и техническое обслуживание», «Оплата труда», «Амортизация основных фондов» и «Прочие расходы». На первом этапе был рассчитан экономически обоснованный тариф, способный покрыть эти издержки согласно

действующей методологии, основанной на анализе данных истекшего периода с нормативными корректировками.

На втором этапе те же фактические затраты были обработаны с использованием предложенной трехблочной модели. В блоке верификации и фильтрации для каждой статьи применялись специфические критерии:

1) для статьи «Топливо на технологические цели», на которой основан тариф на электрическую энергию, критерием является соответствие фактического удельного расхода топлива (г.у.т./кВт·ч) технологическому паспорту оборудования и перспективным целевым показателям энергоэффективности ценовых заявок на продажу электрической энергии с учетом соблюдения требований экономической обоснованности, закреплённой методикой ФАС России [5];

2) для прочих статей, на которых основан тариф на электрическую мощность, критерии определяются согласно постановлению правительства РФ [2]:

- для статьи «Ремонты и техническое обслуживание» - утвержденный проект производства электромонтажных работ, принятый на соответствующий год, и (или) использование эталонного подхода для определения величины соответствующих затрат;
- для статьи «Оплата труда» - произведение отраслевых нормативов численности и прогнозируемых уровней заработной платы в экономике с учетом индексов роста заработной платы, утвержденных Минэкономразвития России. Кроме того, в случае присоединения генерирующей компании к Отраслевому тарифному соглашению, определение экономически обоснованных затрат по статье осуществляется с учетом обязательств, зафиксированных в данном соглашении. Это обеспечивает правовую и социальную легитимность включаемых в тариф расходов на оплату труда.

В блоке нормализации отфильтрованные и признанные обоснованными затраты были скорректированы с учетом утвержденного сценария макроэкономического развития.

4. Выводы и рекомендации, перспективы развития поставленной проблемы.

Проведенное моделирование показывает, что разработанный адаптивный механизм не является инструментом для сдерживания или безусловного роста тарифов. Его ключевая функция — трансформация тарифообразования из процедуры аудита прошлого в инструмент управления будущей эффективностью. Модель обеспечивает финансовые условия для технологического развития, покрывая обоснованный рост одних затрат, и одновременно создает регуляторные стимулы для оптимизации других, выступая основой для сбалансированных и долгосрочно ориентированных решений регулирующих органов.

Список литературы

1. Федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» (ред. от 04.08.2023) // Собрание законодательства РФ. – 2003. – № 13. – Ст. 1177.

2. Постановление Правительства РФ от 29.12.2011 № 1178 «О ценообразовании в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике» (ред. от 22.02.2024) // Собрание законодательства РФ. – 2012. – № 2. – Ст. 290.

3. Уринсон, Я. М., Кожуховский, И. С., Сорокин, И. С. Реформирование российской электроэнергетики: результаты и нерешенные вопросы // Экономический журнал ВШЭ. 2020. – № 24(3). – С. 323-339. – DOI: 10.17323/1813-8691-2020-24-3-323-339.

4. Постановление Правительства РФ от 21.01.2004 № 24 «Об утверждении стандартов раскрытия информации субъектами оптового и розничных рынков электрической энергии» // Собрание законодательства РФ. – 2004. – № 4. – Ст. 282.

5. Приказ ФАС России от 27.03.2023 № 162/23 «Об утверждении требований экономической обоснованности ценовых заявок на продажу электрической энергии и методики определения соответствия ценовых заявок на продажу электрической энергии требованиям экономической обоснованности» // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202304280061> (дата обращения 27.01.2026).

УДК 338.2

ФОРМИРОВАНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ КОМПАНИЙ ТЭК В УСЛОВИЯХ НОВОЙ ИННОВАЦИОННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Любимова Н.Г., д-р экономических наук, профессор ФГБОУ ВО
«Государственный университет управления», г. Москва, РФ

Марамзин М.А., аспирант ФГБОУ ВО «Государственный университет
управления», г. Москва, РФ
maramzin-2017@mail.ru

Аннотация. В статье анализируются факторы конкурентоспособности компаний российского топливно-энергетического комплекса (ТЭК) в условиях глобальной трансформации. На основе теоретического анализа предложена иерархия внутренних факторов, разделяющая их на базовые (ресурсные) и стратегические. Особое внимание уделяется факторам, обеспечивающим переход от операционной эффективности к устойчивому стратегическому лидерству, включая экономические, технологические аспекты и человеческий капитал.

Ключевые слова: конкурентоспособность, топливно-энергетический комплекс, факторы конкурентоспособности, человеческий капитал, стратегическое управление, инновации.

FORMATION OF COMPETITIVENESS OF FUEL AND ENERGY ENTERPRISES IN THE NEW INNOVATIVE REALITY

Liubimova N.G., Dr. Sci. (Economics), Professor, State University of Management, Moscow, Russian Federation

Maramzin M.A., postgraduate student, State University of Management, Moscow, Russian Federation
maramzin-2017@mail.ru

Abstract. *The article analyzes the competitiveness factors of Russian fuel and energy complex companies in the context of global transformation. Based on a theoretical analysis, a hierarchy of internal factors is proposed, dividing them into basic (resource) and strategic ones. Special attention is paid to the factors ensuring the transition from operational efficiency to sustainable strategic leadership, including economic, technological aspects and human capital.*

Keywords: *competitiveness, fuel and energy complex, competitiveness factors, human capital, strategic management, innovation.*

1. Введение

В контексте глобального энергетического перехода, ускоренной цифровой трансформации и усиления геополитической нестабильности обеспечение устойчивой конкурентоспособности базовых отраслей промышленности приобретает характер стратегической задачи общегосударственного масштаба. Это обусловлено необходимостью поддержания экономического суверенитета, технологической устойчивости и долгосрочного развития в условиях структурных сдвигов в мировой экономике.

Российский топливно-энергетический комплекс, традиционно являющийся драйвером промышленности и ключевым источником экспортной выручки, сталкивается с необходимостью фундаментальной перестройки своей конкурентной модели. Устоявшаяся парадигма, основанная на масштабах сырьевой базы и доступности ресурсов, более не

обеспечивает устойчивых преимуществ на мировом рынке, где ценность смещается в сторону технологических решений и экологических стандартов.

Основная проблема заключается в методологическом противоречии между классическими экономическими теориями, акцентирующими на борьбе за материальные ресурсы, и требованиями новой реальности, где доминирующими источниками преимущества становятся скорость генерации знаний, адаптивность бизнес-моделей и способность к трансформации.

Цель исследования состоит в анализе системы факторов конкурентоспособности для компаний ТЭК и в обосновании перехода от операционного управления ресурсами к стратегическому инвестированию в нематериальные активы.

2. Теоретические основы и методы исследования

Теоретической основой служит синтез трех фундаментальных подходов к пониманию конкуренции. Поведенческая трактовка понятия, восходящая к трудам А. Смита и Д. Рикардо и развитая в модели пяти сил М. Портера, фокусируется на тактике рыночного соперничества за долю рынка и прибыль.

Структурный подход, ассоциируемый с работами Дж. Робинсон и Э. Чемберлина, объясняет ограничения и возможности, задаваемые рыночной архитектурой, что особенно релевантно для высококонцентрированного олигополистического рынка ТЭК.

Функциональная (шумпетерианская) концепция, напротив, рассматривает конкуренцию как механизм «созидательного разрушения», где двигателем прогресса выступает непрерывный инновационный процесс, а не статичное перераспределение ресурсов.

Анализ этих концепций и их применимости к специфике ТЭК позволяет определить методологический периметр исследования. В работе для решения поставленных задач применяется метод иерархической классификации, на основе которого предлагается структурирование внутренних факторов конкурентоспособности предприятий комплекса на

базовые (ресурсные) и стратегические. Сравнительный анализ различных трактовок понятия конкурентоспособности, а также методов ее оценки (индивидуальный, комплексно-групповой, интегральный) служит основой для формирования целостного подхода. Логическое моделирование использовано для обоснования взаимосвязи между инвестициями в нематериальные активы, технологическим развитием и переходом от операционной эффективности к устойчивому стратегическому лидерству в условиях новой инновационной реальности.

В современных рыночных условиях проблема обеспечения конкурентоспособности компании остается ключевой для экономической теории и промышленной практики. Данное понятие является комплексным и в научной литературе рассматривается с различных сторон.

Так, в соответствии с современными трактовками, конкуренция рассматривается как состязание хозяйствующих субъектов за наиболее выгодные условия приложения капитала, рынки сбыта и ресурсы, выступая действенным механизмом регулирования производства [1]. В этой логике конкурентоспособность можно понимать, как операционную способность компании к устойчивой и прибыльной деятельности в условиях такого соперничества, которая обеспечивается эффективным использованием организационно-управленческих, производственных, научно-технических и маркетинговых инструментов, соответствующих как ценовым, так и неценовым формам конкурентной борьбы.

С точки зрения рыночной динамики, Беренс В. и Хавранек П. определяют конкурентоспособность более конкретно, отмечая, что это все то, что способствует расширению производителем своей рыночной доли за счет конкурентов, а также наращиванию объёма продаж и укреплению рыночных позиций выпускаемой продукции.

Целью конкуренции по мнению Ежовой В. А. является борьба за максимальную прибыль, которая достигается за счет эффективного использования ограниченных экономических ресурсов [2].

Интегральный, системный подход отражен в определении И. Сергеева, который рассматривает конкурентоспособность как способность

предприятия производить конкурентоспособную продукцию за счет эффективного использования финансового, производственного и трудового потенциала. Аналогично, Антонов Г. Д. определяет управление конкурентоспособностью как обеспечение эффективного использования ресурсного потенциала организации для достижения долгосрочного рыночного преимущества [3].

Согласно распространенному подходу, конкурентоспособность хозяйствующего субъекта формируется также под влиянием уникальной совокупности специфических факторов, актуальных для конкретного предприятия в данных условиях. Данная позиция отражена в теории конкуренции М. Портера [4], где выделяются четыре взаимосвязанные детерминанты конкурентного преимущества:

- стратегия, структура фирм и интенсивность внутренней конкуренции;
- наличие и уровень развития родственных и поддерживающих отраслей;
- параметры факторов производства;
- параметры внутреннего спроса.

Первая группа детерминантов отражает особенности организации и управления компанией в условиях конкурентного соперничества с учётом региональной специфики. Наличие сильных локальных конкурентов стимулирует предприятие к повышению операционной эффективности, улучшению качества продукции, оптимизации цен и поиску новых конкурентных решений.

Значительную роль в создании и поддержании конкурентных преимуществ играют родственные предприятия, интегрированные в единую технологическую цепочку, а также поддерживающие компании, обеспечивающие снабжение, обмен идеями и доступ к специализированным ресурсам. Установление прочных связей с конкурентоспособными партнёрами из этих групп ускоряет внедрение инноваций, создавая основу для получения дополнительных конкурентных преимуществ.

Ключевое значение для формирования конкурентных позиций предприятия имеют факторы производства, которые М. Портер делит на две категории: исторические (природные и трудовые ресурсы) и развитые (ресурсы знаний, капитал, инфраструктура). Дефицит исторических (базовых) факторов часто выступает стимулом для совершенствования развитых, что в итоге способствует активизации инновационной деятельности и росту производственной эффективности.

Таким образом, в основе долгосрочной конкурентоспособности лежит сбалансированное развитие внутреннего потенциала компании и ее рыночной позиции. Критическую роль в этом процессе играет грамотная инвестиционная и инновационная политика, а также рациональное использование всех видов ресурсов, включая человеческий потенциал.

3. Анализ и обсуждение полученных данных

Конкурентоспособность предприятия может быть оценена на различных уровнях. На оперативном уровне оценивается конкурентоспособность продукции на базе трех методологических подходов. Индивидуальный подход предполагает экспертную оценку потребительских характеристик продукции, что позволяет отразить ее ценность, при этом отличается субъективностью. Комплексно-групповой подход основан на сравнении изделий предприятия с отраслевым эталоном по специально разработанным факторам конкурентоспособности. Интегральный метод предусматривает синтез разнородных параметров в единый обобщающий критерий, например, индекс или рейтинг, хотя при этом возникает сложность в обосновании весовых коэффициентов.

На тактическом уровне конкурентоспособность предприятия оценивается через призму его текущего и перспективного финансового состояния. Ключевое влияние оказывают следующие группы показателей: прибыльность (отражающая эффективность использования капитала и рост потенциала); ликвидность (характеризующая платежеспособность); структура затрат (включая абсолютные и относительные измерители); показатели структуры капитала и оборачиваемости активов. Динамика этих индикаторов служит ориентиром для принятия управленческих решений.

Стратегический уровень конкурентоспособности находит свое отражение в инвестиционной привлекательности компании, основным индикатором которой является рост ее рыночной стоимости. Данный параметр свидетельствует о способности организации конкурировать за финансовые ресурсы. Базовым способом оценки инвестиционной привлекательности выступает анализ ретроспективных показателей финансового состояния, базирующихся на данных бухгалтерской отчетности.

Ключевым направлением для компаний топливно-энергетического комплекса должен стать стратегический сдвиг в распределении инвестиционных ресурсов: от наращивания физических мощностей к финансированию научно-технологических разработок и программ цифровой трансформации.

4. Выводы и перспективы развития поставленной проблемы

Таким образом, конкурентоспособность российского ТЭК в современных условиях определяется не столько объемами ресурсной базы, сколько способностью к технологической модернизации, адаптивностью и операционной эффективностью. Основой для успешной конкурентной борьбы в настоящее время являются идеи маркетинга, инновационного и стратегического менеджмента, реализуемые через повышение качества, дифференциацию рынков, диверсификацию производства и логистику. Принципиальное значение приобретает формирование условий для оптимизации использования всех ресурсов, включая материально-техническую базу и человеческий капитал, на основе стратегического планирования и постоянного улучшения процессов путем внедрения новых технологий.

Широкий спектр деятельности предприятий ТЭК и высокий рыночный спрос создают предпосылки для достижения лидерских позиций. Ключевыми факторами, обеспечивающими эту конкурентоспособность, являются:

- оптимизация производственных процессов, нацеленная на снижение издержек и рациональное использование ресурсов;

- внедрение инновационных технологий добычи, производства и распределения энергоресурсов;
- диверсификация и гибкость в поставках для адаптации к изменяющимся рыночным условиям;
- надежная система контроля качества и безопасности на всех этапах;
- развитая инфраструктура и логистика, обеспечивающая стабильность поставок;
- укрепление партнерских отношений с другими участниками рынка и государственными органами [5].

Переход к модели устойчивого стратегического лидерства требует комплексного подхода, интегрирующего организационные инновации, технологическое развитие и эффективное использование всех видов ресурсов. Реализация этой задачи зависит от скоординированных действий корпоративных структур, научного сообщества и государства, направленных на создание благоприятных условий для глубокой трансформации отраслевой модели в направлении повышения её гибкости, технологичности и адаптивности к глобальным вызовам.

Список литературы

1. Криворотов, В. В. Обеспечение безопасного конкурентного развития отечественных компаний : монография / В. В. Криворотов, А. В. Калина, С. Е. Ерыпалов, Г. Л. Кондрашкин, Р. В. Левшенюк ; под ред. В. В. Криворотова. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2024. – 227 с. – ISBN 978-5-238-03971-8.

2. Ежова, В. А. Конкурентоспособность организации: Учебное пособие / В. А. Ежова. — СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2022. — 38 с. — ISBN 978-5-91646-315-6.

3. Антонов, Г. Д. Управление конкурентоспособностью организации: учебник / Г.Д. Антонов, О.П. Иванова, В.М. Тумин. — 2-е изд., испр. — Москва : ИНФРА-М, 2025. — 300 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-16-020502-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2178526> (дата обращения: 16.01.2026).

4. Портер, М. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов : методические рекомендации / М. Портер. - 6-е изд. - Москва: Альпина Паблишер, 2026. - 456 с. - ISBN 978-5-9614-5752-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2234269> (дата обращения: 19.01.2026)

5. Кузнецова, Е. Ю. Конкурентоспособность фирмы : учебное пособие / Е. Ю. Кузнецова. — Екатеринбург : УГТУ–УПИ, 2007.

УДК 657.1:004.8

**ИНТЕГРАЦИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМУ
БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ,
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Мирзоева А.Р., канд .экон. наук, доцент

ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик, РФ

angelika_h1975@mail.ru

Паштов А.Б., магистрант направления подготовки «Экономика»

ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик, РФ

alan.paschtov.07@mail.ru

***Аннотация.** В статье исследуется влияние цифровых технологий на трансформацию бухгалтерского учета. Проведен сравнительный анализ воздействия блокчейна, искусственного интеллекта и больших данных на методологию учета, учетный процесс, роль бухгалтера и формирование отчетности. Систематизированы преимущества и ограничения каждой технологии, определены стадии их практического внедрения. Выявлены проблемы цифровой трансформации учета, включая технологические, методологические, нормативно-правовые, организационные и этические аспекты. Определены ключевые тенденции развития бухгалтерского учета в условиях цифровизации.*

Ключевые слова: цифровая трансформация бухгалтерского учета, блокчейн, искусственный интеллект, большие данные, трансформация профессии бухгалтера.

INTEGRATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES INTO THE ACCOUNTING SYSTEM: CURRENT STATE, PROBLEMS, AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Mirzoeva A.R., Cand. Sc. (Economics), Associate Professor
Kabardino-Balkarian State Agrarian University, Nalchik, Russian Federation
angelika_h1975@mail.ru

Pashtov A.B., Master's Student in Economics
Kabardino-Balkarian State Agrarian University, Nalchik, Russian Federation
alan.pashtov07@mail.ru

Abstract. *The article examines the impact of digital technologies on the transformation of accounting. A comparative analysis of the influence of blockchain, artificial intelligence, and big data on accounting methodology, accounting processes, the role of accountants, and reporting is conducted. The advantages and limitations of each technology are systematized, and stages of their practical implementation are determined. The problems of digital transformation of accounting, including technological, methodological, regulatory, organizational, and ethical aspects, are identified. Key trends in the development of accounting in the context of digitalization are defined.*

Keywords: *digital transformation of accounting, blockchain, artificial intelligence, big data, transformation of the accounting profession.*

Эволюция бухгалтерского учета на современном этапе характеризуется кардинальной перестройкой его методологического фундамента и практического инструментария под воздействием революционных цифровых технологий. Процесс цифровизации учета не ограничивается автоматизацией стандартных операций, а формирует

качественно новую концепцию учетно-аналитической работы, интегрирующую распределенные реестры, искусственный интеллект и технологии обработки больших данных в целостную цифровую экосистему.

Научное сообщество предлагает различные интерпретации глубины влияния цифровых инноваций на базовые принципы учетной науки. Агеева О. А. отстаивает концепцию радикальных преобразований, доказывая, что цифровые технологии создают новую учетную парадигму, где классические принципы документирования, двойной записи и периодической отчетности уступают место концепциям распределенного консенсуса, алгоритмической генерации учетных записей и непрерывной отчетности в реальном времени [1]. Альтернативную позицию представляет Каморджанова Н. А., акцентируя внимание на стабильности методологической основы бухгалтерии и утверждая, что несмотря на революционный потенциал цифровых технологий, фундаментальные учетные принципы сохраняют свою релевантность, адаптируясь к технологическим инновациям без потери своей сущности [3].

Приведем сравнительную характеристику влияния цифровых технологий (блокчейна, искусственного интеллекта и больших данных) на систему бухгалтерского учета. Анализ охватывает восемь фундаментальных аспектов трансформации учетной системы, демонстрируя многогранность цифровых преобразований в профессиональной сфере.

В области методологии учета блокчейн способствует развитию концепции тройной записи (расширение традиционной двойной записи третьим измерением - распределенной верификацией) и трансформации принципа документирования через формирование распределенных учетных регистров. Искусственный интеллект влияет на трансформацию профессионального суждения, развитие адаптивных методов учета и автоматизацию формирования учетной политики. Технологии больших данных изменяют концепцию существенности, расширяют объекты учета и обеспечивают интеграцию финансовой и нефинансовой информации.

Трансформация учетного процесса под влиянием блокчейна характеризуется автоматизацией регистрации операций посредством смарт-контрактов, распределенным подтверждением транзакций и непрерывной верификацией данных. Искусственный интеллект обеспечивает интеллектуальную обработку первичной информации, автоматическую классификацию операций и выявление аномалий и ошибок. Большие данные способствуют непрерывному мониторингу финансовых показателей, интеграции данных из различных источников и многомерному анализу информации.

Роль бухгалтера претерпевает существенные изменения: при внедрении блокчейна происходит смещение от регистрации операций к проектированию и валидации смарт-контрактов и контролю функционирования блокчейн-систем. Искусственный интеллект переориентирует деятельность бухгалтера с рутинных операций на интерпретацию результатов ИИ-анализа и работу с алгоритмами и моделями. Большие данные требуют развития компетенций в области анализа данных, формирования многомерных учетных моделей и стратегической аналитики.

В сфере отчетности блокчейн обеспечивает возможность непрерывной отчетности в режиме реального времени, повышение достоверности за счет криптографической верификации и многосторонний аудит. Искусственный интеллект способствует автоматизации формирования отчетности, интеллектуальной интерпретации показателей и проведению сценарного анализа. Большие данные позволяют создавать интегрированную отчетность, включающую финансовые и нефинансовые данные, и персонализировать отчетность для различных стейкхолдеров.

Ключевые преимущества блокчейна включают повышение достоверности данных, прозрачность учетных процессов, автоматизацию операций и снижение затрат на сверку данных. Искусственный интеллект обеспечивает сокращение трудоемкости учетных операций, уменьшение ошибок, поддержку принятия решений и предиктивную аналитику. Большие данные расширяют информационную базу, повышают

аналитичность и способствуют переходу от ретроспективного к предиктивному учету.

Основные проблемы и ограничения блокчейна связаны с высокими затратами на внедрение, правовой неопределенностью, проблемами масштабируемости и консерватизмом профессионального сообщества. Искусственный интеллект сталкивается с проблемами непрозрачности алгоритмических решений, зависимости от качества данных, этических вопросов и рисками переоценки возможностей ИИ. Для больших данных характерны проблемы обеспечения достоверности разнородных данных, вопросы конфиденциальности и сложность интерпретации результатов анализа.

По стадии практического внедрения блокчейн находится на начальной стадии (пилотные проекты, экспериментальные платформы, отдельные элементы в существующих системах). Искусственный интеллект достиг средней стадии внедрения (коммерческие решения для отдельных участков учета, интеграция в существующие учетные системы). Большие данные характеризуются продвинутой стадией внедрения (широкое применение аналитических платформ, интеграция с ERP-системами, специализированные решения).

Интеграция блокчейна, искусственного интеллекта и технологий больших данных в единую цифровую экосистему представляет собой наиболее многообещающее направление цифровой трансформации бухгалтерского учета, обеспечивая синергетический эффект от комбинирования преимуществ каждой технологии. Данный синтез, по нашему мнению, формирует кардинально новую архитектуру учетно-аналитических систем, где блокчейн гарантирует аутентичность и неизменность данных, искусственный интеллект обеспечивает их интеллектуальную обработку и интерпретацию, а технологии больших данных реализуют всесторонний анализ и создают информационный фундамент для принятия управленческих решений.

Практическая реализация интеграции цифровых технологий в учетные системы воплощается в блокчейн-платформах с

интегрированными алгоритмами машинного обучения для автоматической классификации и верификации транзакций; системах предиктивной аналитики, объединяющих учетные данные с информацией из различных внутренних и внешних источников; интеллектуальных учетных системах, автоматизирующих полный цикл обработки финансовой информации от регистрации первичных документов до формирования отчетности и аналитических выводов.

Эффективное внедрение цифровых технологий в учетные процессы требует, на наш взгляд, комплексного подхода, включающего трансформацию нормативно-правовой базы, развитие профессиональных компетенций, адаптацию методологии учета и формирование соответствующей организационной культуры.

Несмотря на значительный потенциал цифровых технологий для трансформации бухгалтерского учета, их практическое внедрение сопряжено с рядом существенных проблем и ограничений. Нами выделены следующие группы проблем [4]:

- технологические проблемы: недостаточная зрелость некоторых технологий, особенно блокчейна; проблемы масштабируемости и производительности; сложности интеграции новых технологий с существующими учетными системами; технологические риски, связанные с информационной безопасностью;

- методологические проблемы: отставание методологии учета от развития технологий; отсутствие стандартов учета для новых типов цифровых активов и операций; необходимость адаптации принципов учета к возможностям новых технологий; проблемы сопоставимости и сравнимости данных в условиях технологической трансформации;

- нормативно-правовые проблемы: неопределенность правового статуса блокчейн-записей; регуляторные ограничения на использование искусственного интеллекта в финансовой сфере; проблемы защиты персональных данных при использовании технологий больших данных; отсутствие специализированных норм для регулирования цифровых учетных систем;

- организационные проблемы: высокие затраты на внедрение и обслуживание цифровых систем; сопротивление изменениям со стороны персонала; недостаток квалифицированных специалистов; сложности управления организационными изменениями;

- этические проблемы: риски алгоритмической предвзятости при применении искусственного интеллекта; вопросы распределения ответственности за алгоритмические решения; проблемы прозрачности и объяснимости автоматизированных решений; вопросы конфиденциальности при обработке больших массивов данных.

Несмотря на существующие проблемы и ограничения, перспективы цифровой трансформации бухгалтерского учета представляются весьма значительными. По-нашему мнению, ключевыми тенденциями будут:

- развитие концепции непрерывного учета, предполагающей переход от периодической к непрерывной обработке учетной информации в режиме реального времени;

- формирование экосистемного подхода к организации учетно-аналитической деятельности, основанного на интеграции различных информационных систем и технологий в единую цифровую среду;

- персонализация учетной информации для различных категорий пользователей на основе технологий искусственного интеллекта и больших данных;

- развитие предиктивной функции учета, смещающей акцент с ретроспективного отражения фактов хозяйственной жизни на прогнозирование финансовых показателей и оценку различных сценариев развития;

- автоматизация нормативно-правового соответствия на основе интеллектуальных алгоритмов, обеспечивающих мониторинг изменений в законодательстве и автоматическую адаптацию учетных систем.

Таким образом, наиболее значимый потенциал цифровой трансформации связан не с изолированным применением отдельных технологий, а с их интеграцией в единую цифровую экосистему, обеспечивающую синергетический эффект и формирующую

принципиально новую архитектуру учетно-аналитических систем. Такая интеграция создает основу для развития новых концепций учета, включая непрерывный учет, когнитивный учет, предиктивный учет и экосистемный учет, существенно расширяющих функциональные возможности и роль учетно-аналитических систем в управлении организацией.

Список литературы

1. Агеева, О. А. Трансформация методов бухгалтерского учета в условиях цифровой экономики / О. А. Агеева // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2020. – Т.10, № 2-1. С.241-248.

2. Бухгалтерский учет в XXI веке: монография / под ред. Ю. Н. Гузова, В. В. Ковалева, О. Л. Маргания. – СПб.: Скифия-принт, 2021. – 266 с. ISBN 978-5-98620-533-5.

3. Каморджанова, Н. А. Цифровая трансформация в XXI веке: изменения в профессиях / Н. А. Каморджанова // Стратегии развития предпринимательства в современных условиях : Сборник научных трудов III международной научно-практической конференции. Санкт-Петербургский государственный экономический университет. 2019. – С. 120-122.

4. Шогенов, Б. А. Трансформация бухгалтерского учета и аудита в эпоху цифровизации: проблемы и перспективы / Б. А. Шогенов, А. Р. Мирзоева, М. К. Жангериева. – Москва : Издательство "Перо", 2025. – 206 с.

УДК 371.84

**СОЗДАНИЕ МАКЕТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ
И АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ
ТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ**

Митрофанов А. С., педагог дополнительного образования

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Средняя
общеобразовательная школа № 22 имени Героя Российской Федерации
Д. Е. Иванова» г. Тамбова, детский технопарк «Кванториум-Тамбов»
г. Тамбов Тамбовской области, Российская Федерация

kvantorium68@yandex.ru

***Аннотация.** В современном образовательном процессе 3D-моделирование и аддитивные технологии открывают широкие возможности для проектной деятельности. Их комплексное применение позволяет: создавать высокоточные макеты различной сложности; разрабатывать формы для серийного производства типовых блоков и архитектурных элементов в уменьшенном масштабе; оптимизировать временные и ресурсные затраты на изготовление прототипов; формировать у обучающихся навыки планирования и организации производственного процесса; развивать пространственное мышление и инженерную грамотность.*

***Ключевые слова:** аддитивные технологии, 3D-моделирование, макетирование, САПР, силиконовая форма, гипсовая смесь.*

**CREATION OF LAYOUTS USING 3D MODELING
AND ADDITIVE TECHNOLOGIES WHEN IMPLEMENTING
ADDITIONAL TECHNICAL PROGRAMS**

Mitrofanov A., teacher of additional education

Municipal Autonomous Educational Institution Secondary School No. 22 named
after D. E. Ivanov, Hero of the Russian Federation, Tambov

Tambov, Tambov Region, Russian Federation

kvantorium68@yandex.ru

Abstract. *In the modern educational process, 3D modeling and additive technologies open up broad opportunities for project activities. Their comprehensive application allows for: creating highly accurate models of various complexity; developing forms for the serial production of standard blocks and architectural elements on a reduced scale; optimizing the time and resource costs for the production of prototypes; developing students' skills in planning and organizing the production process; and developing spatial thinking and engineering literacy.*

Keywords: *additive technologies, 3D modeling, mock-up, CAD, silicone mold, plaster mixture.*

Детский технопарк «Кванториум-Тамбов» функционирует на базе МАОУ СОШ №22. Здесь реализуются дополнительные общеобразовательные общеразвивающие программы технической направленности для детей 10-18 лет. Уже семь лет в детском технопарке «Кванториум-Тамбов» успешно реализуется ежегодный проект «Инженерные каникулы», нацеленный на привлечение детей и молодежи к изучению и практическому применению наукоемких технологий, на популяризацию исследовательской и изобретательской деятельности в областях научно-инженерного творчества и повышение интереса детей к проблемам и перспективам исследований и разработок в технических и естественно-научных направлениях. Программа инженерных каникул реализуется в форме экскурсий, дней открытых дверей, мастер-классов, игровых занятий. Школьникам демонстрируются образовательные возможности и ключевые направления деятельности Кванториума.

Одним из самых популярных и содержательных мероприятий проекта является образовательный интенсив «Макетирование старинного фортификационного сооружения».

В ходе образовательного интенсива участники под руководством наставников проходят полный цикл создания макета:

- проектируют детали в системах автоматизированного проектирования;
- изготавливают формы для отливки;
- отливают элементы макета из гипса;
- собирают и декорируют готовую модель.

Ниже представлен подробный разбор технологического процесса на примере создания макета форта Боярд.

Этап 1. Изготовление силиконовой формы для отливки блоков макета

1.1. Проектирование матрицы в САПР.

В системе «Компас 3D» разрабатывается матрица, рассчитанная на 88 блоков (рис. 1). При проектировании используются базовые инструменты, доступные обучающимся на начальном уровне владения программой. Это позволяет вовлечь в процесс участников с разным уровнем подготовки.



Рисунок 1 – Матрица, напечатанная на 3D-принтере из пластика PLA

1.2. Печать матрицы и подготовка к заливке силикона.

Готовая матрица выводится на 3D-принтер и изготавливается из биоразлагаемого пластика PLA. После печати поверхность матрицы обрабатывается разделительным составом (вазелином) для облегчения последующего извлечения силиконовой формы.

1.3. Заливка силиконовой смеси.

В подготовленную матрицу заливается двухкомпонентный литьевой силикон, смешанный в соответствии с инструкцией производителя (рис. 2).

Форма выдерживается в матрице в течение 24 часов для полной полимеризации.

1.4. Извлечение силиконовой формы.

После отверждения силикона форма аккуратно извлекается из матрицы (рис. 3). Полученная силиконовая форма становится многоразовой оснасткой для производства гипсовых блоков.



Рисунок 2 – Процесс заливки силиконовой смеси



Рисунок 3 – Процесс снятия готовой формы

Этап 2. Производство гипсовых блоков с использованием силиконовых форм

Материал и пропорции.

Для изготовления блоков применяется гипс марки Г-5. Оптимальное соотношение гипса и воды составляет 2:1.

Преимущества силиконовых форм.

Ключевое достоинство силиконовых отливок — их многократное использование. Экспериментально установлено, что одна форма выдерживает 160–200 циклов заливки гипса Г-5 без существенной потери качества поверхности блоков. Это делает технологию экономически выгодной и позволяет масштабировать производство элементов макета.

Процесс заливки и извлечения.

1. Силиконовая форма тщательно очищается и при необходимости обрабатывается разделительным составом.
2. Готовая гипсовая смесь заливается в форму (рис. 4).



Рисунок 4 – Силиконовая форма, заполненная гипсовой смесью

3. После схватывания гипса (5–10 минут) форма аккуратно раскрывается, и блок извлекается.
 4. Блоки просушиваются перед дальнейшей обработкой и сборкой.
- Итоги работы.

По завершении образовательного интенсива участники представляют готовый макет форта Боярд (рис. 5). Типовые параметры итоговой модели:

- габариты: ДхШхВ=800×600×400 мм (могут варьироваться в зависимости от конкретного проекта);
- вес: около 12 кг (с учётом основания и декоративных элементов).



Рисунок 5 – Процесс сборки форта из изготовленных гипсовых блоков

Образовательные результаты:

- освоение базовых навыков 3D-моделирования в САПР;
- знакомство с технологиями 3D-печати и силиконового формования;
- приобретение практических умений работы с гипсом и отделочными материалами;
- развитие проектной мышления и навыков командной работы;
- формирование инженерного мышления и пространственного воображения.

Таким образом, интеграция 3D-моделирования и аддитивных технологий в образовательный процесс позволяет не только создавать

качественные макеты, но и эффективно развивать технические компетенции обучающихся.

Список литературы

1. Мареев, А. С. Компьютерное 3D-моделирование, сложности при печати 3D-моделей и полученные результаты / А. С. Мареев, В. Г. Вервекин // Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании. – 2016. – №. 9(47). – С. 53-58.

2. Полякова, О. М. Новые технологии архитектурного макетирования в профессиональной ориентации и подготовке кадров / О.М. Полякова, Р.В. Гринев // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов : Сборник трудов пятого международного экологического конгресса (седьмой международной научно-технической конференции), 16–20 сентября 2015 года, г. Самара-Тольятти, Россия: АНО “Издательство СНЦ”, 2015. Т.3 – С. 83–89.

3. Чернов, М. А. Технологии проектной деятельности как средство развития творческих способностей детей (на примере макетирования) / М.А. Чернов // Перспективы развития современного гуманитарного знания. – 2023. – С. 383–387.

УДК 004.4'242

ФОРМАЛЬНЫЙ ЯЗЫК КОНФИГУРИРОВАНИЯ БАЗОВОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИКЛАДНОЙ СИСТЕМЫ

Пацева Л. Ю., старший научный сотрудник,
Северодонецкий технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»,
г. Северодонецк, ЛНР, РФ
ply71@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме автоматизации подготовки прикладного программного обеспечения для сложных программно-технических систем, изготавливаемых методом агрегатирования унифицированных компонентов. Предлагается решение в виде формального языка конфигурирования, который позволяет структурированно описывать параметры системы и используется для автоматической генерации исходных текстов прикладных программ. В работе рассматриваются лексические, синтаксические и семантические правила языка, его типы данных и практические примеры применения. Использование предлагаемого подхода позволяет снизить затраты на разработку и модификацию прикладного программного обеспечения.

Ключевые слова: конфигурирование, базовое программное обеспечение, лексема, формальный язык, файл-шаблон.

A FORMAL CONFIGURATION LANGUAGE FOR THE BASIC SOFTWARE OF AN APPLICATION SYSTEM

Patseva L.Iu., Senior Researcher,

Severodonetsk Technological Institute (Branch) Federal State Budgetary Educational Institution Of Higher Education «Lugansk Vladimir Dahl State University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation

ply71@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the problem of automating the preparation of application software for complex software and hardware systems manufactured by aggregating unified components. A solution is proposed in the form of a formal configuration language that allows for a structured description of system parameters and is used for automatic generation of application program source texts. The paper examines the lexical, syntactic, and semantic rules of the language, its data types, and practical application examples. Using the proposed approach makes it possible to reduce the cost of developing and modifying application software.

Keywords: configuration, basic software, token, formal language, template file.

Введение. Проблема автоматизации подготовки прикладного программного обеспечения больших проектно-компонуемых программно-технических систем, таких как автоматизированные системы контроля и управления в различных областях промышленности и энергетики, решалась и решается с помощью специализированных систем автоматизированного проектирования (далее – специализированные САПР). Затраты на разработку и модификацию таких специализированных САПР бывают сопоставимы с затратами на разработку самой системы контроля и управления. В этом случае необходимо найти разумный баланс между уровнем автоматизации подготовки прикладного программного обеспечения и затратами на разработку специализированной САПР.

Постановка задачи. Чтобы минимизировать общие затраты на автоматизацию процесса конфигурирования базового программного обеспечения для прикладной системы и на разработку/модификацию специализированной САПР целесообразно использовать единый подход в разработке. Для этого предлагается разработать такой формальный язык, который обеспечивает формализованное и структурированное описание:

- с одной стороны, общих параметров прикладной системы и характеристик технических средств прикладной системы, а также внешних объектов и сигналов;
- с другой стороны, параметров и свойств самой специализированной САПР.

Первым условием для обеспечения возможности автоматизированного проектирования прикладного программного обеспечения является модульная архитектура базового программного обеспечения, например, в виде типовых функциональных блоков на специализированном языке программирования. Типовые функциональные блоки могут выполнять различные функции от визуализации состояния объекта на мониторе оператора до формирования управляющего сигнала в программируемом логическом контроллере. У таких типовых функциональных блоков есть параметры (входные, выходные, настроечные), а также predetermined последовательность вызова в прикладной программе.

Поскольку, система взаимодействует с внешними объектами посредством электрических сигналов или цифровых сообщений, состав и характеристики которых определяются проектной документацией, то вторым условием для обеспечения возможности автоматизированного проектирования прикладного программного обеспечения является сформированная электронная база исходных проектных данных о внешних объектах и сигналах (далее – данные предметной области).

Третьим условием для обеспечения возможности автоматизированного проектирования прикладного программного обеспечения являются подготовленные файл-шаблоны, которые содержат элементы исходного кода прикладных программ либо параметры настройки базового программного обеспечения, а также инструкции для замены условных параметров на фактические данные предметной области.

Результаты. Разработанный формальный язык конфигурирования базового программного обеспечения для прикладной системы (далее – формальный язык «Конфиг.БАЗА») определяет пять типов данных (рис. 1): три общих (текст, число, список) и два специализированных (список сигналов, список объектов).

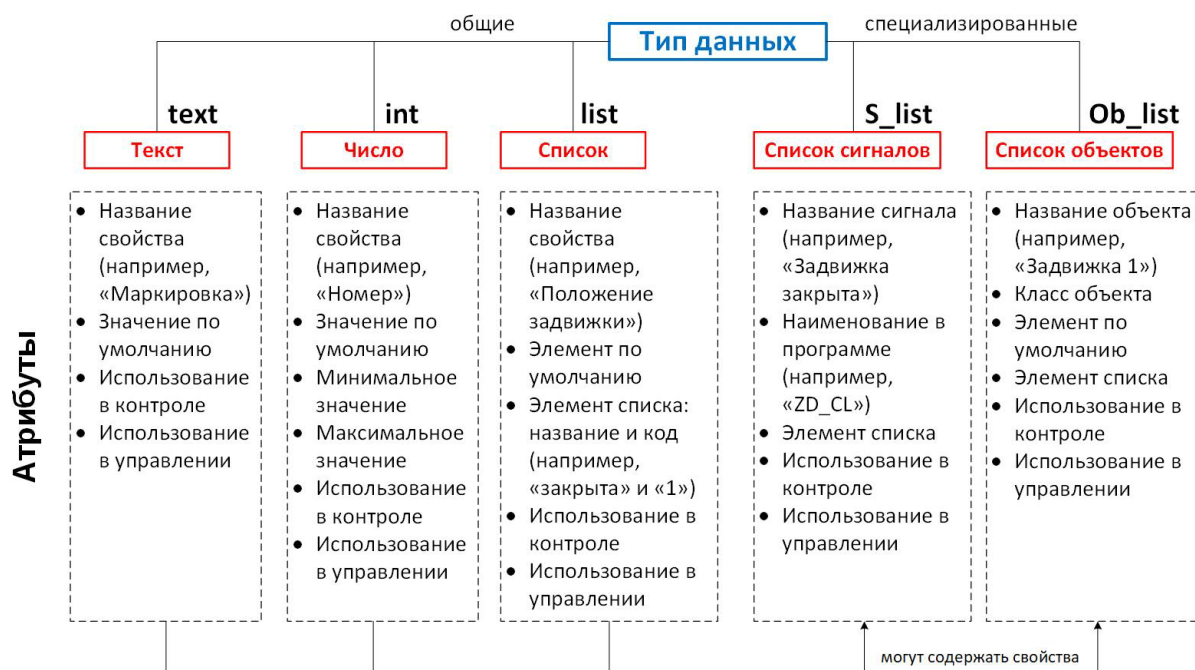


Рисунок 1 – Типы данных формального языка «Конфиг.БАЗА»

Каждый тип данных характеризуется своим набором атрибутов. При этом специализированные типы данных могут содержать атрибуты второго уровня, определенные общими типами данных.

Рассмотрим на конкретном примере использование типов данных для описания свойств внешнего объекта. Например, исполнительный механизм типа «задвижка» имеет в прикладной системе маркировку «ТОЧКА1», уникальный номер 2003 и predetermined значения конечных положений: 1 – для положения «закрыта», 2 – для положения «открыта», которые формируются в системе согласно принимаемым сигналам «Контроль_З», «Контроль_О» от концевиков исполнительного механизма. На формальном языке «Конфиг.БАЗА» описание свойств исполнительного механизма «задвижка» выполняется с помощью следующих типов данных:

- текст для свойства «маркировка»;
- число для свойства «уникальный номер»;
- список для свойства «положение задвижки»;
- список сигналов для сигналов от концевиков;
- список объектов для объекта «задвижка» в целом.

Для описания свойств объекта предлагается использовать стандартизированный структурированный язык разметки XML [1]. Специализированная САПР будет создавать конфигурационные XML-файлы на основании файл-шаблонов и заполнять информацией из базы данных предметной области. База данных предметной области должна храниться в унифицированном электронном виде, например, в формате Excel или SQL.

На языке разметки XML описание свойств «маркировка» и «уникальный номер» для рассматриваемого в качестве примера исполнительного механизма типа «задвижка» будет выглядеть, как представлено на рисунках 2 и 3 соответственно.

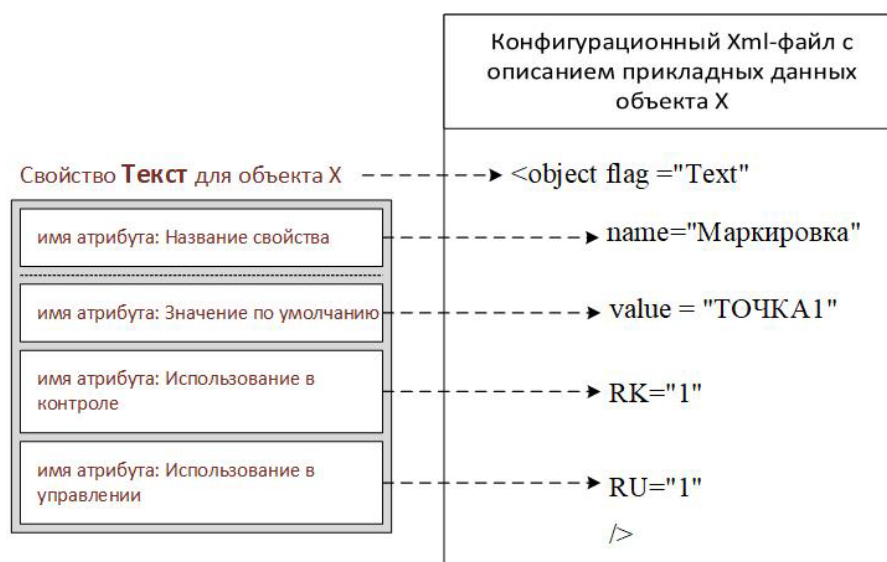


Рисунок 2 – Пример описания свойства с типом данных текст

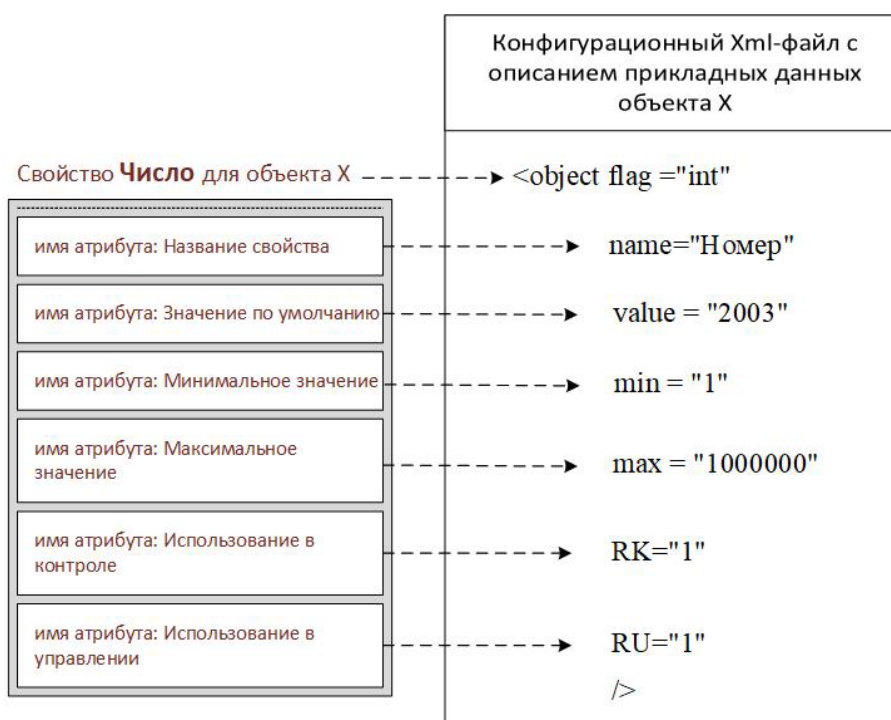


Рисунок 3 – Пример описания свойства с типом данных число

Формальный язык «Конфиг.БАЗА» определяет набор лексических, синтаксических и семантических правил и базируется на регулярной (автоматной) грамматике [2].

На этапе лексического анализа специализированная САПР в файл-шаблонах распознает и извлекает лексические единицы (лексемы). Общие характеристики лексем:

- лексема выделяется с двух сторон ограничителем «эт» (@);
- части одной лексемы могут разделяться символом «точка с запятой» (;);
- часть лексемы, выделенная с двух сторон символом «восклицательный знак» (!) указывает на условие, которое необходимо проверить на правильность выполнения;
- лексема, включающая в себя символ «стрелка» (->), содержит ссылку на другой объект;
- лексема, выделенная с двух сторон символом «процент» (%), устанавливает необходимость описания параметров с упаковкой в байт;
- часть лексемы, выделенная символами «квадратные скобки» ([]), является необязательным параметром для генерации результирующих файлов;
- лексема, включающая в себя символ «амперсанд» (&), отделяет данные о сигналах от данных объектов;
- лексема, выделенная символом «астериск» (*), содержит комментарий;
- лексема, выделенная с двух сторон символами «угловые скобки» (<>), содержит ключевое слово, определяющее имя файл-шаблона для добавления в результирующий файл генерации (аналог #include в языке C);
- в лексемах может использоваться последовательность символов, состоящая из букв латинского алфавита A-z, букв кириллического алфавита А-я, цифр 0-9, а также пробелов;
- зарезервированы служебные слова: text, int, list, S_list, Ob_list – для типов данных (рис. 1), name, value, RK, RU, sign, cross и пр. – для атрибутов типов данных, eng, rus — для выбора алфавита латинского или кириллического.

На этапе синтаксического и семантического анализа специализированная САПР проверяет на корректность структуру лексем, извлеченных на этапе лексического анализа. Если структура лексемы корректна, то выполняется распознавание задания для действия, которое необходимо выполнить, и это действие выполняется. В формальном языке «Конфиг.БАЗА» предусмотрены следующие действия:

- заменить лексему на фактическое значение параметра из конфигурационного XML-файла с данными предметной области в соответствии с указанным форматом данных;
- для заданного условия проверить его выполнимость и, если условие выполняется, заменить лексему на фактическое значение параметра из конфигурационного XML-файла с данными предметной области.

Если специализированная САПР распознает в лексеме задание на безусловную замену формального параметра на фактический, то вначале определяет тип данных свойства и имя атрибута «Название свойства», после чего выполняет поиск в конфигурационном XML-файле значения атрибута «Значение по умолчанию» для этого свойства объекта. Если такое значение найдено, то специализированная САПР выполняет автоматическую замену лексемы на фактическое значение параметра. Если в лексеме для фактического значения задан формат представления (например, текст выводить буквами кириллического алфавита или выполнить транслитерацию буквами латинского алфавита), то дополнительно выполняется преобразование формата. Примеры замены лексемы на конкретные данные предметной области для свойств «маркировка» и «уникальный номер» исполнительного механизма приведены на рисунках 4 и 5 соответственно.

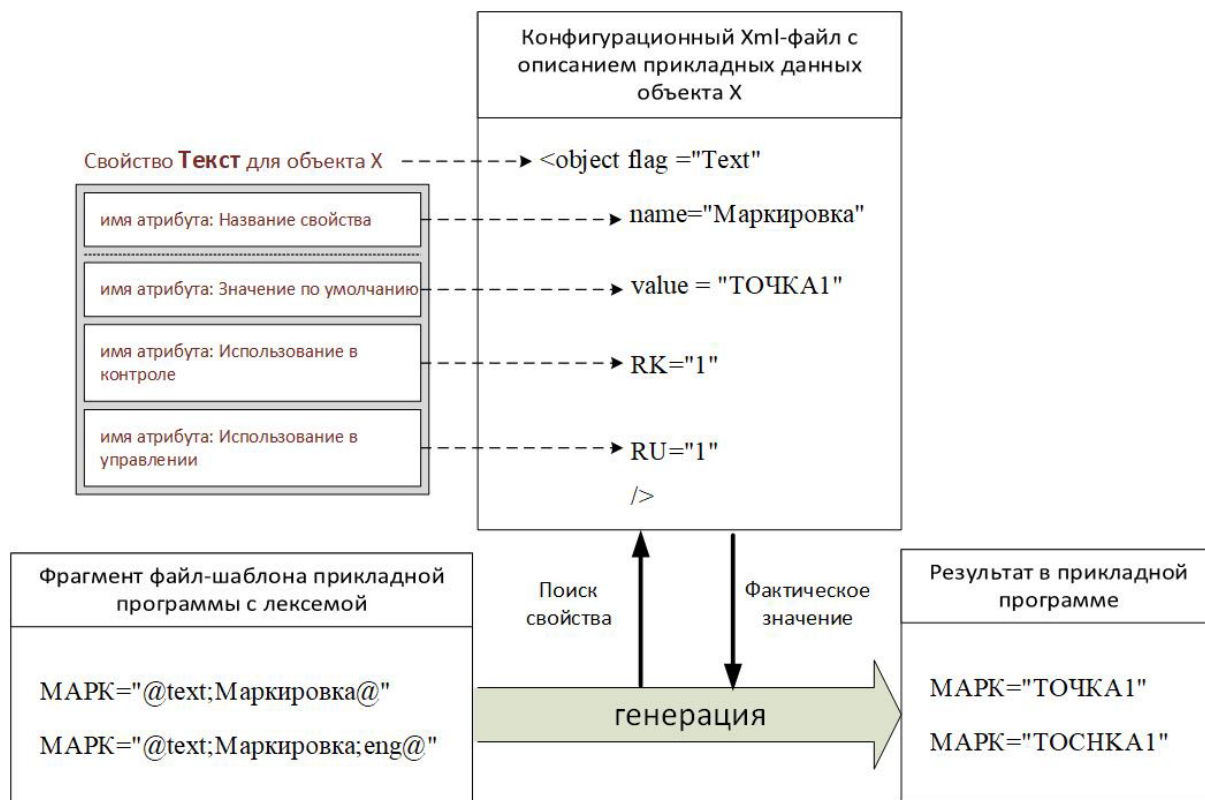


Рисунок 4 – Пример генерации для типа данных текст

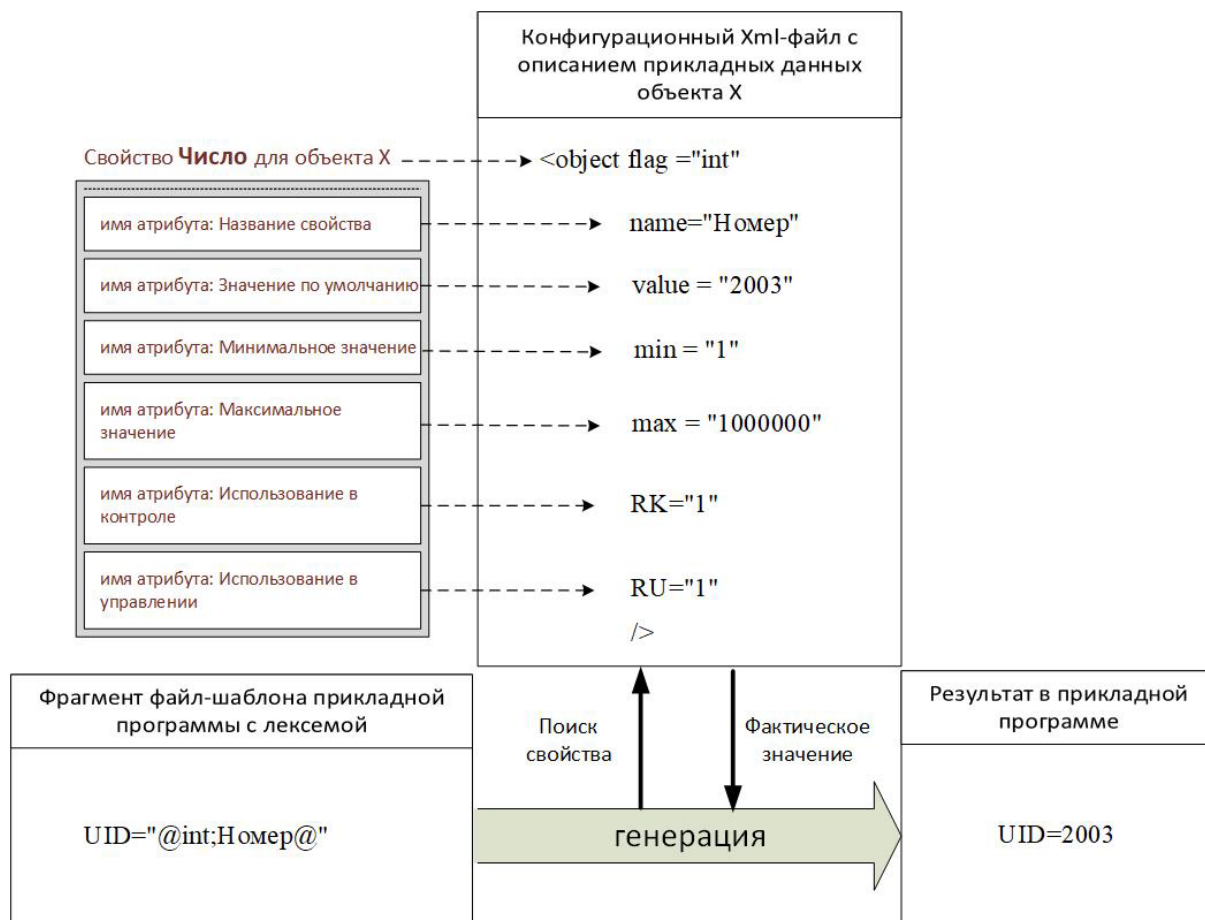


Рисунок 5 – Пример генерации для типа данных число

Заключение. Рассмотренный в статье формальный язык «Конфиг.БАЗА» не «привязан» к конкретной области промышленности и позволяет конфигурировать программное обеспечение прикладными данными под любые объекты автоматизации и технические средства, а также конфигурировать непосредственно специализированную САПР. Структурированный язык разметки XML обеспечивает возможность простого и наглядного описания базы данных предметной области.

Данный подход позволяет развивать возможности специализированной САПР для конфигурирования иерархии объектов (например, система→подсистема→компонент→элемент→узел) или составного объекта (например, каскадная автоматическая защита из группы исполнительных механизмов и других элементов автоматики), поскольку формальный язык «Конфиг.БАЗА» не имеет ограничений по вложенности описания объектов.

Формальный язык «Конфиг.БАЗА» может дополняться новыми возможностями, специфичными для конкретной системы, за счет добавления новых атрибутов для типов данных (без внесения изменений в специализированную САПР).

Список литературы

1. Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition) W3C Recommendation 26 November 2008. - Текст электронный // World Wide Web Consortium (W3C) : сайт. – 2025. - URL: <https://www.w3.org/TR/xml/> (дата обращения: 01.12.2025).

2. Хопкрофт, Д. Э. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений / Хопкрофт Джон Э., Мотвани Раджив, Ульман Джеффри Д.; перевод с английского О. И. Васылык, М. Сайт-Аметовой, А. Б. Ставровского. - 2-е изд., испр. - Москва: Вильямс, 2008. - 528 с.: ил. - Предм. указ.: с. 523. - ISBN 978-5-8459-1347-0.

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОХРАНЫ В
УЧРЕЖДЕНИЯХ УИС**

Попов С. А., заместитель начальника организационно-научного и
редакционного отдела ФКОУ ВО Воронежский институт ФСИН России,
г. Воронеж, РФ
sea7753191@mail.ru

***Аннотация.** В статье обоснована актуальность разработки специализированного программного обеспечения для автоматизированной оценки эффективности инженерно-технических средств охраны (ИТСО) в учреждениях уголовно-исполнительной системы. Рассмотрены недостатки существующих методик, основанных на экспертных оценках и ручных расчетах. Предложена архитектура программного комплекса, включающая модуль ввода структурированных данных, модуль расчета на основе нейросетевой модели анализа рисков и модуль визуализации результатов. Подробно описаны функциональные требования к системе. В заключении сформулированы практические преимущества внедрения разработанного программного комплекса для деятельности ФСИН России, включая повышение объективности оценок, оптимизацию бюджетных расходов и формирование единого аналитического пространства.*

***Ключевые слова:** инженерно-технические средства охраны, УИС, эффективность, программный комплекс, нейросетевая модель, автоматизация, оценка рисков, ФСИН России.*

SOFTWARE COMPLEX FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF ENGINEERING AND TECHNICAL SECURITY EQUIPMENT IN CORRECTIONAL FACILITIES

Popov S. A., Deputy Head of the Organizational, Scientific and Editorial
Department, Federal State State-Funded Educational Institution of Higher
Education «Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia»,
Voronezh, Russian Federation.

sea7753191@mail.ru

Abstract. *The article substantiates the relevance of developing specialized software for automated assessment of the effectiveness of engineering and technical security equipment (ETSE) in the institutions of the penal system. The shortcomings of existing methods based on expert assessments and manual calculations are considered. The architecture of a software complex is proposed, including a module for entering structured data, a calculation module based on a neural network risk analysis model, and a results visualization module. Functional requirements for the system are described in detail. In conclusion, the practical advantages of implementing the developed software complex for the activities of the Federal Penitentiary Service of Russia are formulated, including increasing the objectivity of assessments, optimizing budget expenditures, and forming a unified analytical space.*

Keywords: *engineering and technical security equipment, penal system, effectiveness, software complex, neural network model, automation, risk assessment, Federal Penitentiary Service of Russia.*

Обеспечение надежной охраны и надзора в учреждениях уголовно-исполнительной системы (УИС) является одной из приоритетных задач ФСИН России. Инженерно-технические средства охраны (ИТСО) – периметральные ограждения, системы видеонаблюдения, сигнализации, контроля и управления доступом (СКУД) -- формируют фундамент комплексной системы безопасности объектов УИС. Однако сам по себе

факт наличия технических средств не гарантирует достижения требуемого уровня защищенности. Необходима регулярная и объективная оценка их фактической эффективности в конкретных условиях эксплуатации, с учетом износа, конфигурации объектов, тактики охраны и потенциальных угроз [1].

В настоящее время оценка эффективности ИТСО в значительной степени основывается на ведомственных методиках, предполагающих проведение плановых и внеплановых проверок с использованием экспертных оценок и трудоемких ручных расчетов. Данный подход обладает рядом существенных недостатков: субъективность выводов, зависимость от квалификации эксперта, низкая скорость обработки данных, сложность учета множества взаимосвязанных факторов, а также трудности в сравнительном анализе и долгосрочном планировании модернизации.

Автоматизация процесса оценки эффективности ИТСО представляется закономерным и необходимым шагом для перехода на качественно новый уровень управления безопасностью. Разработка специализированного программного комплекса позволит формализовать критерии оценки, внедрить математические модели анализа, обеспечить работу с большими массивами данных и предоставить лицу, принимающему решения (ЛПР), наглядные инструменты для анализа.

Необходимость автоматизации процесса оценки эффективности

Автоматизация процесса оценки эффективности ИТСО обусловлена следующими ключевыми факторами:

1. Повышение объективности и достоверности. Замена экспертных суждений на алгоритмы, основанные на статистических данных и формализованных моделях, минимизирует человеческий фактор [2]. Система оценивает не «на глаз», а на основе введенных объективных параметров.

2. Обработка больших объемов разнородных данных. Современный объект УИС характеризуется сотнями параметров: типы и состояние физических барьеров, количество и угол обзора камер, время отклика систем, топология местности, статистика инцидентов,

метеоусловия и др. Автоматизированная система способна оперативно обрабатывать и анализировать эти массивы.

3. Моделирование и прогнозирование. Программный комплекс позволяет проводить сценарное моделирование: оценивать, как изменится общий уровень защищенности при модернизации конкретного участка периметра, установке дополнительных камер или изменении режима охраны. Это критически важно для обоснования бюджетных запросов в соответствии с требованиями законодательства [3].

4. Стандартизация и унификация подхода. Внедрение единого ПО обеспечит применение одинаковых критериев и методик оценки во всех учреждениях УИС, что позволит проводить корректное сравнение объектов и выявлять системные проблемы [4].

5. Оперативность и снижение трудозатрат. Процесс оценки из трудоемкого мероприятия, требующего выезда комиссии, превращается в регулярный мониторинг, проводимый силами сотрудников самого учреждения с минимальными временными затратами [1].

Функциональные требования к программному комплексу

Программный комплекс должен соответствовать следующим основным функциональным требованиям:

1. Учет и управление данными об объектах УИС: Ведение реестра учреждений с привязкой к картографической основе, хранение планов и схем расположения ИТСО [5].

2. Детализированный ввод параметров ИТСО: Возможность описания для каждого средства охраны (барьер, камера, датчик) полного набора атрибутов: тип, модель, техническое состояние, дата ввода в эксплуатацию, последнее техническое обслуживание, зона ответственности, ключевые характеристики (высота, дальность обнаружения, разрешение и т.д.).

3. Интеграция с внешними системами: Получение данных из систем видеонаблюдения, СКУД, охранной сигнализации для автоматического фиксирования событий и работоспособности [6].

4. Реализация нейросетевой модели анализа рисков: Ядро системы – алгоритм, способный на основе входных данных рассчитать интегральный показатель эффективности и вероятности успешного преодоления системы охраны по различным сценариям. Использование методов глубокого обучения позволяет выявлять сложные нелинейные зависимости между параметрами [2].

5. Гибкое формирование отчетов и визуализация: Генерация стандартных и настраиваемых отчетов, построение диаграмм, тепловых карт зон риска на плане объекта, графиков изменения показателей во времени.

6. Разграничение прав доступа: Многоуровневая система авторизации для сотрудников учреждений, региональных управлений и центрального аппарата ФСИН России.

7. Ведение журнала изменений и аудит: Фиксация всех действий пользователей и модификаций данных для обеспечения целостности и прозрачности процесса оценки.

Структура программного комплекса

Архитектура программного комплекса строится по модульному принципу, что обеспечивает гибкость, масштабируемость и удобство сопровождения. Основными структурными компонентами являются: модуль ввода и управления данными, расчетный модуль (нейросетевая модель) и модуль визуализации и отчетности.

1. Модуль ввода и управления данными. Данный модуль представляет собой пользовательский интерфейс для наполнения системы информацией. Он включает в себя:

- **подмодуль справочников:** Унифицированные классификаторы типов ИТСО, производителей, возможных неисправностей, сценариев нарушений;
- **подмодуль картографии:** Инструменты для загрузки и привязки поэтажных планов и карт местности, графического размещения средств охраны на схеме;

- **подмодуль паспортизации:** Формы для детального заполнения паспортов на каждое инженерно-техническое средство, аналогичные технической документации [5];

- **подмодуль загрузки данных:** Механизмы импорта логов событий из внешних систем безопасности (например, журналов проходов через КПП или срабатываний сигнализации) [6].

2. Расчетный модуль на основе нейросетевой модели. Это аналитическое ядро системы, реализующее математический аппарат оценки. Выбор нейросетевой модели, в частности глубоких нейронных сетей или гибридных архитектур, обусловлен их способностью находить сложные нелинейные зависимости в многомерных данных, которые трудно формализовать аналитически [2]. Модель решает следующие задачи:

- **оценка вероятности обнаружения и задержания:** для заданного сценария (например, попытка преодоления периметра в конкретном месте) модель на основе параметров заграждений, камер, датчиков, освещенности и времени суток вычисляет вероятности успеха на каждом этапе [1];

- **расчет интегральных показателей:** формирование сводного индекса эффективности системы охраны объекта в целом, а также по отдельным зонам (периметр, внутренняя территория, корпуса) [4, 7];

- **анализ «узких мест»:** автоматическое определение наиболее уязвимых элементов комплекса ИТСО, вносящих максимальный вклад в снижение общего уровня безопасности [7];

- **прогнозная аналитика:** оценка изменения показателей эффективности при изменении конфигурации (добавление/удаление средств, изменение их характеристик) [2].

Математически задача может быть представлена как поиск функции F , отображающей вектор входных параметров X (характеристики ИТСО, тактические условия) в вектор выходных оценок Y (вероятности, индексы):

$$Y = F(X, W), \quad (1)$$

где W – веса нейронной сети, обученной на исторических данных и результатах моделирования.

3. Модуль визуализации и отчетности. Данный модуль отвечает за представление результатов расчетов в форме, удобной для восприятия и анализа ЛПР. Он включает:

- **построитель тепловых карт (heatmap):** наложение на план объекта цветовых схем, где интенсивность цвета (например, от зеленого к красному) соответствует уровню риска или уязвимости участка;
- **панель дашбордов:** набор интерактивных виджетов (циферблаты, гистограммы, графики тенденций), отображающих ключевые показатели эффективности (KPI) в реальном времени;
- **генератор отчетов:** формирование структурированных документов (в форматах PDF, Word) по установленным шаблонам, содержащих выводы, рекомендации по устранению недостатков и графические материалы;
- **сравнительный анализ:** инструменты для сопоставления показателей различных объектов или одного объекта в разные моменты времени [4].

Заключение

Разработка и внедрение программного комплекса для оценки эффективности ИТСО предоставит Федеральной службе исполнения наказаний значимые преимущества в практической деятельности:

1. Научно-обоснованное планирование модернизации. Решения по выделению финансирования на техническое переоснащение будут основываться не на интуиции, а на объективных расчетах и прогнозах, показывающих ожидаемый прирост уровня безопасности от каждой инвестиции [7].

2. Оптимизация эксплуатационных расходов. Система позволит перейти от планово-предупредительного к прогнозному обслуживанию, фокусируя ресурсы на поддержании в рабочем состоянии наиболее критичных элементов ИТСО, выявленных моделью [1].

3. Повышение уровня защищенности объектов. Регулярный автоматизированный мониторинг и выявление «узких мест» позволят

оперативно устранять уязвимости, предотвращая потенциальные инциденты [4, 7].

4. Формирование единого информационно-аналитического пространства. Накопление структурированных данных по всем учреждениям УИС создаст уникальную базу знаний для проведения масштабного анализа, выявления системных закономерностей и разработки новых, более совершенных стандартов оснащения [5].

5. Снижение нагрузки на персонал и повышение культуры безопасности. Автоматизация рутинных операций по оценке высвободит время специалистов для решения стратегических задач. Наглядность результатов также способствует лучшему пониманию роли каждого элемента системы безопасности всеми участниками процесса [2].

Таким образом, предлагаемый программный комплекс является не просто инструментом автоматизации, а стратегическим решением, способным повысить эффективность управления комплексной безопасностью учреждений УИС на принципиально новом, цифровом уровне. Его внедрение будет соответствовать общим целям цифровой трансформации государственного управления и окажет существенное позитивное влияние на выполнение ФСИН России своих основных функций.

Список литературы

1. Рычаго, М. Е. Универсальная модель оценки эффективности системы охраны периметра исправительного учреждения / М. Е. Рычаго // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2020. – № 1. – С. 119–127. — EDN MJCYTX.

2. Чураков, Д. Ю. Точный расчет: возможности автоматизации при проведении оценки эффективности системы безопасности охраняемых объектов УИС / Д. Ю. Чураков, Е. Г. Царькова, А. К. Беляев // Информационные технологии в УИС. – 2020. – № 2. – С. 10–21. – EDN IXFCAK.

3. Приказ Федеральной службы исполнения наказаний от 29 августа 2014 г. № 444 "Об утверждении Порядка организации инспектирования территориальных органов ФСИН России" (окончание) // Ведомости уголовно-исполнительной системы. – 2015. – № 6(157). – С. 51–80. – EDN UYGNVP.

4. Толубаев, М. С. Проблема выбора наиболее эффективного комплекса технических средств охраны и надзора, применяемого на объектах уголовно-исполнительной системы / М. С. Толубаев, Л. В. Степанов, П. М. Николаев // Актуальные проблемы деятельности подразделений УИС: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. В 2-х частях, Воронеж, 23 мая 2019 года. Том Часть 1. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2019. – С. 103–105. – EDN KIRJWV.

5. Степанов, Л. В. Теоретические аспекты применения искусственных иммунных систем к оценке эффективности технических средств охранной сигнализации в УИС / Л. В. Степанов, А. Ю. Сальникова // Актуальные вопросы обеспечения безопасности объектов с использованием инженерно-технических средств охраны: Межвузовская научно-практическая конференция, Пермь, 24 апреля 2025 года. – Пермь: Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации», 2025. – С. 104–108. – EDN NFOCCW.

6. Рычаго, М. Е. Методы оценки эффективности оборудования комплексом ИТСОН охраняемых объектов УИС / М. Е. Рычаго // Пенитенциарная безопасность: национальные традиции и зарубежный опыт : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, в 2-ух частях, Самара, 30-31 мая 2019 года / Самарский юридический институт ФСИН России. Том Часть 1. – Самара: Самарский юридический институт ФСИН России, 2019. – С. 193–195. – EDN ZESXPN.

7. Толубаев, М. С. Проблема выбора наиболее эффективного комплекса технических средств охраны и надзора, применяемого на объектах уголовно-исполнительной системы / М. С. Толубаев, Л. В.

Степанов, П. М. Николаев // Актуальные проблемы деятельности подразделений УИС: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. В 2-х частях, Воронеж, 23 мая 2019 года. Том Часть 1. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2019. – С.103-105. – EDN KIRJWV.

УДК 004.78:621.395.625

РАЗРАБОТКА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ БЕСПРОВОДНОЙ АУДИОСИСТЕМЫ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ESP32

Прутский А.С., Топорков Н.М., преподаватель кафедры информационных технологий, студент, факультет компьютерных технологий и прикладной математики, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, РФ
topnikm@gmail.com

***Аннотация.** Представлена разработка прототипа масштабируемой беспроводной аудиосистемы для синхронного воспроизведения звука на нескольких независимых акустических модулях. Система построена на компонентной базе с использованием микроконтроллеров ESP32-S3-WROOM и ESP32-PICO-MINI. Для обеспечения одновременного воспроизведения всеми ведомыми устройствами применен протокол Precision Time Protocol. Реализована стабильная передача аудиопотока и его синхронное воспроизведение на двух и более колонках. Проведена оптимизация энергопотребления.*

***Ключевые слова:** беспроводная аудиосистема, ESP32, синхронизация, Precision Time Protocol, распределенные системы, Bluetooth A2DP, цифро-аналоговый преобразователь.*

DEVELOPMENT OF A DISTRIBUTED WIRELESS AUDIO SYSTEM BASED ON ESP32 MICROCONTROLLERS

Prutskii A. S., Toporkov N. M., Lecturer at the Information Technologies
Department, student, Faculty of Computer Technology and Applied
Mathematics, Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation
topnikm@gmail.com

Abstract. *The development of a prototype for a scalable wireless audio system for synchronous sound playback on several independent acoustic modules is presented. The system is built on a component base using ESP32-S3-WROOM and ESP32-PICO-MINI microcontrollers. To ensure simultaneous playback by all slave devices, the Precision Time Protocol was used. Stable transmission of the audio stream and its synchronous playback on two or more speakers has been implemented. Power consumption optimization has been carried out.*

Keywords: *wireless audio system, ESP32, synchronization, Precision Time Protocol, distributed systems, Bluetooth A2DP, digital-to-analog converter.*

Современные тенденции в области потребительской электроники характеризуются растущим спросом на беспроводные и интегрированные мультимедийные решения. Особую актуальность приобретают распределенные аудиосистемы. Они позволяют организовать синхронное воспроизведение звука в нескольких зонах пространства без использования проводных соединений. Такие системы могут использоваться в приложениях для умного дома, для создания фоновой звуковой оформления [1].

Существующие коммерческие системы обладают высокой стоимостью и ограничены закрытой экосистемой, что затрудняет их интеграцию с другими устройствами и самостоятельную модификацию.

Одной из основных технических проблем при проектировании распределенных аудиосистем является точная временная синхронизация независимых воспроизводящих устройств. Рассинхронизация на уровне

десятков микросекунд становится заметной на слух. Она проявляется в виде фазовых искажений и эффекта эха, что разрушает целостность звукового образа. Традиционные сетевые протоколы синхронизации, такие как NTP, обеспечивают точность на уровне миллисекунд, однако для задач многоколонного аудио этого недостаточно.

Целью данной работы является разработка прототипа бюджетной беспроводной аудиосистемы с открытой архитектурой. Система должна обеспечивать синхронное воспроизведение потока от единого источника на нескольких акустических модулях. Для достижения этой цели решались следующие задачи. Анализ существующих аппаратных платформ и протоколов для передачи и синхронизации аудио. Проектирование архитектуры системы с выделением ролей ведущего и ведомых устройств. Разработка аппаратной части на базе микроконтроллеров ESP32 и специализированного ЦАП [2]. Реализация программного обеспечения, включающего модули приема данных по Bluetooth, их ретрансляции по Wi-Fi и синхронизации по протоколу RTP. Тестирование функциональности прототипа и оценка его энергоэффективности.

Для построения беспроводной аудиосистемы необходимо рассмотреть несколько технологических аспектов: выбор микроконтроллерной платформы, метода беспроводной передачи данных и протокола синхронизации.

Микроконтроллеры семейства ESP32 компании Espressif Systems представляют собой удачный баланс между производительностью, стоимостью и энергопотреблением. Они обладают встроенными модулями Wi-Fi и Bluetooth [3]. В работе рассматривались две модели. ESP32-S3-WROOM основан на двухъядерном процессоре Xtensa LX7 с частотой до 240 МГц. Он имеет достаточный объем оперативной памяти для буферизации аудиопотока. Эта модель выбрана для выполнения основных задач по управлению сетью и обработке данных. Модель ESP32-PICO-MINI отличается сверхкомпактными размерами. Она используется в качестве выделенного сопроцессора для обработки Bluetooth-соединения. Это

позволяет разгрузить основной процессор и организовать параллельную работу интерфейсов.

Передача аудиоданных в системе осуществляется по двум беспроводным каналам. Для подключения внешнего источника используется профиль Bluetooth A2DP. Этот профиль стандартизирован для передачи стереозвука среднего и высокого качества. Он поддерживается большинством смартфонов, планшетов и компьютеров. Однако Bluetooth имеет ограничения по масштабируемости. Стандартные реализации не предназначены для одновременной трансляции на большое количество приемников, поэтому для внутренней связи между модулями системы выбран Wi-Fi. Беспроводная локальная сеть обладает большой пропускной способностью. Она лучше подходит для одновременной рассылки данных нескольким устройствам.

Основная проблема – синхронизация воспроизведения на независимых устройствах, получающих один и тот же поток. Для ее решения выбран протокол точного времени Precision Time Protocol. Этот протокол стандартизирован как IEEE 1588. PTP предназначен для синхронизации часов в распределенных системах с точностью до субмикросекунд. Принцип его работы основан на обмене высокоточными временными метками между часами-мастером и часами-ведомыми. Протокол компенсирует задержки передачи пакетов по сети. В контексте аудиосистемы одно устройство назначается мастером. Оно рассылает аудиоданные вместе с метками точного времени. Ведомые устройства, синхронизированные с мастером, начинают воспроизведение данных в момент, указанный в метке. Это обеспечивает их одновременную работу.

Для преобразования цифрового аудиопотока в аналоговый сигнал используется усилитель ЦАП TAS2563. Это устройство класса D характеризуется высоким КПД, что критично для портативных систем с батарейным питанием. TAS2563 содержит встроенный цифровой сигнальный процессор, поддерживающий интерфейсы I2S и TDM для приема многоканального аудио.

Архитектура системы строится по принципу «мастер-ведомый». Это упрощает управление потоком данных и синхронизацию. В системе присутствует один мастер и произвольное количество ведомых устройств. Аппаратный состав мастер-устройства и ведомого различается.

Мастер-устройство выполняет три основные функции: установку соединения и прием аудиопотока от внешнего источника по Bluetooth; ретрансляцию этого потока в локальную Wi-Fi сеть; обеспечение синхронизации всех устройств системы. Для выполнения этих задач в мастер-устройстве используются два микроконтроллера. Модуль ESP32-PICO-MINI целиком отвечает за стек Bluetooth. Он принимает данные по профилю A2DP и передает их на основной контроллер по высокоскоростному интерфейсу SPI. Основной микроконтроллер ESP32-S3-WROOM реализует логику работы Wi-Fi точки доступа. Он упаковывает аудиоданные в сетевые пакеты и организует их широковещательную рассылку. На этом же контроллере работает сервер PTP, синхронизирующий время на ведомых устройствах (рисунок 1).

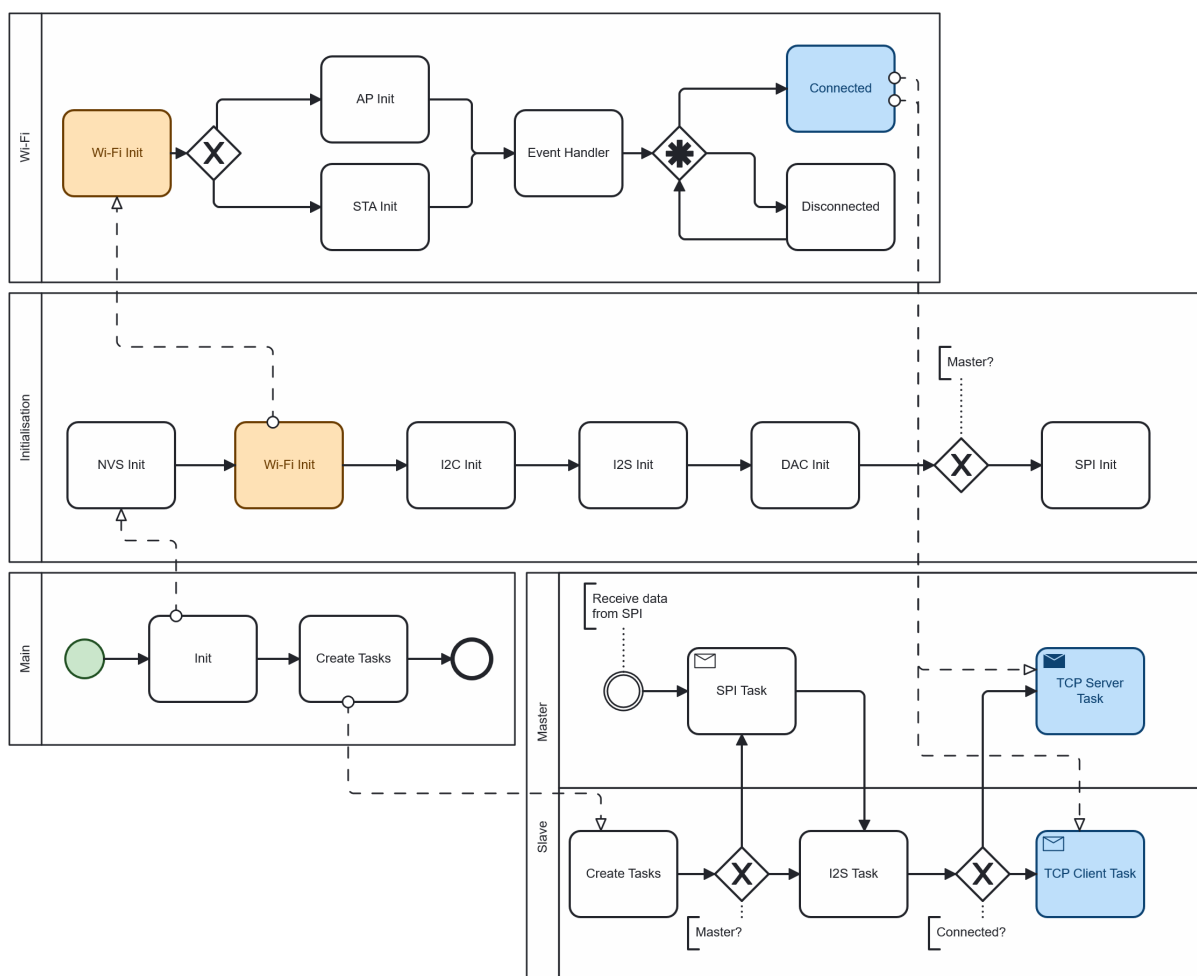


Рисунок 1 – Диаграмма модуля обработки микроконтроллера ESP32-S3

Ведомое устройство имеет более простую аппаратную конфигурацию. Его основу составляет один микроконтроллер ESP32-S3-WROOM. Он работает в режиме Wi-Fi станции, подключаясь к сети, созданной мастером. Этот контроллер принимает сетевые пакеты с аудиоданными и метками времени. Он также участвует в диалоге RTP для настройки своих внутренних часов. После обработки цифровые аудиоданные передаются на ЦАП TAS2563 по интерфейсу I2S.

Оба типа устройств предназначены для автономной работы. В качестве источника энергии используется литий-полимерный аккумулятор емкостью 3000 мАч. Поскольку компоненты системы требуют разных напряжений питания, реализована схема на базе стабилизаторов. Повышающий преобразователь TPS6123 обеспечивает стабильное напряжение 5 В от аккумулятора. Линейные стабилизаторы TLV755P

формируют напряжения 3.3 В и 1.8 В для цифровых и аналоговых цепей микроконтроллеров и ЦАП. Расчет энергопотребления показал, что в активном режиме непрерывного воспроизведения система потребляет около 750 мА. Это дает примерно 4 часа автономной работы. В режиме ожидания, когда ведомые устройства переходят в состояние Light-Sleep, потребление падает до 10 мА. Теоретическое время работы в этом режиме достигает 300 часов.

Программное обеспечение системы разработано на языке C с использованием официального фреймворка ESP-IDF. Код разделен на модули в соответствии с архитектурой и используемым аппаратным обеспечением.

Таким образом, разработан прототип распределенной беспроводной аудиосистемы на базе ESP32, использующей Bluetooth A2DP для приема и Wi-Fi для внутренней синхронизации. Основная задача синхронного воспроизведения решена с помощью протокола RTP, что подтверждено субъективными тестами. Эффективная архитектура с разделением функций на мастер-устройстве обеспечила параллельную работу Bluetooth и Wi-Fi. Применение ЦАП TAS2563 и механизмов управления питанием позволило достичь хорошего качества звука и практической автономности. Выполненное исследование подтверждает возможность создания недорогих и гибких решений на доступных микроконтроллерных платформах.

Перспективы дальнейшей работы включают переход от топологии «мастер-ведомый» к mesh-сети. Такая сеть повысит отказоустойчивость системы и упростит ее масштабирование. Дополнительно можно реализовать интеграцию в устройства микрофонных массивов. Это позволит реализовать функцию автоматического определения положения колонок в пространстве. На основе этой информации система сможет автоматически назначать роли каналов для создания корректной стерео или объемной панорамы.

Список литературы

- 1. Абдуллаев, У.М.** Методы и алгоритмы обработки звуковых

сигналов / У. М. Абдуллаев // Бюллетень науки и практики. – 2020. – №6. – С. 25–30.

2. Вдовин, В.А. Введение в автоматное программирование микроконтроллеров STM32 / В. А. Вдовин, И. В. Трубин, В. Г. Трубин, П.Д. Шендрик // Известия Томского политехнического университета. Промышленная кибернетика. – 2024. – №4. – С. 21–25.

3. Официальная документация Espressif // Espressif Systems: сайт. – URL: <https://docs.espressif.com> – (дата обращения: 05.09.2025).

УДК 532.135.66.012

РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ТЕПЛО-МАССОПЕРЕНОСА МЕТОДОМ НУЛЕВОГО ГРАДИЕНТА

Стенцель И.И., докт. техн. наук, профессор Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Бойко Н.З., канд. техн. наук, директор Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

boartfzl@mail.ru

***Аннотация.** Процессы тепло-массопереноса, распределенные по времени и геометрической координате, описываются нелинейными дифференциальными уравнениями и в общем виде аналитического решения не имеют. Это существенно усложняет их применение для расчета переходных процессов технологических объектов и систем управления. Для аналитического решения таких нелинейных уравнений предлагается метод нулевого градиента, основанный на импульсной интегральной дельта-функции Дирака. Описывается сущность метода нулевого градиента. Показано, что такие нелинейные объекты управления можно описать системой взаимосвязанных линейных дифференциальных уравнений,*

которые при нулевых начальных условиях имеют аналитическое решение. Совместное решение такой системы уравнений позволяет получить аналитическое их решение.

Ключевые слова: объекты управления, технология, нелинейные процессы, тепло-массоперенос, метод, нулевой градиент.

SOLUTION OF NON-LINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS OF THERMAL AND MASS TRANSFER BY THE ZERO GRADIENT METHOD

Stentsel I.I., Dr. Sci. (Technical), Professor at the Severodonetsk Institute of
Technology of the Lugansk State University named after Vladimir Dal,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Boiko N.Z., Cand. Sc. (Technical), Director of the Severodonetsk Institute of
Technology at the Lugansk State University named after Vladimir Dal,
Severodonetsk, LPR, Russian Federation

boartfzl@mail.ru

Abstract. *Heat and mass transfer processes, which are distributed in time and geometric coordinate, are described by nonlinear differential equations and do not have an analytical solution in general. This significantly complicates their application for calculating transient processes of technological objects and control systems. To analytically solve such nonlinear equations, the zero-gradient method is proposed, which is based on the Dirac impulse integral delta function. The essence of the zero-gradient method is described. It is shown that such nonlinear control objects can be described by a system of interrelated linear differential equations, which have an analytical solution under zero initial conditions. The joint solution of such a system of equations allows us to obtain an analytical solution.*

Keywords: *control objects, technology, nonlinear processes, heat and mass transfer, method, zero gradient.*

При переносе импульса энергии, массы или количества движения должно быть по крайней мере две среды: источник с определяющим параметром α и накопитель с определяющим параметром β . Пусть источник характеризуется начальным определяющим параметром α_0 , а на входе зоны превращения есть переменный определяющий параметр α_1 , который может изменяться от 0 до β_0 . На границе источник – зона потенциал определяющего параметра $\phi_\alpha(\vec{r}, \theta) = \beta_0 - \beta_1(\vec{r}, \theta)$. В зоне превращения потенциал $\phi_\alpha(\vec{r}, \theta)$ изменяется от максимального $\phi_\alpha(\vec{r}, \theta) = \phi_{\alpha max}$ до минимального значения $\phi_\alpha(\vec{r}, \theta) = \phi_{\alpha min}$. В зоне превращения определяющий параметр источника $\alpha(\vec{r}, \theta)$ превращается в иной определяющий параметр $\beta(\vec{r}, \theta) = \beta(t)$, где t – время реологического превращения. При этом принимается во внимание, что это превращение проходит одновременно по всем направлениям движения параметра $\alpha(\vec{r}, \theta)$, поэтому в общем случае время переноса $\theta \neq t$. В конце зоны превращения создается максимальное количество определяющего параметра $\beta(t) = \beta_{max}$, которое выходит из этой зоны и переходит в накопитель. Если накопитель неограничен, то его потенциал $\phi_\beta = \beta_{max}$. При ограниченном по объему накопителе потенциал параметра $\beta(t)$ изменяется от 0 до β_{max} . Потенциал переноса входного потока является векторной величиной $\phi(\vec{r}, \theta)$, где $\vec{r}$ – вектор направленности движения; θ – время переноса. На границе раздела зона превращения – накопитель параметр β приобретает максимальное значение и выводится со скоростью $v_\beta(t)$ в накопитель. При таких условиях процесс реологического превращения протекает в течение времени $\Delta t_\beta = \Delta \theta_\alpha = \Delta \xi = t_2 - t_1 = \theta_2 - \theta_1 = const$. Таким образом процесс, протекающий на отрезке $\Delta \xi$, является интегральной импульсной дельта-функцией Дирака с ядром в такой форме:

$$\int_{t_1+0}^{t_2} f(\xi) \delta(\xi - \xi_0) d\xi = \begin{cases} 0 & \xi_0 > t_1, \xi_0 \leq t_2 \\ f(\xi_0 + 0) & t_1 < \xi_0 < t_2 \end{cases}, \quad (1)$$

где $\delta(\xi - \xi_0)$ – ядро линейного интегрального превращения;

ξ, ξ_0 – текущее и максимальное время уменьшения параметра α и увеличение параметра β в зоне превращения.

Ядро линейного интегрального превращения описывает процесс, который протекает в зоне превращения за текущее время ξ . Так как перенос параметра α от источника в зону превращения описывается известными законами явлений переноса, а процесс вывода (стока) параметра β из этой зоны по интегральным законам, то в общем виде, учитывая условия баланса массы, энергии и количества движения для зоны превращения, ядро линейного интегрального превращения описывается следующим уравнением:

$$\frac{\partial \phi_\alpha}{\partial \theta} + \text{div}(\phi_\alpha \cdot \bar{v}_\alpha) = -\text{div}(D_\alpha \nabla \phi_\alpha) + \gamma_\beta(t), \quad (2)$$

где $\phi_\alpha = \alpha_0 - \alpha$ – потенциал определяющего параметра входного потока;

α_0, α – максимальное и текущее значение определяющего параметра входного потока;

$\bar{v}_\alpha$ – средняя скорость движения параметра α ;

D_α – эффективный коэффициент переноса параметра α ;

$\nabla \phi_\alpha$ – лапласиан;

$\gamma_\beta(t)$ – скорость вывода определяющего параметра β из зоны превращения в течение времени t .

Учитывая, что коэффициент D_α незначительно зависит от процесса переноса, а сам перенос осуществляется в направлении x , то приходим к следующему нелинейному дифференциальному уравнению:

$$\frac{\partial \phi_\alpha(x, \theta)}{\partial \theta} + D_\alpha \frac{\partial^2 \phi_\alpha(x, \theta)}{\partial x^2} + \bar{v}_\alpha \frac{\partial \phi_\alpha(x, \theta)}{\partial x} = \frac{d}{dt} \left[\sum_0^n \tau_n^n \frac{d^n \phi_\beta(t)}{dt^n} \right], \quad (3)$$

где $\phi_\alpha(x, \theta) = \alpha_0 - \alpha(x, \theta)$ – потенциал параметра α ;

$\alpha_0, \alpha(x, \theta)$ – максимальное и текущее значение параметра α по направлению переноса x и времени θ ;

$\gamma_\beta(t) = \frac{d}{dt} \left[\sum_0^n \tau_n^n \frac{d^n \phi_\beta(t)}{dt^n} \right]$ – скорость вывода (стока) созданного параметра β с зоны превращения в течении времени t ;

τ_n^n – постоянные времени процесса создания потенциала параметра β в зоне превращения;

n – количество стадий приращений потенциала параметра α в потенциал параметра β ;

$\phi_\beta(t) = \beta_0 - \beta(t)$ – потенциал параметра β выходного потока;

$\beta_0, \beta(t)$ – максимальное и текущее значение параметра β .

Левая часть нелинейного дифференциального уравнения (3) описывает скорость переноса материального потока к зоне превращения, а правая часть – скорость накопления нового потока после этой зоны. Для аналитического решения такого типа нелинейных дифференциальных уравнений предложено использовать метод нулевого градиента [1]. Основная сущность метода состоит в следующем. Если скорость движения входного потенциала равна скорости движения выходного потенциала, то есть $\frac{\partial \phi_\alpha(x, \theta)}{\partial \theta} = \frac{d\beta(t)}{dt}$, то при нулевых начальных условиях такое равенство можно описать следующей системой уравнений: $\frac{\partial \phi_\alpha(x, \theta)}{\partial \theta} = 0$ и $\frac{d\beta(t)}{dt} = 0$. То есть на границах интегральной импульсной дельта-функции Дирака производные функций $\phi_\alpha(x, \theta)$ и $\beta(t)$ равны нулю. При этом интеграл $\int_{t=0}^{\infty} \frac{d\beta(t)}{dt} dt = k_\phi \phi_\alpha(x, \theta)$, где k_ϕ – коэффициент превращения. Тогда уравнение (3) можно представить системой таких дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial \phi_\alpha(x, \theta)}{\partial \theta} + D_\alpha \frac{\partial^2 \phi_\alpha(x, \theta)}{\partial x^2} + \bar{v}_\alpha \frac{\partial \phi_\alpha(x, \theta)}{\partial x} = 0; \\ \frac{d}{dt} \left[\sum_0^n \tau_n^n \frac{d^n \phi_\beta(t)}{dt^n} \right] = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Решение первого уравнения системы (4) приводится в научной литературе [2]-[3]. Второе уравнение системы (4) является линейным и имеет n корней. Методы решения такого уравнения приведены в [4]. Первое

уравнение (уравнение переноса входного потенциала) описывает перенос потенциала количества движения, тепла и массы. Поэтому для конкретного его решения накладываются начальные и граничные условия либо первого, либо второго, либо третьего, либо четвертого рода. Как правило, аналитические решения базируются на теории погрешностей Гауса, но имеют довольно сложный характер и содержат такие специальные функции, как *erf*, Бесселя, Эйлера, гиперболические синус и косинус и др., которые представляют собой соответствующие ряды. Для расчета статических и динамических характеристик объектов управления такие аналитические модели требуют сравнительно много времени и упрощений, что приводит к практической непригодности их использования в компьютерных системах автоматизации. Как правило, на практике уравнения переноса количества движения, тепла и массы упрощают, принимая во внимание, что конвекционная составляющая может быть незначительной и ей можно пренебречь, и ограничиваются начальными условиями первого или второго рода. Так, например, для условий первого рода при отсутствии конвекционной составляющей первое уравнение системы (4) имеет следующее аналитическое решение:

$$\phi_{\alpha}(x, \theta) = \phi_{\alpha 0} \operatorname{erf}(x / 2 \sqrt{D_{\alpha} \theta}), \quad (5)$$

где $\phi_{\alpha 0}$ – граничное значение потенциала переноса.

Второе уравнение системы (4) может быть идентифицировано дифференциальным уравнением второго порядка методом квадратур.

Список литературы

1. Стенцель, И. И. Фотоколориметрические газоанализаторы : монография – К.: ИСИО, 1995. – 126 с.
2. Полянин, А. Д. Методы решения нелинейных уравнений атоматической физики и механики / А. Д. Полянин, А. И. Журов, В. Ф. Зайцев. – М.: Наука, 2005. – 256 с.

3. Самарский, А. А., Михайлов, В. П. Математическое моделирование. Нелинейные дифференциальные уравнения математической физики. – М.: «Наука», 1987. – 280 с.

4. Вайнберг, А. М. Математическое моделирование процессов переноса. Решение нелинейных краевых задач. – Москва-Иерусалим, 2009. – 210 с.

УДК 532.135.66.012

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОПТИМАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЫПАРИВАНИЕ МЕТОДОМ
ИНТЕГРАЛЬНОГО ФУНКЦИОНАЛА**

Стенцель И. И., д-р техн. наук, профессор кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
stencil@gmail.com

Кузнецова Е.В., ст. преподаватель кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
kuznecovaev2025@mail.ru

***Аннотация.** В работе приведены результаты теоретических исследований погрешностей измерительного контроля технологического процесса выпаривания в химической технологии методом интегрального функционала. Показано, что разница между номинальной функцией управления и отличной от номинальной представляет собой функционал, который описывается интегральным уравнением с соответствующим критерием оптимальности.*

Ключевые слова: измерительный контроль, выпаривание, интегральный функционал, критерий оптимальности.

INVESTIGATION OF ERRORS OF OPTIMAL PROCESS CONTROL EVAPORATION BY INTEGRAL FUNCTIONAL METHOD

Stentsel I. I., Dr. Sci. (Technical), Professor, Department of Information Technologies, Instrument Engineering and Electrical Engineering, Severodonetsk Technological Institute, Vladimir Dahl Lugansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation
stencil@gmail.com

Kuznetsova E.V., Senior Lecturer, Department of Information Technologies, Instrument Engineering and Electrical Engineering, Severodonetsk Technological Institute, Vladimir Dahl Lugansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation
kuznecovaev2025@mail.ru

Abstract. *The results of theoretical researches of errors of measuring control of technological evaporation process in chemical technology by means of the method of integral functional are represented in this work. It is shown that the functional is the difference between the nominal control function and the function different from nominal. This functional is described by the integral equation with the appropriate criterion of optimality.*

Keywords: *measuring control, evaporation, integral functional, criterion of optimality.*

Показателем эффективности выпарной установки является концентрация или плотность выпаренного раствора. Математическая модель по концентрации выпаренного раствора описывается следующим уравнением [1]:

$$\delta V_K \frac{dQ}{dt} + \alpha_P S_P \sqrt{2gL} Q = \left(\alpha_P S_P \sqrt{2gL} + \frac{rF_T - F_P c_P T_P}{\rho_P (c_P T_P + c_y T)} \right) Q_P, \quad (1)$$

где δ - относительное изменение уровня в выпарном аппарате; V_K - объем жидкости в кубовой части аппарата; Q - текущая концентрация выпаренного раствора за время t ; α_p - коэффициент расхода стока выпаренного раствора; S_p - поперечное сечение проходного отверстия стока; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ - ускорение свободного падения; L - уровень выпаренного раствора в кубовой части аппарата; r - теплота фазового перехода греющего пара; F_T - массовый расход греющего пара, который расходуется на выпаривание; F_p - расход свежего раствора, поступающего в аппарат для выпаривания; c_p - удельная теплоемкость свежего раствора; T_p - температура свежего раствора; ρ_p - плотность свежего раствора; c_y - удельная теплоемкость выпаренного раствора; T - температура выпаривания раствора; Q_p - концентрация целевого компонента в свежем растворе.

Из уравнения (1) видно, что процесс выпаривания является многопараметрическим, а измерительному контролю подлежат такие основные технологические параметры как: расход F_p , температура T_p , концентрация Q_p целевого компонента в свежем растворе; расход стока упаренного раствора $F_c = \alpha_p S_p \sqrt{2gL}$; уровень L в кубовой части аппарата; температура выпаривания раствора T и давление вторичного пара. Отсюда следует, что оптимальный режим работы выпарной установки будет полностью зависеть от точности и вероятности измерительного контроля этих параметров. При оптимальном управлении процессом выпаривания одни технологические параметры влияют на критерий оптимальности сильнее, а другие – не так существенно. Таким образом, задача состоит в том, чтобы определить критерий оптимальности для выпарной установки и влияние на него различных технологических параметров.

Процесс выпаривания является сложным процессом, который зависит от многих технологических параметров и описывается нелинейным уравнением (1). На вход объекта управления поступают четыре входные координаты: расход свежего раствора F_p , греющего пара F_T , стока F_c и вторичного пара F_{II} . Выходными координатами являются: концентрация Q

выпаренного раствора, температура T кипения выпаренного раствора, уровень L выпаренного раствора в кубовой части выпарного аппарата и давление P вторичного пара, если процесс выпаривания проходит под давлением или разрежением. Исходя из теории реологических преобразований, можно утверждать, что концентрация целевого компонента из некоторого начального значения Q_p за счет реологического перехода увеличивается до концентрации Q , которая является стоком процесса выпаривания. Принимаем, что концентрация Q_p свежего раствора и концентрация Q расхода стока являются некоторыми постоянными параметрами, между которыми должно сохраняться соответствующее оптимальное соотношение, которое обеспечивается в выпарном аппарате за счет соответствующего контроля технологических параметров.

Процессы выпаривания в химической технологии, как правило, являются двух- или трех-стадийными, например, выпаривание аммиачной селитры, карбамида, адипиновой кислоты и т.д. На первой стадии выпаривания основным управляемым технологическим параметром является температура T кипения раствора. Количество теплоты, которое необходимо для выпаривания свежего раствора с температурой T_p , $\Delta q = q_K - q_C$, где q_K - количество теплоты, поступающей в аппарат с греющим паром; $q_C = q_{\Pi} + q_Y$ - количество теплоты стока; q_{Π} , q_Y - количество теплоты, которое выводится с вторичным паром и выпаренным раствором соответственно. Это количество теплоты поступает в выпарной аппарат за счет греющего пара, который подается с расходом F_T и температурой T_T . Оптимальный процесс выпаривания соответствует соотношению $K_{опт} = Q_p / Q$. Подставим это уравнение в (1) и в результате для стока концентрации получаем:

$$\delta V_K \frac{dQ}{dt} + \left[(1 - K_{опт}) \alpha_p S_p \sqrt{2gL} - K_{опт} \frac{rF_T - F_p c_p T_p}{\rho_p (c_p T_p + c_y T)} \right] Q = 0. \quad (2)$$

Обозначим:

$$\tau_c = \frac{\delta V_K}{(1 - K_{опт})\alpha_p S_p \sqrt{2gL} - K_{опт} \frac{rF_T - F_p c_p T_p}{\rho_p (c_p T_p + c_y T)}}. \quad (3)$$

Тогда уравнение (2) приобретает следующий вид:

$$\tau_c \frac{dQ}{dt} + Q = 0, \quad (4)$$

где τ_c - постоянная времени стока концентрации выпаренного раствора.

Как правило, на первой стадии выпаривания уровень раствора в кубовой части выпарного аппарата стабилизируется с достаточно высокой точностью (используется каскадный принцип стабилизации уровня). Следовательно, в первом приближении можно принять, что $L = L_0$. Обозначим в уравнении (3) $B_1 = \alpha_p S_p \sqrt{2gL_0}$, $B_2 = (rF_T - F_p c_p T_p) / \rho_p c_y$ и $B_3 = c_p T_p / c_y$. В результате получаем уравнение для постоянной времени в таком виде

$$\tau_c = \frac{\delta V_p (B_3 + T)}{(1 - K_{опт})(B_3 + T)B_1 - K_{опт} B_2}, \quad (5)$$

где B_1, B_2, B_3 - влияющие обобщенные параметры, которые зависят от возмущающих контролируемых параметров технологического процесса.

Коэффициент оптимальности процесса выпаривания задается технологическим регламентом. Поэтому в уравнении (5) обозначим: $B_{10} = (1 - K_{опт})B_1$ и $B_{20} = K_{опт}B_2$. В результате уравнение (5) для нормированных влияющих параметров (B_{10}, B_{20} и B_{30}) принимает следующую форму:

$$\tau_c = \frac{\delta V_p (B_{30} + T)}{(B_{30} + T)B_{10} - B_{20}}. \quad (6)$$

Зависимость $\tau_c = f(T)$ при нормированных значениях влияющих параметров приведена на рисунке 1. Отклонение параметров B_1, B_2, B_3 от их

номинальных значений приводит к отклонению зависимости $\tau_c = f(T)$ от номинальной. Уравнение (6) запишем следующим образом

$$\tau_c = \frac{\delta V_P (B_{30}(1 - \delta_{B3}) + T_0)}{(B_{30}(1 - \delta_{B3}) + T) B_{10}(1 - \delta_{B1}) - B_{20}(1 - \delta_{B1})}, \quad (7)$$

где $\delta_{B1}, \delta_{B2}, \delta_{B3}$ - относительные отклонения влияющих параметров.

На рисунке 2 приведены кривые отклонения зависимости $\Delta \tau_c = f(\delta_B)$ от номинальной при температуре кипения $T = 393 \text{ K}$ и изменении на 20 % влияющего параметра.

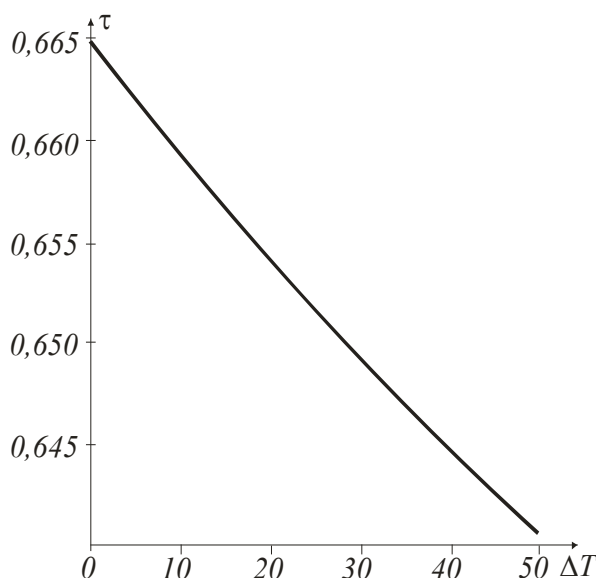


Рисунок 1 - Зависимость постоянной времени выпарной установки от температуры кипения

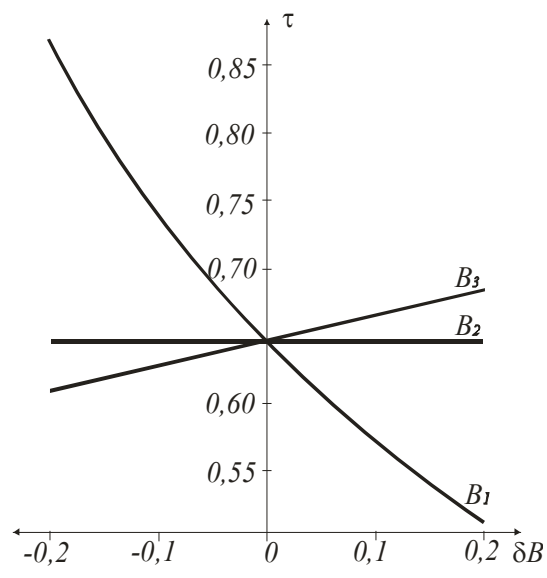


Рисунок 2 - Отклонение зависимости $\tau_c = f(T)$ при изменении влияющего параметра

Разница между номинальной и текущей характеристиками представляет собой погрешность управления, которая, согласно теории оптимального управления, является не чем иным, как функционалом некоторой оптимизирующей кривой. Пусть функциональная зависимость $\tau(T) = f(T, B_1, B_2, B_3)$, где $\tau(\Delta T)$ - управляемый сигнал процесса выпаривания; ΔT - допустимое по регламенту изменение температуры выпаривания. Влияющие факторы приводят к отклонению управляемого параметра от номинального значения, а соответственно, к появлению погрешности

измерительного контроля. При этом возникают две задачи [2]: первая задача касается определения связи между влияющим фактором и приростом параметра δ_B , а вторая - определения положения характеристики и связанное с этим распределение погрешности вдоль допустимого изменения температурного диапазона $\Delta T = T_{\max} - T_{\min}$, где $T_{\max}$, $T_{\min}$ - максимальная и минимальная температуры соответственно. Первая задача сводится к вариационной задаче с одним закрепленным и одним подвижным концами [3]. Принимаем, что эти концы являются нулевой и верхней точками температурного диапазона. Если принять, что аддитивная составляющая погрешности незначительна и ею можно пренебречь, то задача сводится к оптимизационной задаче с одним закрепленным концом. Функционал функции, описывающей характеристику (6), представляет собой площадь под ее кривой и может быть записан в следующей форме:

$$I = \int_0^{T_{\Pi}} f(\tau_c, \Delta T) dT. \quad (8)$$

где T_{Π} - измеряемая температура, которая соответствует верхнему значению температурного диапазона.

Пусть при номинальных значениях влияющих факторов верхняя точка статической характеристики принадлежит прямой, соединяющей оба конца температурного диапазона. Тогда площадь под этой кривой определяется следующим функционалом:

$$I_0 = 0,5\tau_{c0}T_{\Pi}, \quad (9)$$

где τ_{c0} - максимальное значение управляемого сигнала.

Разница между площадями, обусловленными функционалами I и I_0 , дает приращение ΔI , которое должно стремиться к нулю при их равенстве или к некоторому значению ε . Т. е.

$$\Delta I = \int_0^{T_{\Pi}} f(\tau_c, T) - 0,5\tau_{c0}T_{\Pi} = \varepsilon \rightarrow 0. \quad (10)$$

Управляемый сигнал τ_c запишем следующим образом: $\tau_c = \tau_{c0} \pm \delta\tau_c$, где $\delta\tau_c$ - вариация. Затем, разложив подынтегральную функцию уравнения (10) в ряд Тейлора и ограничившись его линейной частью, с учетом того, что $\tau_c(T) = f(T, B_1, B_2, B_3)$, получим:

$$\int_0^{T_{\Pi}} \tau_c(T, B_{1-3}) dT \pm \int_0^{T_{\Pi}} \frac{\partial \tau_c(T, B_{1-3})}{\partial B_{1-3}} (\delta B_{1-3}) dT - 0,5 \tau_{c0} T_{\Pi} = \varepsilon \rightarrow 0. \quad (11)$$

В уравнении (11) неизвестными параметрами являются только варьируемые параметры B_{1-3} . После интегрирования уравнения (11) получаем критериальное уравнение, действительный корень которого и будет тем оптимальным значением варьируемого параметра, при котором зависимость $\tau_c(T) = f(T, B_1, B_2, B_3)$ максимально близка к прямой линии. Принимая во внимание, что параметр B_{1-3} функционально связан со всеми основными технологическими параметрами выпарной установки, то из полученного равенства можно определить их оптимальное соотношение. Под влиянием различных факторов меняет свое положение функция $\tau_c(T) = f(T, B_1, B_2, B_3)$ (ее верхний конец перемещается вверх или вниз при установившемся значении измеряемой величины T_{Π}). Тогда прямая линия, соединяющая две крайние точки статической характеристики, также будет перемещаться. Функционал для такой характеристики принимает вид:

$$I'_0 = (0,5 \pm \delta_{\Pi}) \tau_{c0} T_{\Pi}, \quad (12)$$

где δ_{Π} - относительное отклонение верхнего конца функции $\tau_c(T) = f(T, B_1, B_2, B_3)$, которое зависит от величины влияющего фактора.

С учетом (12) критериальное уравнение (11) принимает следующую форму:

$$\int_0^{T_{\Pi}} \tau(T, B_{1-3}) dT \pm \int_0^{T_{\Pi}} \frac{\partial \tau_c(T, B_{1-3})}{\partial B_{1-3}} (\delta B_{1-3}) dT - (0,5 \pm \delta_{\Pi}) \tau_{c0} T_{\Pi} = 0. \quad (13)$$

Уравнение (13) содержит две переменные: варьируемый параметр B_{1-3} и относительное отклонение δ_{Π} . Каждому значению δ_{Π} соответствует такая величина B_{1-3} , при которой выполняется равенство (13). Зависимость $\delta B_{1-3} = f(\delta_{\Pi})$ показывает смещение верхней точки функции $\tau_c(T) = f(T, B_{1-3})$, а соответственно, отклонение последней от ее нормированного положения. Отклонение δ_{Π} может быть найдено как отношение той или иной составляющей абсолютной погрешности или ее полного значения к функции $f_0(T, B_{1-3})$ при $T = T_{\Pi}$. Критериальное уравнение (13) запишем следующим образом:

$$\int_0^{T_{\Pi}} \tau_c(T, B_{10}) dT \pm \int_0^{T_{\Pi}} \frac{\partial \tau_c(T, B_{10})}{\partial B_1} (\delta B_1) dT - (0,5 \pm k \delta_B) \tau_{c\Pi} T_{\Pi} = 0, \quad (14)$$

где B_1, B_{10} - текущее и номинальное значение влияющего параметра; k - коэффициент влияния параметра B_1 ; δ_B - относительная погрешность контроля.

Из уравнения (14) определим критерий оптимальности:

$$K_{\text{опт}} = \frac{\rho_p c_y (c_p T_p + c_y T) [\tau_c F_c - \delta V]}{\tau_c F_c \rho_p c_y (c_p T_p + c_y T) + (r F_T - F_p c_p T_p)}. \quad (15)$$

Из уравнения (15) видно, для обеспечения необходимого коэффициента оптимальности $K_{\text{опт}}$ нужно вести постоянный контроль за рядом технологических параметров: плотностью ρ_p и температурой T_p свежего раствора, температурой T и расходом F_c стока выпаренного раствора, а также расходом F_T греющего пара. Если $r F_T \approx F_p c_p T_p$, то можно найти критический коэффициент оптимальности:

$$K_{\text{опт}} = 1 - \frac{\delta V}{\tau_c F_c}. \quad (16)$$

Наиболее оптимальным является процесс выпаривания, если количество теплоты, поступающей с греющим паром, равно количеству

теплоты, поступающей в выпарную установку со свежим раствором. Таким образом, для обеспечения оптимального режима работы выпарной установки необходимо вести контроль за количеством теплоты греющего пара и свежего раствора, а также за расходом стока выпаренного раствора.

Результаты исследований показывают, что процесс выпаривания проходит при условии контроля таких технологических параметров как расход стока выпаренного раствора и количество теплоты, которая поступает с греющим паром и свежим раствором. Так как степень влияния того или иного технологического параметра на процесс выпаривания является разной, то соответствующим образом выдвигаются требования к выбору диапазона измерительного контроля и его вероятности. Показано, что процесс выпаривания может быть приближенным к оптимальному, если его вести за счет минимальной разницы количества теплоты между греющим паром и свежим раствором. При этом необходимо вести также контроль за расходом стока выпаренного раствора.

Список литературы

1. Стенцель, И. И. Компьютерные системы автоматизации технологических процессов производства аммиачной селитры: учебник / И. И. Стенцель, Е. И. Проказа, К. А. Литвинов, Е. В. Кузнецова ; под ред. проф. И. И. Стенцеля. – Северодонецк: Изд-во СХУ им. В. Даля, 2020. — 388 с., 169 ил., табл. 24. - ISBN 978-617-11-0170-8.

2. Методы классической и современной теории автоматического управления : учебник для вузов : в 5 т. / ред. Пупков К. А., Егупов Н. Д. – 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - (Методы теории автоматического управления). - ISBN 5-7038-2194-0. - Т. 4 : Теория оптимизации систем автоматич. управления. - 2004. - 741 с. - Библиогр.: с. 726-731. - ISBN 5-7038-2192-4.

3. Стенцель, И. И. Исследование погрешностей приборов методом интегрального функционала. – Метрология, 1984, №10. - С. 12-21.

УДК 681.516.33

**АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА БАЙПАСНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕРЕГРЕТОГО ПАРА КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА
КСТК-35/40-100**

Ткачев Р.Ю., канд. техн. наук, доцент кафедры управления инновациями
в промышленности Северодонецкого технологического института
(филиала) ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет
им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
rem-utah@yandex.ru

Билан Г.А., ассистент кафедры управления инновациями в
промышленности Северодонецкого технологического института (филиала)
ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет
им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ
biga080914@yandex.ru

***Аннотация.** В работе рассматривается способ регулирования температуры перегретого пара в котле-утилизаторе КСТК-35/40-100, основанный на байпасной схеме с поверхностным пароохладителем. Предложена автоматическая система регулирования с двумя независимыми регуляторами, взаимодействующими через динамически вычисляемый коэффициент долевого участия. Такая архитектура позволяет повысить быстродействие, устранить перерегулирование и обеспечить устойчивость при воздействии возмущений.*

***Ключевые слова:** котёл-утилизатор, байпасная схема, динамический вычислитель.*

**ADAPTIVE BYPASS TEMPERATURE CONTROL SYSTEM FOR
SUPERHEATED STEAM RECOVERY BOILER KSTK-35/40-100**

Tkachev R.Iu., Cand. Sc. (Technical), Associate Professor, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute (branch) of the Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation
rem-utah@yandex.ru

Bilan G.A., Assistant Professor, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute (branch) of the Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation
biga080914@yandex.ru

Abstract. *This paper examines a method for controlling the superheated steam temperature in a KSTK-35/40-100 waste heat boiler based on a bypass circuit with a surface desuperheater. An automatic control system is proposed with two independent controllers interacting through a dynamically calculated participation coefficient. This architecture improves response time, eliminates overshoot, and ensures stability under disturbances.*

Keywords: *waste heat boiler, bypass circuit, dynamic calculator.*

Одним из наиболее значимых технологических параметров, определяющих надёжную и безопасную эксплуатацию котлоагрегата, является температура перегретого пара. Её отклонение в сторону повышения или понижения за пределы допустимых значений может привести к нарушению штатного режима работы, повреждению оборудования и даже аварийным ситуациям. В связи с этим поддержание заданного уровня температуры перегретого пара представляет собой одну из приоритетных задач систем автоматизации.

В зависимости от конструктивных особенностей котельных установок применяются различные методы регулирования указанного параметра. На котлоагрегатах малой и средней мощности широко используются поверхностные пароохладители. На котлах большой мощности регулирование температуры пара обычно осуществляется путём изменения

подачи охлаждающей воды. Тем не менее, существует и другой подход, основанный на изменении объёма пара, проходящего через поверхностный пароохладитель. Этот способ реализуется с помощью байпасной линии, которая позволяет части пара миновать пароохладитель. Например, в котле-утилизаторе КСТК-35/40-100 установки сухого тушения кокса конечная температура перегретого пара устанавливается путём балансирования потоков пара: того, что проходит через пароохладитель, и того, что идёт через байпасную линию [1, 2].

Согласно принятой компоновке, насыщенный пар из барабана сначала проходит через первую ступень пароперегревателя, а затем охлаждается в поверхностном пароохладителе. После охлаждения пар смешивается с байпасным потоком и направляется во вторую (горячую) ступень пароперегревателя, откуда и поступает к потребителю [3]. Ключевой особенностью традиционной реализации является то, что клапан на линии пароохладителя фиксируется в положении, заданном режимной картой. Регулирование же температуры пара осуществляется путём перепуска части пара по байпасной линии, минуя пароохладитель (рис. 1). При этом параметры охлаждающей воды, такие как давление и температура, не подвергаются изменениям. Установка регулирующего клапана на байпасе открывает широкие возможности для динамического управления расходом и температурой пара, подаваемого потребителю. Особенностью данной схемы является то, что изменение тепловосприятия происходит преимущественно в тракте вторичного перегрева, в то время как влияние на первичный паровой тракт оказывается минимальным. Это делает процесс регулирования температуры вторичного перегрева практически автономным.

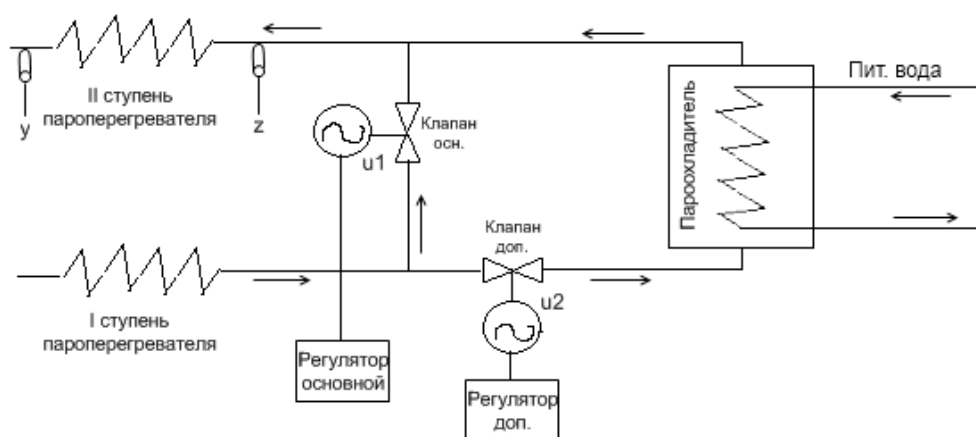


Рисунок 1 – Схема байпасного регулирования температуры перегретого пара

Необходимо отметить, что низкий температурный напор парохладителя («холодного» пакета) приводит к тому, что даже малые изменения расхода пара оказывают значительное влияние на его тепловосприятие. Как следствие, даже незначительное байпасирование существенно сказывается на температуре пара на выходе.

В отличие от этого, горячая (II) ступень пароперегревателя, функционирующая в условиях высоких температур дымовых газов и большого температурного напора, демонстрирует слабую зависимость тепловосприятия от температуры входящего пара. Это означает, что данная ступень обладает низкой чувствительностью к входным сигналам, и именно «холодный» пакет играет решающую роль в обеспечении точного регулирования конечной температуры.

Рост доли пара, идущего по байпасу, вызывает снижение тепловосприятия в первой ступени, что непосредственно приводит к понижению температуры пара перед второй ступенью. Однако этот же процесс стимулирует увеличение тепловосприятия в горячем пакете за счёт возрастания температурного напора. Т.е., в системе наблюдается эффект «тепловой самокомпенсации», который играет ключевую роль в стабилизации температуры пара на выходе.

Недостатком традиционных одноконтурных систем регулирования является их неспособность эффективно справляться с резкими возмущениями, что может привести к выходу за пределы допустимого

диапазона управления и как следствие – ухудшение качества регулирования. В качестве решения данной проблемы предлагается использование системы управления (рис.2), включающей два независимых регулятора [4]. Такая организация «двойного» управления позволяет осуществлять оптимальное перераспределение суммарного управляющего воздействия между регулируемым потоками. При этом каждый регулятор осуществляет управление собственным клапаном, а их взаимодействие реализуется посредством вычисляемого коэффициента долевого участия.

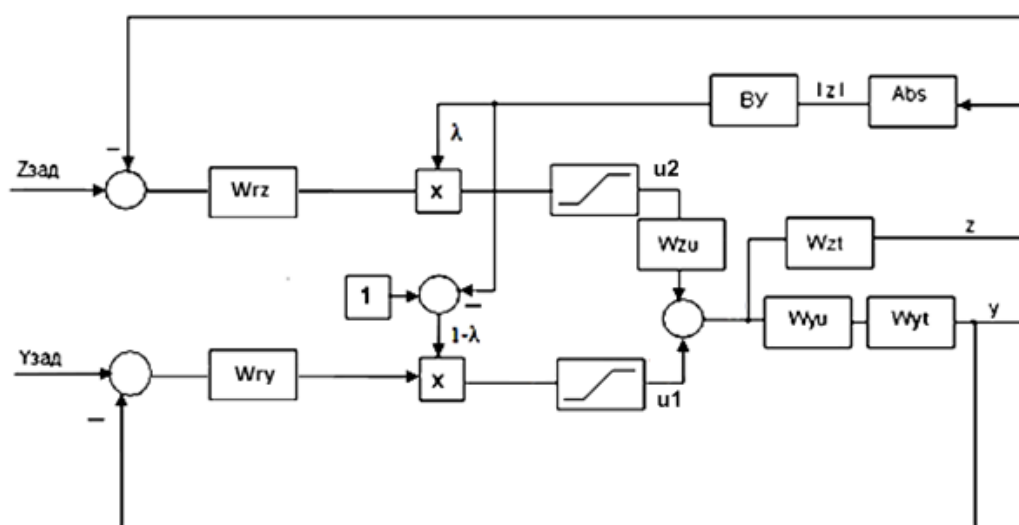


Рисунок 2 – Структурная схема двухрегуляторной системы

Данная система включает два температурных датчика: один расположен на выходе второй ступени пароперегревателя для измерения основной регулируемой температуры, а другой — перед ней, в точке смешения потоков, для контроля промежуточной температуры. На схеме представлены передаточные функции пароохладителя (W_{yu}), второй ступени пароперегревателя (W_{zu}), а также соответствующих термопар (W_{yt} , W_{zt}). Управление осуществляется регуляторами W_{rz} (для промежуточной величины) и W_{ry} (для основной). Важно отметить, что система учитывает ограничения на скорость и уровень управляющих воздействий.

В системе (рис. 2) выходная температура регулируется байпасным клапаном, а промежуточная величина – клапаном перед пароохладителем. Отличительной чертой данной архитектуры является применение коэффициента долевого участия регуляторов λ , который количественно выражает обратную корреляцию между двумя клапанами: увеличение открытия одного клапана приводит к пропорциональному уменьшению открытия другого, и наоборот.

Значение коэффициента λ вычисляется в реальном времени в вычислительном устройстве (ВУ) на основе текущего значения промежуточной температуры $z(t)$ и определяется следующим образом:

$$\lambda = \begin{cases} 0, & \text{при } |z(t)| < z_{lo} \\ \frac{|z(t)| - z_{lo}}{z_{hi} - z_{lo}}, & \text{при } z_{hi} > |z(t)| \geq z_{lo} \\ 1, & \text{при } |z(t)| > z_{hi} \end{cases} \quad (1)$$

где z_{lo} и z_{hi} – задаваемые соответственно нижний и верхний пределы допустимого отклонения модуля промежуточной величины $z(t)$.

Выходной сигнал главного регулятора масштабируется с помощью коэффициента $\lambda \in [0, 1]$, после чего формируется управляющее воздействие на дополнительный клапан. Это позволяет динамически перераспределять усилия между двумя контурами управления без жёсткой механической связи.

Для проверки работоспособности предложенной системы была разработана математическая модель объекта управления. Получены следующие передаточные функции:

— для малоинерционного участка (пароохладитель + термopара перед второй ступенью):

$$W = \frac{1}{(13 \cdot p + 1) \cdot (12,5 \cdot p + 1)}; \quad (2)$$

— для инерционного участка (вторая ступень пароперегревателя + термopара на выходе):

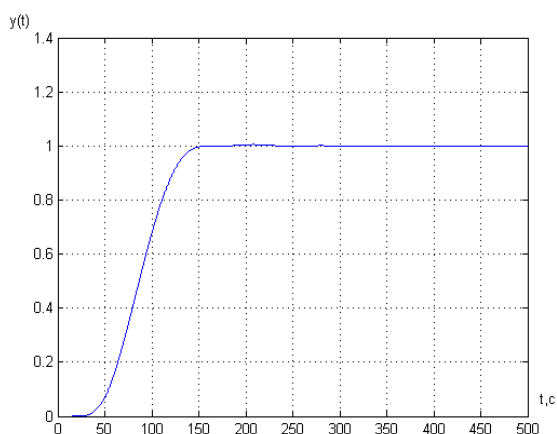
$$W = \frac{1}{(23 \cdot p + 1)(16 \cdot p + 1)^3(12,5 \cdot p + 1)} e^{-15p}. \quad (3)$$

Определены параметры настройки регуляторов:

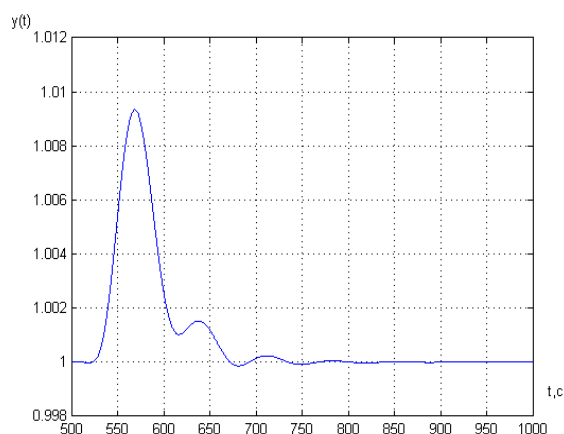
- основного: $K_p=0,99$; $T_i=57,6$;
- дополнительного: $K_p=0,123$; $T_i=1,76$.

Результаты моделирования переходных процессов приведены на рисунках 3 и 4. На рисунке 4(а) показано изменение коэффициента долевого участия $\lambda(t)$ во времени, а на рисунке 4(б) — сигналы на выходах обоих регуляторов с учётом ограничений при последовательном приложении задающего, а затем возмущающего воздействия.

Анализ результатов моделирования показывает, что высокое быстродействие системы достигается за счёт одновременной реакции обоих регуляторов на задающее воздействие. Из представленных графиков видно, что в некоторых случаях коэффициент $\lambda(t)$ приближается к единице, это происходит тогда, когда промежуточный регулятор входит в зону насыщения. Главный регулятор эффективно компенсирует это, продолжая регулировать выходную температуру.



a



б

Рисунок 3 – Реакции системы на управляющие сигналы (а) и на возмущения (б)

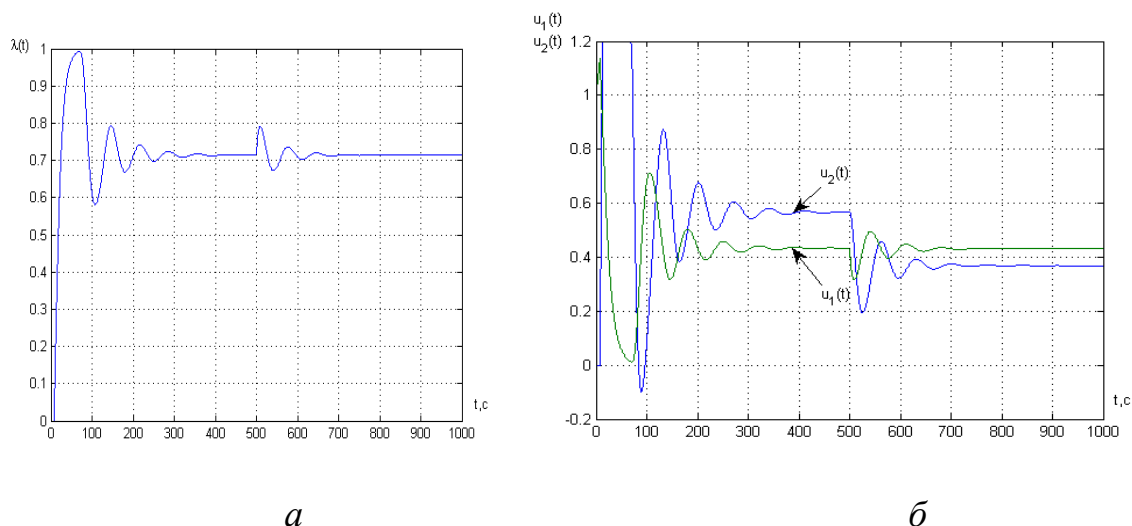


Рисунок 4 – Графики, иллюстрирующие динамику изменения коэффициента долевого участия регуляторов $\lambda(t)$ (а) и реакцию основного и дополнительного регуляторов (б)

Дополнительным преимуществом является отсутствие задержки в реакции основного регулятора при подавлении возмущений. Это возможно благодаря тому, что $\lambda(t)$ рассчитывается на основе промежуточных данных, что позволяет «прогнозировать» и корректировать управляющие воздействия ещё до того, как возмущение будет зафиксировано основным датчиком.

Таким образом, предложенная система автоматического регулирования с двумя независимыми регуляторами и адаптивным коэффициентом долевого участия обеспечивает высокое качество управления: быстрое отслеживание задания, эффективное подавление возмущений, отсутствие перерегулирования. Данное решение рекомендуется к применению на котлах-утилизаторах типа КСТК-35/40-100, а также может быть адаптировано для других энерготехнологических установок с аналогичной схемой регулирования.

Список литературы

1. Котлы утилизаторы и котлы энерготехнологические : отраслевой каталог / под редакцией Л. М. Фомичевой. – Москва : НИИЭИНФОРМЭНЕРГОМАШ, 1985. – 83 с.

2. Котел-утилизатор КСТК-35/40-100: руководство по эксплуатации. – Белгород : Энергомаш, [б. г.]. – 26 с.

3. Ткачев, Р. Ю., Билан, Г. А. Способ байпасного регулирования температуры перегретого пара в котле-утилизаторе УСТК. // Сборник тезисов докладов юбилейной международной научно-технической конференции. Том Часть 1. - Алчевск, 2022, - С. 247-249.

4. Ткачев, Р. Ю., Дрючин, В. Г. Метод синтеза систем управления с двумя регуляторами // Современные проблемы математики, механики и информатики. – 2012. – № 2. – С. 400–408.

УДК 633.2

АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ И ОПТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ СОРТИРОВКИ ФРУКТОВ И КОРНЕПЛОДОВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Ульжаев Э., д-р техн. наук, профессор,
кафедра «Системы обработки и управления информацией», Ташкентский
государственный технический университет имени Ислама Каримова,
Ташкент, Республика Узбекистан
e.uljaev@mail.ru

Абдихалилов У. У., докторант, кафедра «Системы обработки и
управления информацией», Ташкентский государственный технический
университет имени Ислама Каримова,
Ташкент, Республика Узбекистан
phdabdixalilov456@gmail.com

***Аннотация.** В статье рассмотрены механические и оптические методы сортировки фруктов и корнеплодов. Особое внимание уделено оптико-электронным системам с применением искусственного интеллекта, обеспечивающим высокую точность, производительность и снижение повреждений продукции.*

***Ключевые слова:** сортировка фруктов, корнеплоды, оптическая сортировка, механическая сортировка, искусственный интеллект.*

ANALYSIS OF MECHANICAL AND OPTICAL METHODS OF SORTING FRUITS AND ROOT CROPS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Ulzhaev E., Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Information Processing and Management Systems, Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Tashkent, Uzbekistan

e.uljaev@mail.ru

Abdikhaliyev U. U., doctoral student, Department of Information Processing and Management Systems, Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Tashkent, Uzbekistan

phdabdixaliyev456@gmail.com

***Abstract.** The article considers mechanical and optical methods for sorting fruits and root crops. Special attention is paid to optoelectronic systems using artificial intelligence, which provide high accuracy, productivity, and reduced product damage.*

***Keywords:** fruit sorting, root crops, optical sorting, mechanical sorting, artificial intelligence.*

Введение. Сортировка фруктов и овощей по диаметру или объему основана на их геометрических размерах и является одним из наиболее широко используемых механических и оптических методов. Этот метод эффективен главным образом для сферических продуктов — яблок, апельсинов, лимонов, помидоров, картофеля и т. д. [1]. В процессе сортировки продукты перемещаются по конвейеру и опускаются с места, соответствующего их размеру, с помощью перфорированных лент или барабанных роликов. В результате продукты разделяются на разные контейнеры или направления в зависимости от размера. В классических механических системах сортировка осуществляется с помощью

перфорированного диска или ленты, тогда как в современных оптических системах она автоматизирована с использованием лазерных или инфракрасных датчиков. Датчики излучают радиацию на поверхность плода и определяют размер на основе возвращаемого сигнала [2]. Полученные данные анализируются программными модулями, и продукция автоматически группируется. Такие методы повышают точность сортировки, улучшают производительность труда и стабилизируют качество продукции, предназначенной для экспорта [3].

Рассмотренные методы:

1. Горизонтальные ролики: расстояние между роликами постепенно увеличивается, и плод падает с точки, соответствующей его диаметру.

2. Перфорированные диски или ленты: изделия меньшего диаметра быстрее проходят через отверстия.

3. Оптические датчики: объем определяется с помощью лазера или инфракрасного света.

На рисунке 1 приведена схема устройства для сортировки фруктов по диаметру (пример):

< 50 мм — малый
51–70 мм — средний
70 мм — большой

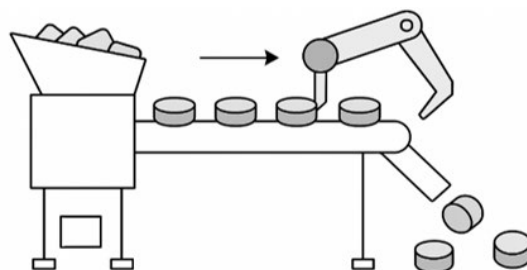


Рисунок 1 – Схема устройства для сортировки фруктов по диаметру

Преимущества:

1. Обеспечивает соблюдение производственных стандартов.
2. Обеспечивает баланс продукции одинакового размера при упаковке.
3. Позволяет отдельно обрабатывать крупные фрукты (например, для приготовления сока).
4. Для экспорта яблок обычно принимают плоды диаметром 65 мм и

более, поэтому сортировочная машина специально отделяет такие продукты, а более мелкие направляет на внутренний рынок или на переработку.

Механическое устройство для сортировки картофеля (барабан)

Механическое сортировочное устройство, основанное на диаметре, состоит из цилиндрического барабана с передней и задней сортировочными секциями (рис. 2). Поверхность барабана выполнена из продольных планок; передняя секция пропускает узлы размером менее 29 мм, а задняя секция — узлы размером 29–40 мм. Узлы размером более 40 мм отваливаются от барабана.

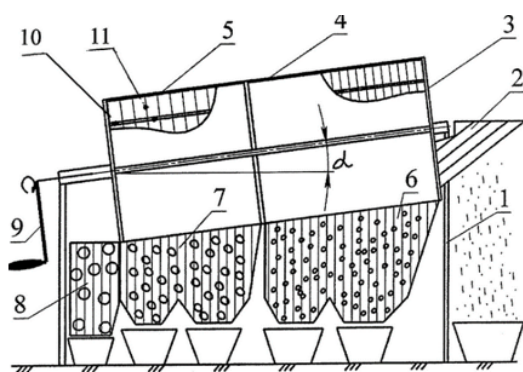
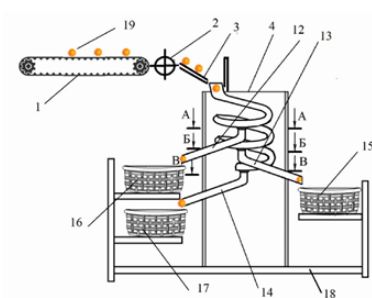


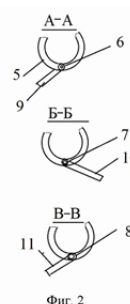
Рисунок 2 – Устройство для сортировки картофеля по диаметру

Недостатки:

- в процессе проведения разрезов лимфоузлы могут быть повреждены;
- в некоторых моделях кольцевые шипы препятствуют свободному перемещению узлов;
- условия относительного движения внутри барабана ухудшаются, что снижает качество сортировки [4].



а)



Фиг. 2

б)

Рисунок 3 – Устройство, используемое для сортировки фруктов и корнеплодов по диаметру при механической сортировке фруктов

Предлагаемая модель полезности

Предлагаемое устройство предназначено для повышения качества и производительности сортировки картофеля и состоит из рамы, загрузочного желоба, передней и задней секций решетки, наклонных лотков и привода барабана. Поверхность решетки каждой секции состоит из продольных стержней и поперечных колец, что позволяет быстро и точно регулировать зазоры в соответствии с размером клубней. В результате повышается качество сортировки и производительность. Предлагаемое изобретение — устройство для сортировки фруктов и корнеплодов — имеет упрощенную конструкцию, а его технический результат направлен на повышение производительности и снижение повреждений поверхности продукта. Устройство состоит из подающего конвейера, дозатора, наклонного полуцилиндрического вала и цилиндрического корпуса со спиралью внутри. Расположенные вдоль спирали пазы соответствуют фракциям сортируемого продукта (мелкие, средние, крупные). Под каждым пазом находится наклонный вал и гибкие гофрированные шланги, которые по фракциям направляются в контейнеры. Цилиндрический корпус и контейнеры установлены на ступенчатой эстакаде.

Принцип работы устройства: продукт поступает в дозатор через подающий конвейер и с помощью наклонного полуцилиндрического вала попадает в спираль. По мере вращения спирали продукт падает в щели и направляется по валу, предназначенному для каждой фракции, в гибкий шланг. Продукт по шлангам поступает в соответствующие контейнеры. Этот процесс непрерывен, и продукты сортируются бережно, не сталкиваясь друг с другом.

Преимущества предлагаемого устройства:

- Простота конструкции (не требуются сложные конвейеры и ролики).
- Повышение производительности (непрерывная сортировка и высокая скорость).
- Повреждение поверхности плодов сведено к минимуму (отсутствует перенос материала с одного вала на другой).

- Улучшено качество сортировки (ячейки точно соответствуют размеру изделия).

В то же время устройство эффективно работает при сортировке фруктов и корнеплодов (яблок, апельсинов, мандаринов, картофеля и т. д.) по диаметру [5–6]. Оператор использует конвейер и дозатор для подачи фруктов по спирали через наклонный полуцилиндрический лоток. Во время вращения спирали фрукты проходят через щели, соответствующие их размеру (маленькие, средние, большие), и падают в соответствующие наклонные желоба. К концу каждого желоба подсоединены гибкие гофрированные трубы, через которые продукция по частям направляется в контейнеры. Контейнеры расположены на ступенчатой платформе, а заполненный контейнер заменяется пустым. Этот процесс осуществляется путем перемещения конца труб к соответствующему контейнеру. Данное устройство имеет упрощенную конструкцию, высокую производительность и уменьшенное повреждение поверхности фруктов и корнеплодов при сортировке. Устройство состоит из конвейера непрерывной подачи, дозатора и наклонного полуцилиндрического вала, имеющего цилиндрический корпус со спиралью. Вдоль спирали расположены щели, соответствующие сортируемым фракциям продукта. Под каждой щелью находятся наклонные разгрузочные валы, к концам которых подсоединены гибкие гофрированные шланги. Цилиндрический корпус и контейнеры установлены на ступенчатой платформе [5–6].

Аналитическая часть

В системах оптической сортировки фрукты оцениваются на основе изображений, полученных с помощью камер и источников света. Цвет, форма, размер, дефекты поверхности и трещины определяются автоматически. Эта технология получила широкое промышленное применение в европейских странах. Основной принцип оптической сортировки: фрукты фотографируются, а затем анализируются с помощью искусственного интеллекта или программного обеспечения для классификации продукции. В сортировке используются RGB/NIR-камеры,

гиперспектральные датчики, лазерное и инфракрасное излучение, а также технологии искусственного интеллекта и машинного обучения.

Структура оптической сортировочной линии:

1. Система транспортировки фруктов (конвейер).
2. Механизм позиционирования.
3. Сканирующий блок (камера/датчик).
4. Компьютер обработки данных.
5. Сортировочное устройство (воздушный распылитель, робот, механическое устройство).

Технологии, используемые в оптических методах сортировки фруктов:

1. **Цифровые камеры (CCD/CMOS).** Обеспечивают получение изображений высокого разрешения. Могут работать в RGB или NIR (ближнем инфракрасном) спектре.

2. **Спектральный анализ (гиперспектральная и мультиспектральная визуализация).** Он также позволяет обнаруживать дефекты под поверхностью плода. Спектральный анализ выполняется для каждого пикселя.

3. **Лазерное и инфракрасное излучение.** С помощью них можно определить твердость фрукта, количество воды или сахара в нем.

4. **Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (МО).** Автоматическое распознавание и сортировка объектов на основе обучения. Алгоритмы, адаптированные для различения разных типов фруктов и распознавания отдельных дефектов.

Структура сортировочной линии в оптических методах сортировки фруктов:

1. **Система доставки фруктов** осуществляется с помощью конвейерных лент.

2. **Механизм позиционирования** — размещает фрукты в правильном положении.

3. **Сканирующий блок (камера или датчик)** — делает снимок каждого фрукта.

4. Компьютер, обрабатывающий данные, анализирует изображение.

5. Сортировочное устройство (воздушный распылитель, робот, механическое устройство) — направляет плоды в нужном направлении.

Показатели качества, которые можно определить с помощью оптической сортировки:

Индикатор	Технологии
Цвет	Цифровая камера (RGB)
Пятна, дефекты	Камера, искусственный интеллект
Гниение, внутренний дефект	Инфракрасный или спектральный датчик
Размер и форма	Стереокамера или лазер
Жесткость/содержание воды	ИК-излучение, лазер

Используемые технологии:

Технологии	Задача
RGB-камера	Определение цвета, формы и поверхностных пятен.
Инфракрасное излучение (ИК)	Внутреннее обнаружение дефектов
Гиперспектральная камера	Углубленный анализ состояния поверхности и внутренних структур
Лазерный (лидарный)	Размер, твердость или текстура поверхности
Искусственный интеллект (ИИ)	Автоматическая идентификация и сортировка фруктов

Оптические системы сортировки фруктов с использованием искусственного интеллекта позволяют автоматически сортировать фрукты, определяя их качественные характеристики, в частности, цвет. Такие системы в основном используются для высокоточной сортировки. Оснащен **цифровыми камерами, спектральными датчиками или датчиками цвета.**

Основные этапы процесса сортировки следующие:

1. Система освещения в оптических методах сортировки фруктов – оптимальное освещение фруктов позволяет получить четкое изображение для камер или датчиков. Обычно используются светодиодные лампы, поскольку они обеспечивают стабильное и равномерное освещение.

2. Оптическая сортировка фруктов (с помощью камеры) – Когда фрукты проходят через сортировочную линию, высокоскоростные цифровые камеры делают снимки каждого фрукта. Эти камеры расположены таким образом, чтобы видеть всю поверхность фрукта.

3. Анализ цвета при оптической сортировке фруктов – изображения анализируются с помощью программного обеспечения. Программа использует значения RGB (красный-зеленый-синий) цветов на изображении или другие цветовые пространства (например, HSV, Lab) для определения степени зрелости фруктов, наличия пятен или участков с неравномерным цветом.

4. Принятие решения о сортировке в оптическом методе сортировки фруктов – по результатам анализа программа делит фрукты на определенные качественные категории на основе их цвета.

Например:

1. Полностью созревшие (красные или оранжевые) яблоки – Категория 1.

2. Полузрелые (зеленовато-красноватые) – Категория 2.

3. Пятнистые или неравномерно окрашенные – неподходящая категория.

Оптические методы сортировки фруктов. Механизм сортировки – по команде, заданной программой, фрукты автоматически направляются в нужном направлении. Это осуществляется с помощью пневматических методов (продувки воздухом), механических колес или подушек безопасности.

Преимущества оптической сортировки по сравнению с методами сортировки фруктов на основе искусственного интеллекта:

Скорость: Позволяет проводить сортировку гораздо быстрее и точнее, чем при первоначальном визуальном осмотре.

Чёткость: Цвет каждого фрукта определён до мельчайших деталей.

Отсутствие человеческих ошибок: Отсутствие таких человеческих ошибок, как усталость, субъективные суждения и невнимательность.

Возможности автоматизации: Позволяет осуществлять непрерывную сортировку больших объемов продукции.



Рисунок 4 - Компоненты, используемые в оптическом методе сортировки фруктов

Заключение

Анализ цвета движущихся объектов в оптико-электронных системах широко используется в различных отраслях промышленности для контроля качества готовой продукции. Принцип работы таких систем основан на так называемом методе оптической сортировки. Этот метод основан на анализе изображений в реальном времени и разделении объектов с определенными оптическими селективными свойствами. К таким свойствам поверхности относятся цвет, форма, блеск, прозрачность, а также некоторые свойства поверхности, такие как трещины.

Список литературы

1. Юраев, Ш. Е. Современные автоматизированные системы в переработке сельскохозяйственной продукции. – Ташкент: Фан, 2021. – 210 с.

2. Rajasekaran, S., & Ramalingam, P. Design and Development of Optoelectronic Sorting Machine for Agricultural Products. International Journal of Agricultural Technology, Vol. 18, No.

3. Vinogradov, V. P., Bursev, A. I. Optoelektronnyye sistemy kontrolya i sortirovki pishchevyykh produktov. – Moskva: Kolos, 2020. – 256 s.

4. Patenti 1743445.

5. Patenti 146119 Germaniya Demokratik Respublikasi.

6. Patent 56224U1.

УДК 620.91+556.047

УЧЕТ ВОПРОСОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ РЕГИОНА

Чебан В.Г., канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой
информационных технологий, приборостроения и электротехники

Северодонецкий технологический институт (филиал)

ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет

имени Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

edvik2010@yandex.com

***Аннотация.** Показана проблема ухудшения состояния Исаковского водохранилища. Проанализировано принятое решение Правительства ЛНР по устранению данной проблемы. Предложено альтернативное решение, позволяющее сэкономить значительные ресурсы.*

***Ключевые слова:** проблема водоснабжения, экологическая катастрофа, гидравлический расчет, энергосбережение.*

CONSIDERATION OF ENERGY SAVING ISSUES IN SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE REGION

Cheban V.G., Cand. Sc. (Technical), Docent, Head of the Chair of Information Technology, Instrumentation and Electrical Engineering, Severodonetsk Technological Institute (branch) Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Lugansk Vladimir Dahl State University», city Severodonetsk, LPR, Russian Federation
edvik2010@yandex.com

Abstract. *The problem of deterioration of the Isakov reservoir is shown. The decision of the Government of the LPR to eliminate this problem is analyzed. An alternative solution has been proposed to save significant resources.*

Keywords: *water supply problem, environmental disaster, hydraulic calculation, energy saving.*

В Луганской Народной Республике существует острая проблема водоснабжения гражданских и промышленных объектов, связанная с критически низким уровнем воды в искусственных водоемах, являющихся основными источниками питьевой воды [1]. В Перевальском районе таким источником является Исаковское водохранилище, представляющее собой один из крупнейших водоемов Республики.

Исаковское водохранилище было создано в 1954 году на реке Белая для удовлетворения потребностей Алчевского металлургического комбината (АМК) в технической воде. В те годы водохранилище имело площадь около 3,7 км² и содержало запас пресной воды около 25 млн. м³. С годами водоем стал излюбленным местом отдыха граждан прилегающих населенных пунктов и работников предприятия. На его берегах расположилось большое количество пляжей, баз отдыха и садоводческих товариществ. Водохранилище меняло и окружающую среду. Голые степи покрывались растительностью, искусственными и природными

насаждениями деревьев и кустарников. Все это благодарно влияло на экологию и здоровье граждан.

Начиная с 2017 года появилась негативная тенденция ежегодного снижения уровня воды в водохранилище. Данная ситуация совпала с началом закрытия и затопления ряда угольных шахт, которые находились в пойме реки Белая и были признаны нерентабельными. Такие угледобывающие предприятия, как шахта «Перевальская», шахта «Романовская», шахта имени Артема и др. десятилетиями подпитывали реку Белая, а в конечном итоге и само Исаковское водохранилище. Общий годовой объем воды, который поступал в реку Белая в результате хозяйственной деятельности данных предприятий, был соизмерим с объемом всего Исаковского водохранилища.

Первая критическая ситуация сложилась на объекте уже летом 2020 года, когда водоем серьезно обмелел, что и вызвало тревогу и обеспокоенность среди местного населения. Данная проблема все чаще стала мелькать в местных социальных сетях, и даже озвучивалась на уровне руководства республики. В связи с этим был ограничен водозабор для нужд Алчевского металлургического комбината. Предприятие начало искать альтернативные источники водоснабжения, находящиеся в черте города Алчевск. В их число попали Орловские пруды, а также Школьный и Больничный пруды.

Засушливое лето 2025 года привело уже к катастрофическому положению Исаковского водохранилища. Даже уменьшенное потребление воды АМК не изменило ситуацию. При этом Орловские пруды также показали тенденцию снижения уровня воды. Все это стало грозить экологической катастрофой в регионе и возможным ограничением работы градообразующего предприятия. Такая ситуация на водохранилище требует немедленного решения возникшей проблемы.

Еще в 2020 году исследователи отмечали, что если в ближайшие годы водоотлив с шахты «Романовская» не будет возобновлён, то водохранилище может исчезнуть. Тогда под большим вопросом окажется и дальнейшая деятельность Алчевского металлургического комбината, потому что в

отличие от других металлургических предприятий, построенных на крупных реках или морях, АМК построен в степи, где основным источником воды является Исаковское водохранилище.

Одновременно с этим в 2020 году глава ЛНР Леонид Пасечник, с учетом сложившейся ситуации, принял специальную программу по спасению важного для региона водного объекта.

«Мы знаем об этой проблеме. У нас создана рабочая группа, принята программа по восстановлению водохранилища, и по этой программе мы будем опять начинать откачку воды. Будут установлены глубинные насосы в шахту, которые будут качать воду в реку Белая, и таким образом мы наполним водохранилище» говорил Леонид Пасечник [2].

«Он объяснил, что уровень воды существенно снизился после того, как в водохранилище перестала поступать вода из законсервированной ранее шахты «Романовская». Также значительную роль в обмелении водохранилища, помимо прочих объективных факторов, сыграло и образование большого числа заторов на реке Белая.

Глава ЛНР отметил, что реализация программы позволит восстановить первоначальный уровень воды в водохранилище. Он подчеркнул, что дальнейшее обмеление Исаковского водохранилища недопустимо, так как это может привести к экологической катастрофе» [2].

«Мы подходим комплексно. Мы знаем об этой ситуации и уже ею занимаемся» заверил руководитель Республики [2].

До 18.03.2020 года подземный водоотливный комплекс бывшей шахты «Романовская» являлся единственным аккумулирующим водоотливом на данном участке, который принимал воду, поступающую с затапливаемых шахт имени Артема и «Перевальская». Однако на основании протокола заседания технического совета Министерства топлива, энергетики и угольной промышленности ЛНР от 14.01.2020г. и Постановления Правительства ЛНР №121/20дсп от 02.03.2020г. работу подземного водоотливного комплекса на ликвидируемой шахте «Славяносербская» (участок бывшей шахты «Романовская») ГУП ЛНР «УГЛЕРЕСТРУКТУРИЗАЦИЯ» было решено остановить.

Во исполнение Государственной целевой программы ЛНР «Поддержание в надлежащем состоянии объектов жилого фонда и социальной сферы Луганской Народной Республики на 2020-2022 годы», утвержденной Постановлением Правительства ЛНР №240/20 от 24.04.2020 г., было принято решение о разработке Проекта строительства водоотливного комплекса с погружными насосами на ликвидируемой шахте «Славяносербская» (участок бывшей шахты «Романовская»).

И действительно в 2021 году по заказу ГУП ЛНР «УГЛЕРЕСТРУКТУРИЗАЦИЯ» научно-исследовательским институтом ГУП ЛНР «ЛНИПКИУГЛЕОБОГАЩЕНИЕ» был подготовлен «Проект строительства водоотливного комплекса с погружными насосами на ликвидируемой шахте «Славяносербская» (участок бывшей шахты «Романовская»»).

Проект предусматривал размещение в бывшем вспомогательном стволе №8 двух, одновременно работающих, насосных агрегатов ЭЦВ 16-375/400. Выдаваемая на поверхность шахтная вода, по трубам должна была подаваться к станции обеззараживания шахтной воды. После обеззараживания с помощью УФ-установки, шахтная вода по напорному трубопроводу должна была поступать в существующие пруд-илонакопитель, емкостью $V = 9000 \text{ м}^3$, а затем в пруд-отстойник шахтной воды, емкостью $V = 16000 \text{ м}^3$. Далее вода самотеком по бетонным лоткам, поступала бы к существующему колодцу коллектора в районе путепровода над автомобильной дорогой Луганск-Дебальцево. Из коллектора вода должна была направляться в балку Долгая и далее в реку Белая. В данном проекте предусматривалась откачка нормального и максимального притоков шахтной воды $700 \text{ м}^3/\text{час}$ и $750 \text{ м}^3/\text{час}$ соответственно. Это должно было бы обеспечить поступление в водохранилище более 5 миллионов кубических метров воды в год.

Решение правильное и направлено на спасение Исаковского водохранилища. Однако если учесть перечень приоритетных направлений фундаментальных и поисковых научных исследований на 2021-2030 годы, входящих в Программу фундаментальных научных исследований в

Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030 годы), а именно подпункт 2.5.1.1. «Основы эффективного развития и функционирования энергетических систем на новой технологической основе в условиях глобализации, включая проблемы энергобезопасности, энергосбережения и рационального освоения природных энергоресурсов», то рассмотренный выше Проект не вписывается в данную программу.

Восполнение запасов водохранилища стабилизирует работу АМК, который будет продолжать брать воду из данного водоема. При этом данное решение не гарантирует восстановления прежнего уровня воды самого водоема. Насосная станция, питающая предприятие, расположена у плотины, перекрывающей течение реки Белая (см. рисунок 1). Высотная отметка поверхности водоема в этом месте достигает +107 метров над уровнем моря [3], а расстояние по прямой до потребителей воды на АМК составляет около 9 км.

Если рассмотреть территорию шахты «Романовская» (см. рисунок 2), то можно увидеть, что отметка поверхности шахтного отстойника составляет +270 метров над уровнем моря. На рисунке 3 приведена карта расположения Больничного и Школьного прудов, из которых АМК возобновил откачку воды, поверхность которых имеет отметку +210 м над уровнем моря. На рисунке 4 показана предварительная длина возможного трубопровода, которым можно связать отстойник шахты «Романовская» и пруд Больничный, составляющая всего 3,26 км.

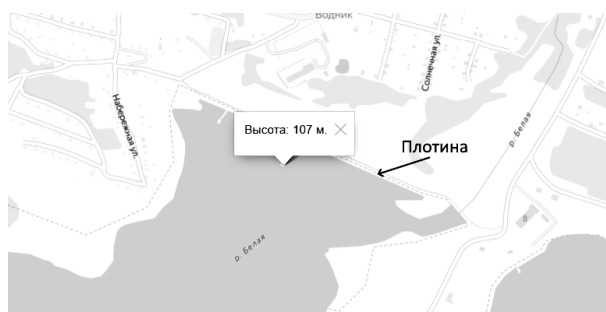


Рисунок 1 – Карта места водозабора на Исаковском водохранилище



Рисунок 2 – Карта расположения отстойника шахты «Романовская»



Рисунок 3 – Карта расположения Больничного и Школьного прудов

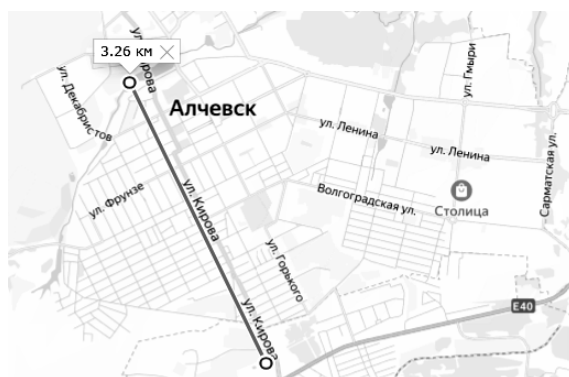


Рисунок 4 – Карта расположения возможного трубопровода

Предварительные гидравлические расчеты трубопроводной сети показали, что для подачи воды с Исаковского водохранилища в объеме, соответствующем проектной производительности водоотлива шахты «Романовская», необходима расчетная мощность насосов около 500 кВт. В тоже время, перекачка того же объема воды напрямую с шахтного отстойника до Больничного пруда может быть осуществлена без потерь по

трубам самотеком, т.е. без использования перекачивающих насосов. Годовая экономия электроэнергии при использовании альтернативного решения может достигать более 4 млн. кВт×час.

Выводы и рекомендации.

В республике существует острая нехватка питьевой и технической воды. Правительство ЛНР принимает активные шаги по решению данной проблемы. Однако не всегда решения имеют рациональный характер. Это возникает по причине того, что проблема решается односторонне, без привлечения специалистов из разных сфер деятельности.

Северодонецкий технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля» располагает высококвалифицированными кадрами, способными решать подобные технические и экологические задачи.

Список литературы

1. Павлов, В. И. Анализ изменения составляющих водного баланса бассейна водосбора Исаковского водохранилища / В. И. Павлов, Н. П. Кусайко, С. И. Кулакова // Экологический вестник Донбасса. 2021. № 2. С. 73-8.

2. Исаковское водохранилище: спасти нельзя откладывать. - URL : <https://lib-lg.com/eshchjo/kraevedam/kraevedcheskie-resursy/luganshchina-dokumenty-sobytiya-fakty/priroda-ekologiya-turizm/7091-isakovskoe-vodokhranilishche-spasti-nelzya-otkladyvat> (дата обращения: 20.12.2025).

3. Карта высот и рельефа местности. - URL : <https://a-102.ru/> (дата обращения: 20.12.2025).

УДК 65.011

МЕТОДЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В УСЛОВИЯХ МНОГОВАРИАНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Чотчаев И.А., аспирант кафедры логистики и транспортно-технологических систем ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», г. Москва, РФ

Меренков А.О., канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры логистики и транспортно-технологических систем ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», г. Москва, РФ
chotchaev070@mail.ru

***Аннотация.** Современное многовариантное производство требует внедрения новых подходов к управлению качеством и оптимизации процессов. Статья посвящена изучению роли стандартизации и цифровой трансформации в обеспечении высокого уровня качества продукции и эффективности производственного процесса. Рассматриваются ключевые методы и инструменты, применяемые в российских компаниях для повышения конкурентоспособности на внутреннем и международном рынках.*

***Ключевые слова:** стандарты, анализ данных, цифровая трансформация, автоматизация, методы*

METHODS OF STANDARDIZATION AND DIGITAL QUALITY MANAGEMENT IN MULTIVARIANT PRODUCTION CONDITIONS

Chotchaev I.A., postgraduate student, Department of Transport Complex Management, State University of Management, Moscow, Russian Federation
Merenkov A.O., Associate Professor at the Department of Transport Complex Management, State University of Management, Cand. Sc. (Economics), Docent, Moscow, Russian Federation
chotchaev070@mail.ru

***Abstract.** Modern multi-variant production requires the implementation of new approaches to quality management and process optimization. This article explores the role of standardization and digital transformation in ensuring high-quality products and efficient production processes. It examines the key methods and tools used by Russian companies to enhance their competitiveness in domestic and international markets.*

***Keywords:** standards, data analysis, digital transformation, automation, methods.*

Деятельность промышленных компаний в текущих реалиях определяется комплексом сложных и взаимосвязанных факторов. Среди наиболее значимых — потребность в гибком реагировании на колебания спроса, сокращение цикла создания новой продукции и необходимость соответствовать все более строгим стандартам качества [1]. Выполнение этих задач серьезно затрудняется в рамках многовариантного производства. Параллельный выпуск разнотипных изделий, каждое из которых имеет уникальные параметры материалов, конструкции и техпроцесса, приводит к двум основным проблемам: повышенному риску дефектов и значительным трудностям в координации и оптимизации использования имеющихся мощностей.

Эффективным ответом на эти вызовы является синергия методологий стандартизации и инструментов цифровой трансформации. Их комплексное применение позволяет выстроить целостную систему мониторинга и анализа ключевых показателей качества, обеспечить сквозную интеграцию управленческих процессов и минимизировать влияние человеческого фактора. Целью данной статьи является исследование современных методов стандартизации и цифровых решений в управлении качеством в контексте многовариантного производства, а также оценка перспектив их развития в отечественном промышленном секторе.

Основу для создания устойчивой производственной среды, ориентированной на качество, закладывают международные и отраслевые стандарты.

Международные стандарты ISO 9000 представляют собой универсальный базис для построения систем менеджмента качества (СМК), признанный во всем мире. Они обеспечивают единый подход к разработке документации, внедрению процессных процедур и проведению сертификации, что гарантирует соответствие как регуляторным требованиям, так и ожиданиям заказчиков. Важнейшее преимущество стандартов ISO — детализация всех ключевых элементов СМК: от планирования качества и входного контроля материалов до управления компетенциями персонала, проведения внутренних аудитов и реализации корректирующих действий. Однако в условиях разнообразного производства применение этих стандартов требует не механического следования, а гибкой адаптации их принципов с учетом специфики каждого продукта и технологического процесса [2; 6].

Для учета уникальных требований конкретных секторов экономики (автомобилестроение, авиация, строительство) разрабатываются отраслевые стандарты. Они формулируются профильными ассоциациями экспертов и отражают особенности законодательства, специфические потребности клиентов и технологические нюансы отрасли. Ярким примером является стандарт ГОСТ Р ИСО/ТУ 16949, устанавливающий специальные требования для автомобильной промышленности, включая строгие методики оценки поставщиков и обеспечения качества на всех этапах жизненного цикла автомобиля. Внедрение таких стандартов напрямую способствует укреплению доверия потребителей, снижению числа рекламаций и уменьшению объемов производственного брака.

Цифровизация оказывает революционное воздействие на организацию производства, кардинально повышая прозрачность, скорость обработки информации и точность управленческих решений [7].

Управление жизненным циклом изделия от проектирования до послепродажного обслуживания обеспечивается комплексом автоматизированных систем [1; 3; 6]:

ERP-системы (планирование ресурсов предприятия) — решают задачи комплексного планирования потребностей в сырье, оборудовании и кадрах, оптимизируя загрузку мощностей и логистику поставок.

MES-системы (системы управления производственными операциями) — осуществляют оперативный контроль над ходом технологического процесса в реальном времени, фиксируют выполнение заданий, отслеживают соответствие стандартам и позволяют оперативно устранять отклонения.

QMS-системы (системы управления качеством) — фокусируются на непрерывном улучшении качества через автоматизацию проверок, управление несоответствиями, техническим обслуживанием и обучением.

Интеграция этих систем формирует целостную цифровую экосистему предприятия, обеспечивающую оперативное решение проблем и снижение общих затрат.

Современное оборудование генерирует огромные массивы данных, содержащих ценнейшую информацию о его состоянии, эффективности и параметрах выпускаемой продукции.

Аналитика больших данных (Big Data) и машинное обучение используются для выявления скрытых закономерностей, прогнозирования сбоев и отказов оборудования. Это позволяет перейти к предиктивному обслуживанию и proactively предотвращать выпуск некачественной продукции [4].

Интернет вещей (IoT) в рамках концепции Индустрии 4.0 объединяет физические активы (станки, роботы, склады) в единую сеть. Это дает возможность в режиме реального времени отслеживать состояние оборудования, предупреждать аварии и повышать общую производительность, существенно сокращая затраты на ремонт [5].

Роботизация и искусственный интеллект (ИИ). Промышленные роботы выполняют сложные, монотонные и опасные операции с высочайшей точностью, снижая брак. ИИ-алгоритмы применяются для автоматического визуального контроля, распознавания дефектов и

оптимизации рабочих режимов. Успешным примером в России являются интеллектуальные системы диагностики авиационных двигателей.

Отечественные предприятия активно внедряют передовые подходы, демонстрируя значительный рост производительности и снижение издержек на качество [7].

ПАО «КАМАЗ» — пионер в внедрении стандартов ISO в России, последовательно развивает цифровые решения. Компания реализует проект «интеллектуального» грузовика с онлайн-диагностикой и возможностью удаленного сервисного обслуживания.

Госкорпорация «Ростех» в рамках модернизации оборонно-промышленного комплекса широко внедряет цифровые системы оперативного управления производством и контроля качества узлов военной техники.

Таким образом, комбинированное развитие методологий стандартизации и цифровых технологий является критически важным фактором конкурентоспособности российских промышленных компаний. Без их глубокой и качественной интеграции невозможно обеспечить устойчивое удовлетворение запросов потребителей отечественной продукцией. При этом успех цифровой трансформации зависит не только от инвестиций в технологическую инфраструктуру, но и от развития кадрового потенциала, готовности руководства к изменениям и формирования культуры постоянного совершенствования (бережливого производства). Дальнейшее развитие видится в углубленной персонализации стандартов под конкретные производства, массовом внедрении технологий ИИ и создании полностью интегрированных цифровых двойников предприятий.

Список литературы

1. Горбашко Е.А. Практический менеджмент качества : учебник для вузов — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 315 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17417-5

2. Рожков, В. Н. Управление качеством : учебник — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 336 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-00091-791-6.

3. Спиридонов, О. Б., Милешко Л. П. Киберфизические системы : учебное пособие для вузов — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 126 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21310-2.

4. Шкарина Т.Ю., Чуднова О.А., Репина И.Б. Метрология, стандартизация и сертификация. Кн. I: Техническое регулирование, стандартизация, сертификация и аккредитация: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. — Электрон. дан. — Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2019 [75 с.].

5. Киселева О. Н., Пчелинцева И. Н., Васина А. В., Сысоева О. В. ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ РОССИИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ "ИНДУСТРИЯ 4.0" // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2021. №3 (63). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemny-innovatsionnogo-razvitiya-predpriyatiy-mashinostroeniya-rossii-pri-realizatsii-kontseptsii-industriya-4-0> (дата обращения: 30.12.2025).

6. Иванченко, Е. М. Отличия понятий «управление качеством», «обеспечение качества» и «менеджмент качества» в сфере разработки программного обеспечения // Математическое моделирование и информационные технологии: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, Сыктывкар, 28–29 ноября 2024 года. – Сыктывкар: Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина, 2024. – С. 47-49. – EDN QRVBPN.

7. Саламатов, В. Ю., Ватолкина, Н. Ш., Дробышев, Д. А., Сапожникова, П. Н. Цифровая зрелость стандартизации как фундамент цифрового перехода // Стандарты и качество. – 2023. – № 10. – С. 36-40. – DOI 10.35400/0038-9692-2023-10-252-23. – EDN FCAZRP.

УДК 004.738.5:629.7.083

РАЗРАБОТКА ПРОТОКОЛА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Шихирин В. Е., Коновалов Д. А., Буторин Р. М., студенты,
Северный (Арктический) федеральный университет,
г. Архангельск, РФ

shihirin.v@edu.narfu.ru, konovalov.d@edu.narfu.ru, butorin.r@edu.narfu.ru

Научный руководитель: **Зубарев А. А.,** старший преподаватель кафедры
АРИУТС, Северный (Арктический) федеральный университет,
г. Архангельск, РФ
a.zybarev@narfu.ru

***Аннотация.** В статье представляется новый низкоресурсный бинарный протокол для применения в области БПЛА и IoT. Ключевыми преимуществами нового протокола являются независимость от среды передачи данных, дельта-кодирование для экономии трафика за счет уменьшения объема передаваемых данных, а также работа на устройствах ограниченной вычислительной мощности. Основным предназначением протокола является передача данных высокочастотной телеметрии с низкой задержкой.*

***Ключевые слова:** БПЛА, протокол обмена данными, дельта-кодирование, низкая ресурсоемкость, универсальный бинарный протокол, телеметрия.*

DEVELOPMENT OF AN INTERACTION PROTOCOL FOR AN UNMANNED AERIAL VEHICLE DATA PROCESSING PLATFORM

Shikhirin V. E., Konovalov D. A., Butorin R. M., students,
Northern (Arctic) Federal University,
Arkhangelsk, Russian Federation

shihirin.v@edu.narfu.ru, konovalov.d@edu.narfu.ru, butorin.r@edu.narfu.ru
Scientific Supervisor: **Zubarev A. A.**, Senior Lecturer, Department of ARiUTS,
Northern (Arctic) Federal University,
Arkhangelsk, Russian Federation
a.zybarev@narfu.ru

Abstract. *The article presents a new low-resource binary protocol for application in the fields of UAV and IoT. The key advantages of the new protocol are independence from the data transmission medium, delta encoding for traffic savings by reducing the volume of transmitted data, as well as operation on devices with limited computing power. The main purpose of the protocol is the transmission of high-frequency telemetry data with low latency.*

Keywords: *UAV, data exchange protocol, delta encoding, low resource intensity, universal binary protocol, telemetry.*

В настоящее время наблюдается стремительное развитие технологий в области беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), в связи с широким применением в таких областях, как мониторинг окружающей среды, сельское хозяйство, инфраструктурный контроль, доставка грузов и оборонный сектор. Повышение автономности, точности и эффективности БПЛА требует постоянного усовершенствования систем управления, обработки данных и коммуникационных протоколов, что делает исследования в данной области актуальными.

Беспилотные летательные аппараты генерируют значительные объемы разнородных данных, включая данные телеметрии, видеопотоки, снимки, а также различные метрики.

Платформы позволяют анализировать данные БПЛА [1] с помощью графиков, нейросетей и прочих инструментов для работы с данными, однако для работы им нужен коммутационный протокол, который позволит получать данные от дронов [2]. Существует множество таких протоколов: ExprissLrs, MAVlink, NATO STANAG 4609 Edition 2, у всех у них есть свои преимущества и недостатки.

Авторами данной статьи предлагается разработать новый протокол, который представляет собой современное решение для обмена данными между распределенными устройствами, такими как БПЛА, IoT-сенсоры и робототехнические системы. Основные преимущества настоящего протокола заключаются в низкой ресурсоемкости и универсальности: полная независимость от физического уровня передачи данных - он одинаково эффективно работает поверх радиоканалов (LoRa [3], 802.15.4), проводных интерфейсов (UART [4], Ethernet [5]) и оптических технологий (Li-Fi) и прочее.

Главное преимущество протокола заключается в его адаптивности и эффективности:

- 1) поддержка множества форматов данных (целые числа, числа с плавающей точкой, бинарные потоки);
- 2) дельта-кодирование, которое позволяет существенно сокращать трафик;
- 3) режим Payload - режим передачи данных с уменьшенным заголовком.

В качестве аналогов можно привести следующие протоколы: ExprissLrs, MAVlink [6], NATO STANAG 4609 Edition 2. Сравнение представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение протоколов

Критерий сравнения	Наш протокол	ExprissLrs	MAVlink	NATO STANAG 4609 Edition 2
Унифицированный	Да	Нет. (FLRC), (LoRa)	Да	Да
Тип протокола	Универсальный бинарный	Специализированный радиопrotocol	Открытый межплатформенный протокол для БПЛА с жесткой стандартизацией	Специализированный для видео и метаданных (MPEG-2 TS + KLV)

Критерий сравнения	Наш протокол	ExprissLrs	MAVlink	NATO STANAG 4609 Edition 2
Задержка	2 - 100 мс	2 - 20 мс	15 - 100 мс	60 - 400 мс
Режим работы	Полные данные/дельта/только payload	Только потоковые команды	Отсутствие приоритетных прерываний, Статические таймауты, Обязательное подтверждение для всех типов данных	Фиксированный (сжатое/несжатое видео + синхронные метаданные)
Поддержка данных	Команды, телеметрия, медиа	Основной упор на команды управления	Команды, телеметрия, файлы	Видео
Системные требования	Минимальное	Минимальное	Требуется доп. оборудования	Высокие (декодеры MPEG-2, поддержка KLV, синхронизация PTS)

Самым похожим протоколом является протокол MAVlink: он также поддерживает различные виды файлов, телеметрию и команды, он унифицирован и обладает сходной задержкой. Однако MAVlink более требовательный чем разрабатываемый протокол, и не сможет работать в полной мере на маломощных дронах и устройствах с низкой производительностью. Также в настоящем протоколе более эффективная скорость передачи и имеется дельта-кодирование, которое помогает сокращать трафик.

По своей структуре протокол обмена данными является бинарным. Передача данных происходит посредством пакетов. Пакет представляет собой самостоятельное сообщение - фрейм. Протокол применяет порядок байтов big endian. Данная версия протокола поддерживает передачу данных до 500 фреймов в секунду. В настоящем протоколе реализовано 4 вида фреймов CMD, DATA, ASK, NASK:

1) CMD (Командный фрейм) используется для управления устройствами.

2) DATA (Фрейм данных) основной фрейм для передачи телеметрии поддерживает 3 режима, полные данные, дельта-кодирования, только payload

3) ASK (Подтверждение) служебный фрейм для подтверждения получения данных.

4) NASK (Ошибка передачи) используется для информирования об ошибках (потеря пакета, CRC-ошибка и др.).

На рисунке 1 представлена схема примера общения дрона и сервера. На сервере происходит запись данных в базу данных, каждой записи ставится метка времени, происходит перевод в float данных, если передача настроена в типе int.

Сервер отправляет приемнику команду на передачу данных. Если все в порядке, приемник подтверждает получение и начинает передачу данных. Для остановки передачи сервер дает соответствующую команду. Приемник подтверждает это действие. Для обновления конфигурации сервер отправляет новую команду. В случае успеха приемник отвечает с обновленными настройками.

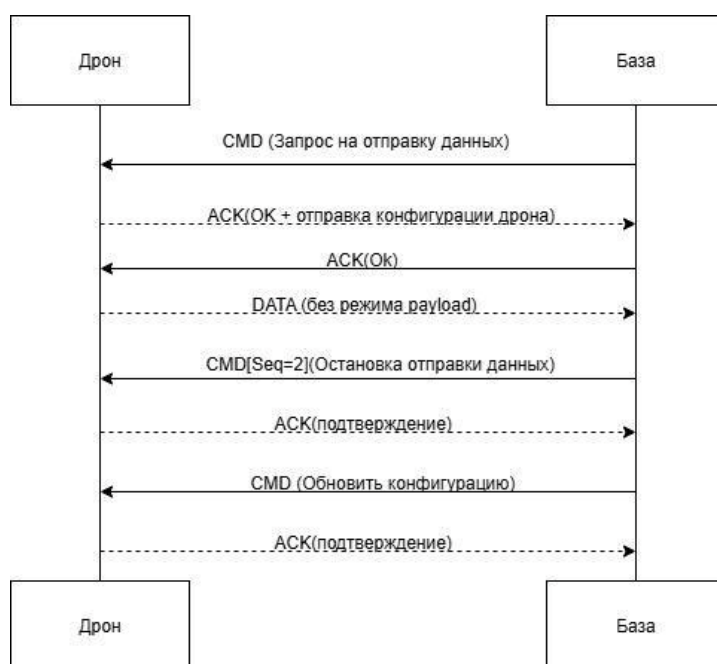


Рисунок 1 – Схема общения

Сочетание эффективности надежности и универсальности данного протокола являются оптимальным решением для современных систем, требующих гарантированной доставки данных при минимальных расходах. Универсальная архитектура протокола позволяет адаптировать его без больших трудозатрат и переработки системы. MAVlink заточен под стандартизацию и интеграцию с экосистемами (PX4, QGC). Наш же протокол предназначен для ресурсоограниченных систем и/или задач с высокочастотной телеметрией.

Список литературы

1. **Gillan J. K.** et al. Innovations to expand drone data collection and analysis for rangeland monitoring // Ecosphere. – 2021. – Т. 12. – №. 7. – С. e03649.

2. **Mallick T. C., Bhuyan M. A. I., Munna M. S.** Design & implementation of an UAV (Drone) with flight data record // 2016 International Conference on Innovations in Science, Engineering and Technology (ICISSET). – IEEE, 2016. – С. 1-6.

3. LoRa — LoRa documentation : [сайт]. – URL: <https://lora.readthedocs.io/en/latest/> (дата обращения: 10.12.2025). – Заглавие с экрана.

4. **Poulose J.** UART: A Hardware Communication Protocol – Текст : электронный // Medium. – 2025. – URL: <https://medium.com/@jaisontpoulose/uart-a-hardware-communication-protocol-19b2cdb1df1a> (дата обращения: 10.12.2025). – Заглавие с экрана.

5. Ethernet Tutorial – Part I: Networking Basics – Текст : электронный // Lantronix. – 2025. – URL: <https://www.lantronix.com/resources/networking-tutorials/ethernet-tutorial-networking-basics/> (дата обращения: 10.12.2025). – Заглавие с экрана.

6. MAVLink Developer Guide : [сайт]. – URL: <https://mavlink.io/en/> (дата обращения: 10.12.2025). – Заглавие с экрана.

СПИСОК АВТОРОВ

Абдихалилов Улмасжон Улфат угли, докторант, кафедра «Системы обработки и управления информацией», Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, г. Ташкент, Узбекистан

Абрамова Влада Игоревна, доцент, «Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта"», канд. техн. наук, г. Калининград, Калининградская область, РФ

Абрашкин Михаил Сергеевич, профессор кафедры управления, «Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова» - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», г. Королёв, РФ; профессор кафедры экономики, финансов и капитала, ФГБОУ ВО «Российский государственный социальный университет», д-р экон. наук, доцент, г. Москва, РФ

Авдалян Анаит Амбарцумовна, студент, факультет «Экономики, менеджмента и торговли», Краснодарский филиал Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова, г. Краснодар, РФ

Акопьян Артём Александрович, магистрант, «Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта"», г. Калининград, Калининградская область, РФ

Алабьев Вадим Рудольфович, преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности Кубанского Государственного Технологического университета, д-р техн. наук, профессор, г. Краснодар, РФ

Алексеев Владимир Юрьевич, инженер управления технического надзора ПАО АНК «Башнефть», г. Уфа, РФ

Алимхан Асем Бауыржанкызы, магистрант 1 курса ОП «Учет и аудит» АО «Казахский университет технологий и бизнеса» им. К. Кулажанова, г. Астана, Республика Казахстан

Артёмов Артём Вячеславович, доцент кафедры ТЦБПиПП ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», канд. техн. наук, доцент, г. Екатеринбург, РФ

Бабенчук Ярослав Игоревич, ассистент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Бадин Даниил Сергеевич, магистрант 1 года обучения, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск, РФ

Байрачная Ангелина Андреевна, студентка 3 курса направления подготовки Профессиональное обучение (по отраслям) Разработка программного обеспечения образовательных систем, Старобельский факультет (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГПУ», г. Старобельск, ЛНР, РФ

Бахарев Дмитрий Николаевич, профессор кафедры автомобильного транспорта ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», д-р техн. наук, доцент, г. Луганск, ЛНР, РФ

Безсонова Екатерина Геннадьевна, студент экономического факультета, Южно-Российский институт управления - филиал РАНХиГС, г. Ростов-на-Дону, РФ

Беляева Елена Александровна, доцент кафедры фармацевтической и медицинской химии ФГБОУ ВО «ДонГМУ», канд. хим. наук, г. Донецк, ДНР, РФ

Билан Галина Александровна, ассистент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Битай Сабина Мараткызы, студент, Казахский университет технологии и бизнеса имени К.Кулажанова г. Астана, Республика Казахстан

Блинова Наталия Константиновна, доцент кафедры химических технологий Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», канд. биол. наук, доцент, г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Бойко Елена Анатольевна, заведующий кафедрой управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», канд. пед. наук, г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Бойко Николай Зельманович, директор Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», канд. техн. наук, г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Бойченко Мария Павловна, студент гр. 23-ПБ-ТБ1 кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, РФ

Болоташвили Зураб Ушангович, доцент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», канд. техн. наук, г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Бондарева Станислава Андреевна, студент, Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, г. Москва, РФ

Бузмаков Антон Игоревич, студент 4 курса, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск, РФ

Буторин Руслан Михайлович, студент, Северный (Арктический) федеральный университет, г. Архангельск, РФ

Василенко Наталья Афанасьевна, доцент кафедры машиностроения и строительства Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», канд. физ.-мат. наук., доцент, г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Варпахович Владислав Сергеевич, магистрант, «Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта"», г. Калининград, Калининградская область, РФ

Вахитов Роберт Миннисламович, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедры Теоретической физики ФТИ УУНиТ, г. Уфа, Башкортостан, РФ

Верзун Артём Дмитриевич, магистр, кафедра переработки нефти и газа технологического института ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень, РФ

Виленская Анастасия Евгеньевна, студент кафедры региональной муниципальной экономики и управления ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», г. Екатеринбург, Свердловская область, РФ

Виниченко Виктория Александровна, заведующий кафедрой экономики и управления ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта», канд. экон. наук, доцент, г. Новосибирск, РФ

Виржилио Сантуш, преподаватель, Technical University of Angola (ISTA), канд. техн. наук, г. Луанда, Республика Ангола

Власов Николай Геннадьевич, магистр ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, РФ

Водолазский Владимир Викторович, магистрант группы ДТИ-24М кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Вольвак Сергей Федорович, профессор инженерного факультета ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», канд. техн. наук, профессор, г. Белгород, РФ

Воронкова Ольга Олеговна, студент экономического факультета, Южно-Российский институт управления - филиал РАНХиГС, г. Ростов-на-Дону, РФ

Галимуллина Надия Мидхатовна, доцент кафедры социологии, политологии и менеджмента Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева-КАИ, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», канд. ист. наук, доцент, г. Казань, Республика Татарстан, РФ

Гидозаров Михаил Альбертович, старший научный сотрудник организационно-научного и редакционного отдела ФКОУ ВО Воронежский институт ФСИН России, г. Воронеж, РФ

Давид Анатолий Анатольевич, магистрант группы ДТИ-24М кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Дворядкина Елена Борисовна, профессор кафедры региональной, муниципальной экономики и управления ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», д-р экон. наук, профессор, г. Екатеринбург, Свердловская область, РФ

Демин Владимир Иванович, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», канд. техн. наук, доцент, г. Краснодар, РФ

Денисюк Марина Васильевна, студент Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, г. Москва, РФ

Денищенко Наталия Павловна, старший преподаватель, Северодонецкий технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Денищенко Павел Николаевич, профессор, Северодонецкий технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Диментьев Александр Олегович, доцент кафедры машиностроения и строительства Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», канд. техн. наук., доцент, г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Диментьева Анна Александровна, студент группы ХТ-25/2му Северодонецкий технологический институт ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Дорогокупля Ирина Игоревна, студент, кафедра безопасности жизнедеятельности Кубанского Государственного Технологического университета, г. Краснодар, РФ

Дубяга Владимир Владимирович, магистрант кафедры общей, физической и органической химии ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР, РФ

Дюкарев Александр Викторович, студент группы Э-25 м Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Дяговец Екатерина Валентиновна, ст. преп. кафедры химии и техносферной безопасности Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко, г. Тирасполь, Приднестровская Молдавская Республика

Ергазин Айбар Айбасулы, студент, Казахский университет технологии и бизнеса имени К.Кулажанова г. Астана, Республика Казахстан

Жданов Александр Сергеевич, студент, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань, РФ

Жданов Сергей Александрович, профессор кафедры конституционного права и историко-правовых дисциплин ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», канд. техн. наук, г. Луганск, ЛНР, РФ

Жданова Майя Николаевна, доцент кафедры пожарной безопасности ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», канд. хим. наук, г. Луганск, ЛНР, РФ

Жданова Ольга Сергеевна, профессор кафедры экономики, проректор по воспитательной работе и молодежной политике ФГБОУ ВО «Луганский государственный педагогический университет», д-р. экон. наук, г. Луганск, ЛНР, РФ

Жданович Михаил Францевич, доцент, кафедра переработки нефти и газа технологического института ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», канд. техн. наук, г. Тюмень, РФ

Жужа Евгения Дмитриевна, доцент кафедры химии и техносферной безопасности Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко, канд. биол. наук, г. Тирасполь, Приднестровская Молдавская Республика

Завойских Юлия Андреевна, доцент кафедры экономики и управления в АПК Калининградского филиала ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», канд. экон. наук, г. Полесск, Калининградская область, РФ

Зайцева Полина Дмитриевна, аспирант 1 курса, научная специальность 2.5.22 «Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства», ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», г. Москва, РФ

Земцова Анастасия Анатольевна, магистрант группы ДТИ-24М кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Иванов Алексей Юрьевич, студент группы Э-25 м Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Иванова Оксана Евгеньевна, доцент кафедры бухгалтерского учета и информационных систем в экономике ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», канд. экон. наук, доцент, п. Караваево, Костромская область, РФ

Игнатов Евгений Александрович, аспирант, Московский политехнический университет, г. Москва, РФ

Исак Александр Демьянович, канд. хим. наук, доцент

Истратова Евгения Евгеньевна, доцент кафедры автоматизированных систем управления, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», канд. техн. наук, доцент, г. Новосибирск, РФ

Ищенко Татьяна Сергеевна, ассистент кафедры естественно-математических, технических дисциплин и методик их преподавания Старобельского факультета (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГПУ», г. Старобельск, ЛНР, РФ

Карманов Николай Иванович, ст. преп. кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Карпов Антон Владимирович, доцент кафедры металлургических технологий ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», канд. техн. наук., г. Липецк, РФ

Керемет Михаил Анатольевич, доцент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», канд. техн. наук, г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Кириенко Анна Анатольевна, студент ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», г. Екатеринбург, РФ

Клещ Сергей Васильевич, студент ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта», г. Новосибирск, РФ

Козлов Сергей Дмитриевич, аспирант, Государственный университет управления, г. Москва, РФ

Колотова Александра Сергеевна, ассистент кафедры экономической безопасности и права ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, учитель ТОГАУ Мичуринский лицей, г. Мичуринск, РФ

Кондакова Анастасия Николаевна, студент ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», г. Екатеринбург, РФ

Коновалов Даниил Андреевич, студент, Северный (Арктический) федеральный университет, г. Архангельск, РФ

Кононенко Арина Сергеевна, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, РФ

Кононов Дмитрий Юрьевич, магистрант группы ДТИ-24М кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Копец Юрий Витальевич, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность», институт гражданской защиты ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», канд. техн. наук, г. Луганск, ЛНР, РФ

Корж Александр Григорьевич, магистрант группы ДТИ-24М кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Корж Юлия Владимировна, магистрант группы ДТИ-24М кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Короткова Татьяна Германовна, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», д-р техн. наук, доцент, г. Краснодар, РФ

Косарева Екатерина Владимировна, ассистент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Кочетова Жанна Юрьевна, профессор кафедры гидрогеологии, инженерной и экологической геологии ФГБОУ ВО Воронежского государственного университета, д-р геогр. наук, доцент, г. Воронеж, РФ

Крохмалева Алина Владимировна, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», соискатель ученой степени кандидата наук, г. Луганск, ЛНР, РФ

Куган Светлана Федоровна, начальник управления подготовки научных кадров высшей квалификации УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», д-р экон. наук, доцент, г. Минск, Республика Беларусь

Кузнецова Елена Владимировна, ст. преподаватель кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Кузнецова Наталья Владимировна, профессор кафедры «Архитектура и градостроительство», ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», канд. техн наук, доцент, г. Тамбов, РФ

Кязимов Алиага Октаевич, аспирант ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», г. Москва, РФ

Лазарев Артем Евгеньевич, магистр, «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», г. Архангельск, Архангельская область, РФ

Лазаренко Максим Евгеньевич, студент гр. 23-ПБ-ТБ1 кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, РФ

Ланцов Никита Олегович, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, РФ

Левченко Максим Эдуардович, студент ФГБОУ ВО «Донбасский государственный технический университет», г. Алчевск, ЛНР, РФ

Левченко Оксана Александровна, доцент, ФГБОУ ВО «Донбасский государственный технический университет», канд. техн. наук, г. Алчевск, ЛНР, РФ

Левченко Эдуард Петрович, доцент, ФГБОУ ВО «Донбасский государственный технический университет», канд. техн. наук, г. Алчевск, ЛНР, РФ

Любимова Наталия Геннадьевна, профессор ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», д-р экономических наук, г. Москва, РФ

Магзумова Лаззат Кенжебековна, сеньор-лектор, Казахский университет технологии и бизнеса имени К.Кулажанова, магистр экономических наук, г. Астана, Республика Казахстан

Манахов Фёдор Евгеньевич, студент, Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, г. Калининград, РФ

Марамзин Максим Анатольевич, аспирант ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», г. Москва, РФ

Матрошилов Максим Анатольевич, студент группы 841 Института гражданской защиты ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Луганск, ЛНР, РФ

Меренков Артем Олегович, доцент кафедры логистики и транспортно-технологических систем ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», канд. экон. наук, доцент, г. Москва, РФ

Миниахметова Татьяна Михайловна, бакалавр, кафедра переработки нефти и газа технологического института ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень, РФ

Мирзакамалов Шахзод Шухратович, студент, Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, г. Калининград, РФ

Мирзоева Анжелика Ринатовна, доцент ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, канд. экон. наук, г. Нальчик, РФ

Митрофанов Алексей Сергеевич, педагог дополнительного образования, Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа № 22 имени Героя Российской Федерации Д. Е. Иванова» г. Тамбова, детский технопарк «Кванториум-Тамбов», г. Тамбов Тамбовской области, РФ

Мишарин Александр Алексеевич, магистр 2 курса направления подготовки «Проектный менеджмент», ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», г. Казань, Республика Татарстан, РФ

Мубаракшина София Александровна, студент ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», г. Екатеринбург, РФ

Носков Андрей Геннадьевич, старший преподаватель кафедры механизации сельского хозяйства Калининградского филиала ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Полесск, Калининградская область, РФ

Носкова Светлана Анатолиевна, заведующий кафедрой экономики и управления в АПК Калининградского филиала ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», канд. экон. наук, доцент, г. Полесск, Калининградская область, РФ

Огнева Татьяна Васильевна, ст. преп. кафедры химии и техносферной безопасности Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко, г. Тирасполь, Приднестровская Молдавская Республика

Ожередова Марина Анатольевна, заведующий кафедрой химических технологий Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», канд. техн. наук, доцент, г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Олейник Елена Александровна, доцент кафедры пожарной безопасности ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», канд. биол. наук, г. Луганск, ЛНР, РФ

Олифиренко Виктория Викторовна, студент 1 курса магистратуры ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, РФ

Орденко Юлия Александровна, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, РФ

Осташко Оксана Юрьевна, ассистент кафедры экономической теории и маркетинга УО «Белорусский государственный технологический университет», аспирант, г. Минск, Республика Беларусь

Павленко Александр Тимофеевич, заместитель директора института гражданской защиты ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», канд. техн. наук, доцент, г. Луганск, ЛНР, РФ

Пастухов Александр Геннадиевич, профессор инженерного факультета ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», д-р техн. наук, профессор, г. Белгород, РФ

Пацева Лариса Юрьевна, старший научный сотрудник, Северодонецкий технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Паштов Алан Борисович, магистрант направления подготовки «Экономика» ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик, РФ

Петров Дмитрий Сергеевич, магистрант, «Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта"» г. Калининград, Калининградская область, РФ

Подольский Степан Александрович, студент 2-ого курса Института управленческих кадров, Академия управления при Президенте Республики Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь

Попов Сергей Александрович, заместитель начальника организационно-научного и редакционного отдела ФКОУ ВО Воронежский институт ФСИН России, г. Воронеж, РФ

Прутский Алексей Сергеевич, преподаватель кафедры информационных технологий, факультет компьютерных технологий и прикладной математики, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, РФ

Прытков Любим Николаевич, научный сотрудник Научно-исследовательского отделения Учебно-научного комплекса пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России», г. Екатеринбург, РФ

Рассказова Юлия Борисовна, ассистент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Рублева Людмила Ивановна, заведующий кафедрой общей, физической и органической химии ФГБОУ ВО «ДонНТУ», канд. хим. наук, доцент, г. Донецк, ДНР, РФ

Сахаров Сергей Васильевич, заместитель начальника кафедры радиотехнических систем (и средств обеспечения полетов) ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», канд. техн. наук, доцент, г. Воронеж, РФ

Смирнова Ирина Владимировна, доцент кафедры химических технологий Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», канд. хим., г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Солонникова Наталия Владимировна, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, РФ

Стенцель Иосиф Иванович, профессор Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», д-р техн. наук, г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Стоцкая Оксана Владимировна, ассистент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Суркова Татьяна Дмитриевна, студент 1 курса магистратуры ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, РФ

Сыровой Геннадий Владимирович, доцент кафедры специальные технические средства Института гражданской защиты ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», канд. техн. наук, доцент, г. Луганск, ЛНР, РФ

Терентьев Владислав Витальевич, курсант 5 курса ВУНЦ ВВС «ВВА им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

Термелева Анна Евгеньевна, старший преподаватель кафедры государственного и муниципального управления ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева», г. Самара, РФ

Тимашов Евгений Петрович, доцент инженерного факультета ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», д-р техн. наук, доцент, г. Белгород, РФ

Тищенко Ирина Викторовна, старший преподаватель кафедры экономики и управления Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Ткачев Роман Юрьевич, доцент кафедры управления инновациями в промышленности Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», канд. техн. наук, г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Топорков Никита Михайлович, студент, факультет компьютерных технологий и прикладной математики, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, РФ

Туманов Антон Вячеславович, и.о. заведующего кафедрой строительства и архитектуры ФГБОУ ВО «Херсонский аграрный университет», канд. техн. наук, доцент, пгт Антоновка, РФ

Ульжаев Эркин, профессор, кафедра «Системы обработки и управления информацией», Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, д-р техн. наук, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Филиппов Михаил Александрович, аспирант 3 курса Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Башкортостан, РФ

Хакимуллина Алана Альбертовна, студент 3 курса, Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Башкортостан, РФ

Хамидуллина Гузель Ривкатовна, аспирант 1 курса, научная специальность 2.5.22 «Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства», ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», г. Москва, РФ

Чебан Виктор Григорьевич, заведующий кафедрой информационных технологий, приборостроения и электротехники Северодонецкий технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ канд. техн. наук, доцент

Чотчаев Ильяс Асланович, аспирант кафедры логистики и транспортно-технологических систем ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», г. Москва, РФ

Шарун Елена Петровна, доцент кафедры химических технологий Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», канд. техн. наук, доцент, г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Шелепенко Владимир Викторович, ведущий инженер по автоматизированным системам управления производством цеха

контрольно-измерительных приборов и автоматики ООО «Южный горно-металлургический комплекс», г. Алчевск ЛНР, РФ

Шестаков Константин Денисович, студент 4 курса, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск, РФ

Шипидченко Марина Владимировна, старший преподаватель кафедры химических технологий Северодонецкого технологического института ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Шихирин Вячеслав Евгеньевич, студент, Северный (Арктический) федеральный университет, г. Архангельск, РФ

Шолух Наталия Евгеньевна, доцент кафедры химических технологий Северодонецкого технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», канд. хим. наук, г. Северодонецк, ЛНР, РФ

Шуматова Анастасия Владимировна, студентка 2 курса магистратуры Елабужского института (филиала) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Елабуга, РТ, РФ

Юсупова Ольга Анатольевна, доцент базовой кафедры финансового контроля, анализа и аудита Главного контрольного управления города Москвы ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», канд. экон. наук, доцент, г. Москва, РФ

Якимова Ольга Юрьевна, ассистент кафедры управления инновациями в промышленности, Северодонецкий технологический институт ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Северодонецк, ЛНР, РФ

LIST OF AUTHORS

Abdikhaliyov Ulmaszhon, doctoral student, Department of Information Processing and Management Systems, Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Tashkent, Uzbekistan

Abramova Vlada, Associate Professor, «Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Immanuel Kant Baltic Federal University"», Cand. Sc. (Technical), Kaliningrad, Kaliningrad Oblast, Russian Federation

Abrashkin Mikhail, Professor at the Department of Management, A.A. Leonov Technological University (branch) of Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAII), Korolev, Russian Federation; Professor at the Department of Economics, Finance and Capital, Russian State Social University (RGSU), Dr. Sci. (Economics), Docent, Moscow, Russian Federation

Akopyan Artem, Master's Student, «Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Immanuel Kant Baltic Federal University"», Kaliningrad, Kaliningrad Oblast, Russian Federation

Alabev Vadim, Lecturer at the Department of Security of Kuban State Technological University, Dr. Sci. (Technical), Professor, Krasnodar, Russian Federation

Alekseev Vladimir, Engineer, Technical Supervision Department, PJSC ANK «Bashneft», Ufa, Russian Federation

Alimkhan Asem, Master's student, K. Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Republic of Kazakhstan

Artemov Artem, Associate Professor at the Department of Timber Processing and Pulp Production of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ural State Forest Engineering University», Cand. Sc. (Technical), Docent, Yekaterinburg, Russian Federation

Avdalyan Anait, student, Faculty of Economics, Management and Trade, Krasnodar branch of the Russian Economic University named after G.V. Plekhanov, Krasnodar, Russian Federation

Babenchuk Iaroslav, Assistant Professor, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute Vladimir Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Badin Daniil, first-year Master's student, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation

Bairachnaia Angelina, 3rd year student at the training area Professional training (by industry) Software development of educational systems, Starobelsk Faculty (branch) of FGBOU VO «LGPU», Starobelsk, LPR, Russian Federation

Bakharev Dmitrii, Professor at the Automobile Transport Department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Volodymyr Dahl Luhansk State University, Dr. Sci. (Technical), Docent, Luhansk, LPR, Russian Federation

Beliaeva Elena, Associate Professor at Department of Pharmaceutical and Medical chemistry, FSBEI of HE «DonSMU», Cand. Sc. (Chemistry), Donetsk, DPR, Russian Federation

Bezsonova Ekaterina, student of the Faculty of Economics, South Russian Institute of Management - Branch of RANEPa, Rostov-on-Don, Russian Federation

Bilan Galina, Assistant Professor, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Bitai Sabina, student, K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Republic of Kazakhstan

Blinova Nataliia, Associate Professor at the Department of Chemical Technologies, Severodonetsk Technological Institute of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Luhansk Vladimir Dal State University», Cand. Sc. (Biology), Docent, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Boichenko Mariia, student, Group 23-PB-TB1, Department of Life Safety, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation

Boiko Elena, Head of the Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Cand. Sc. (Pedagogy), Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Boiko Nikolai, Director of the Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Cand. Sc. (Technical), Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Bolotashvili Zurab, Associate Professor at the Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Cand. Sc. (Technical), Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Bondareva Stanislava, student, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (NRU), Moscow, Russian Federation

Butorin Ruslan, student, Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, Russian Federation

Buzmakov Anton, 4th-year student, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation

Cheban Viktor, Head of the Chair of Information Technology, Instrumentation and Electrical Engineering, Severodonetsk Technological Institute (branch) Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Lugansk Vladimir Dahl State University», Cand. Sc. (Technical), Docent, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Chotchayev Ilias, postgraduate student, Department of Transport Complex Management, State University of Management, Moscow, Russian Federation

David Anatolii, Master's student, DTI-24M group, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Demin Vladimir, Associate Professor at the Department of Life Safety, Kuban State Technological University, Cand. Sc. (Technical), Docent, Krasnodar, Russian Federation

Denishchenko Natalia, Senior Lecturer, Severodonetsk Technological Institute (Branch) Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Lugansk Vladimir Dahl State University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Denishchenko Pavel, Professor, Severodonetsk Technological Institute (Branch) Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Lugansk Vladimir Dahl State University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Denisiuk Marina, student, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (NRU), Moscow, Russian Federation

Diagovets Ekaterina, Senior Lecturer, Department of Chemistry and Technosphere Safety, T.G. Shevchenko Pridnestrovian State University, Tiraspol, Pridnestrovian Moldavian Republic

Dimentev Aleksandr, Associate Professor at the Department of Mechanical Engineering and Construction, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Cand. Sc. (Technical), Docent, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Dimenteva Anna, student of the group XT-25/2my, Severodonetsk Technological Institute of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Luhansk Vladimir Dal State University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Diukarev Aleksandr, student of the Severodonetsk Technological Institute, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vladimir Dahl Lugansk State University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Dorogokuplia Irina, student, Department of Security of Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation

Dubiaga Vladimir, Master's student at Department of General, Physical and Organic chemistry, FSBEI of HE «DonNTU», Donetsk, DPR, Russian Federation

Dvoriadkina Elena, Professor at the Department of Regional Municipal Economics and Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ural State University of Economics», Dr. Sci. (Economics), Professor, Yekaterinburg, Sverdlovsk region, Russian Federation

Ergazin Aibar, student, K.Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Republic of Kazakhstan

Filippov Mikhail, a third-year graduate student, Ufa University of Science and Technology, Ufa, Bashkortostan, Russian Federation

Galimullina Nadiia, Associate Professor at the Department of Sociology, Political Science and Management of Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Cand. Sc. (History), Docent, Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation

Gidozarov Mikhail, Senior Researcher of the Organizational, Scientific and Editorial Department, Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia», Voronezh, Russian Federation

Ignatov Evgenii, postgraduate student, Moscow Polytechnic University, Moscow, Russian Federation

Ivanov Aleksei, student of the Severodonetsk Technological Institute, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vladimir Dahl Lugansk State University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Ivanova Oksana, Associate Professor at the Department of Accounting and Information Systems in Economics, Federal State Budgetary Educational

Institution of Higher Education «Kostroma State Agricultural Academy», Cand. Sc. (Economics), Docent, Karavaevo, Kostroma Region, Russian Federation

Isak Aleksandr, Cand. Sc. (Chemistry), Docent

Ishchenko Tatiana, Assistant at the Department of Natural Sciences, Mathematics, Technical Disciplines and Methods of Teaching them, Starobelsky Faculty (branch) of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «LSPU», Starobelsk, LPR, Russian Federation

Istratova Evgeniia, Associate Professor at the Automated Control Systems Department, Novosibirsk State Technical University, Cand. Sc. (Technical), Docent, Novosibirsk, Russian Federation

Karmanov Nikolai, Senior Lecturer at the Department of Information Technologies, Instrument Engineering and Electrical Engineering, Severodonetsk Technological Institute of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Luhansk Vladimir Dal State University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Karpov Anton, Associate Professor at the Department, Lipetsk state technical university, Cand. Sc. (Technical), Lipetsk, Russian Federation

Keremet Mikhail, Associate Professor at the Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Cand. Sc. (Technical), Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Khakimullina Alana, a third year student, Ufa University of Science and Technology, Ufa, Bashkortostan, Russian Federation

Khamidullina Guzel, 1st year postgraduate student, scientific specialty 2.5.22 «Product quality management. Standardization. Organization of Production», Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «State University of Management», Moscow, Russian Federation

Kiazimov Aliaga, postgraduate student, State University of Management, Moscow, Russian Federation

Kirienko Anna, student of Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russian Federation

Kleshch Sergei, student of the Siberian State University of Water Transport, Novosibirsk, Russian Federation

Kochetova Zhanna, Professor at the Department of Hydrogeology, Engineering and Ecological Geology, Voronezh State University, Dr. Sci. (Geography), Docent, Voronezh, Russian Federation

Kolotova Aleksandra, Assistant of the Department of Economic Security and Law of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Michurinsky GAU, teacher of TOGAU Michurinsky Lyceum, Michurinsk, Russian Federation

Kondakova Anastasiia, student of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russian Federation

Kononenko Arina, Associate Professor, Department of Life Safety, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation

Kononov Dmitrii, Master's student, DTI-24M group, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Konovalov Daniil, student, Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, Russian Federation

Kopets Iurii, Head of the Department of Technosphere Safety, Institute of Civil Protection, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vladimir Dal Luhansk State University», Cand. Sc. (Technical), Luhansk, LPR, Russian Federation

Korotkova Tatiana, Professor at the Department of Life Safety, Kuban State Technological University, Dr. Sci. (Technical), Docent, Krasnodar, Russian Federation

Korzh Aleksandr, Master's student, DTI-24M group, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Korzh Iuliia, Master's student, DTI-24M group, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Kosareva Ekaterina, Assistant Professor, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute Vladimir Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Kozlov Sergei, postgraduate student, State University of Management, Moscow, Russian Federation

Krokhmaleva Alina, Senior Lecturer, Lugansk State University named after Vladimir Dal, applicant for the academic degree of candidate of sciences, Lugansk, LPR, Russian Federation

Kugan Svetlana, Head of the Department for the Training of Highly Qualified Scientific Personnel at the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Dr. Sci. (Economics), Docent, Minsk, Republic of Belarus

Kuznetsova Elena, Senior Lecturer, Department of Information Technologies, Instrument Engineering and Electrical Engineering, Severodonetsk Technological Institute, Vladimir Dahl Lugansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Kuznetsova Natalia, Professor at the Department of Architecture and Construction, Tambov State Technical University, Cand. Sc. (Technical), Docent, Tambov, Russian Federation

Lantsov Nikita, Associate Professor, Department of Life Safety, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation

Lazarenko Maksim, student, Group 23-PB-TB1, Department of Life Safety, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation

Lazarev Artem, Master's Degree Student, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Arkhangelsk Region, Russian Federation

Levchenko Eduard, Associate Professor, Donbass State Technical University, Cand. Sc. (Technical), Alchevsk, LPR, Russian Federation

Levchenko Maksim, student of the Donbass State Technical University, Alchevsk, LPR, Russian Federation

Levchenko Oksana, Associate Professor, Donbass State Technical University, Cand. Sc. (Technical), Alchevsk, LPR, Russian Federation

Liubimova Nataliia, Professor, State University of Management, Dr. Sci. (Economics), Moscow, Russian Federation

Magzumova Lazzat, Senior Lecturer, Master of Science in Economics, K. Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Republic of Kazakhstan

Manakhov Fedor, MA student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russian Federation

Maramzin Maksim, postgraduate student, State University of Management, Moscow, Russian Federation

Matroshilov Maksim, student of the GZ-841 group at the Civil Protection Institute «Lugansk State University named after Vladimir Dahl», Lugansk, LPR, Russian Federation

Merenkov Artem, Associate Professor at the Department of Transport Complex Management, State University of Management, Cand. Sc. (Economics), Docent, Moscow, Russian Federation

Miniakhmetova Tatiana, Bachelor's Degree, Department of Oil and Gas Processing, Institute of Technology, Tyumen Industrial University, Tyumen, Russian Federation

Mirzakamalov Shakhzod, MA student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russian Federation

Mirzoeva Anzhelika, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State Agrarian University, Cand. Sc. (Economics), Nalchik, Russian Federation

Misharin Aleksandr, 2nd year Master's degree in Project Management, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation

Mitrofanov Aleksei, teacher of additional education, Municipal Autonomous Educational Institution Secondary School No. 22 named after D. E. Ivanov, Hero of the Russian Federation, Tambov, Tambov, Tambov Region, Russian Federation

Mubarakshina Sofiia, student of Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russian Federation

Noskov Andrei, Senior Lecturer at the Department of Agricultural Mechanization at the Kaliningrad Branch of the St. Petersburg State Agrarian University, Polessk, Kaliningrad Region, Russian Federation

Noskova Svetlana, Head of the Department of Economics and Management in Agriculture of the Kaliningrad Branch of the St. Petersburg State Agrarian University, Cand. Sc. (Economics), Docent, Polessk, Kaliningrad Region, Russian Federation

Ogneva Tatiana, Senior Lecturer, Department of Chemistry and Technosphere Safety, T.G. Shevchenko Pridnestrovian State University, Tiraspol, Pridnestrovian Moldavian Republic

Oleinik Elena, Associate Professor at the Department of Fire Safety, «Luhansk State University named after Vladimir Dahl», Cand. Sc. (Biology), Lugansk, LPR, Russian Federation

Olifirenko Viktoriia, 1st year master's students Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation

Ordenko Iuliia, Associate Professor at the Department of Life Safety, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation

Ostashko Oksana, post-graduate student, assistant of the Department of Economic Theory and Marketing of the Educational Institution of Higher Education «Belarusian State Technological University», Minsk, Republic of Belarus

Ozheredova Marina, Head of the Department of Chemical Technologies, Severodonetsk Technological Institute of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Luhansk Vladimir Dal State University», Cand. Sc. (Technical), Docent, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Pashtov Alan, Master's Student in Economics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University, Nalchik, Russian Federation

Pastukhov Aleksandr, Professor at the Faculty of Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, Dr. Sci. (Technical), Professor, Belgorod, Russian Federation

Patseva Larisa, Senior Researcher, Severodonetsk Technological Institute (Branch) Federal State Budgetary Educational Institution Of Higher Education «Lugansk Vladimir Dahl State University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Pavlenko Aleksandr, Deputy Director of the Institute of Civil Protection, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vladimir Dal Luhansk State University», Cand. Sc. (Technical), Docent, Luhansk, LPR, Russian Federation

Petrov Dmitrii, Master's Student, «Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Immanuel Kant Baltic Federal University"», Kaliningrad, Kaliningrad Oblast, Russian Federation

Podolskii Stepan, 2nd year student of the Institute of Management Personnel, Academy of Public Administration under the President of the Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

Popov Sergei, Deputy Head of the Organizational, Scientific and Editorial Department, Federal State State-Funded Educational Institution of Higher Education «Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia», Voronezh, Russian Federation

Prutskii Aleksei, Lecturer at the Information Technologies Department, Faculty of Computer Technology and Applied Mathematics, Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation

Prytkov Liubim, Researcher at the Scientific Research Department of the Training and Research Complex of Firefighting and Emergency Rescue Operations of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ural Institute of Civil Protection of EMERCOM of Russia», Yekaterinburg, Russian Federation

Rasskazova Iuliia, Assistant of the Department of Innovation Management in Industry at the Severodonetsk Institute of Technology of the Lugansk State University named after Vladimir Dal, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Rubleva Liudmila, Head of Department of General, Physical and Organic chemistry, FSBEI of HE «DonNTU», Cand. Sc. (Chemistry), Docent, Donetsk, DPR, Russian Federation

Sakharov Sergei, Deputy Head of the Department of Radio Engineering Systems (and Flight Support Facilities), Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy», Cand. Sci. (Technical), Docent, Voronezh, Russian Federation

Sharun Elena, Associate Professor at the Chemical Technologies Department, Severodonetsk Technological Institute of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Luhansk Vladimir Dal State University», Cand. Sc. (Technical), Docent, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Shelepenko V.V., Leading Engineer for Automated Production Control Systems of the Control and Measuring Instruments and Automation Department of the Southern Mining and Metallurgical Complex LLC, Alchevsk, LPR, Russian Federation

Shestakov Konstantin, 4th-year student, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation

Shikhirin Viacheslav, student, Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, Russian Federation

Shipidchenko Marina, Senior Lecturer at the Department of Chemical Technology Severodonetsk Technological Institute of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Luhansk Vladimir Dal State University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Sholukh Nataliia, Associate Professor at the Department of Chemical Technologies of the Severodonetsk Institute of Technology, «Lugansk State University named after Vladimir Dahl», Cand. Sc. (Chemistry), Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Shumatova Anastasiia, Second-year Master's student, Yelabuga Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Kazan (Volga Region) Federal University», Yelabuga, Republic of Tatarstan, Russian Federation

Smirnova Irina, Associate Professor at the Department of Chemical Technologies at the Severodonetsk Institute of Technology of the Lugansk State University named after Vladimir Dal, Cand. Sc. (Chemistry), Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Solonnikova Nataliia, Associate Professor, Department of Life Safety, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation

Stentsel Iosif, Professor at the Severodonetsk Institute of Technology of the Lugansk State University named after Vladimir Dal, Dr. Sci. (Technical), Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Stotskaia Oksana, Assistant Professor, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Surkova Tatiana, 1st year master's students Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation

Syrovoi Gennadii, Associate Professor at the Department of Special Technical Equipment at the Institute of Civil Protection «Lugansk State University named after Vladimir Dahl», Cand. Sc. (Technical), Docent, Lugansk, LPR, Russian Federation

Terentev Vladislav, 5th-year Cadet, Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy», Voronezh, Russian Federation

Termeleva Anna, Senior Lecturer at the Department of State and Municipal Administration, Samara National Research University named after S.P. Korolev, Samara, Russian Federation

Timashov Evgenii, Associate Professor at the Faculty of Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin», Dr. Sci. (Technical), Docent, Belgorod, Russian Federation

Tishchenko Irina, Senior Lecturer of Department of Economics and Management, Severodonetsk Technological Institute of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Lugansk Vladimir Dal State University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Tkachev Roman, Associate Professor at the Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Cand. Sc. (Technical), Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Toporkov Nikita, student, Faculty of Computer Technology and Applied Mathematics, Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation

Tumanov Anton, Acting Head of the Department of Construction and Architecture, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kherson Agrarian University», Cand. Sc. (Technical), Docent, Antonovka urban-type settlement, Russian Federation

Ulzhaev Erkin, Professor, Department of Information Processing and Management Systems, Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Doctor of Technical Sciences, Tashkent, Uzbekistan

Vakhitov Robert, Head of the Department of Theoretical Physics, Ufa University of Science and Technology, Dr. Sci. (Physics and Mathematics), Professor, Ufa, Bashkortostan, Russian Federation

Varpakhovich Vladislav, Master's Student, «Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Immanuel Kant Baltic Federal University"», Kaliningrad, Kaliningrad Oblast, Russian Federation

Vasilenko Natalia, Associate Professor at the Mechanical Engineering and Construction Department Severodonetsk Technological Institute of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Luhansk Vladimir Dal State University», Cand. Sc. (Physics and Mathematics), Docent, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Verzun Artem, Master's Degree, Department of Oil and Gas Processing, Institute of Technology, Tyumen Industrial University, Tyumen, Russian Federation

Vilenskaia Anastasiia, student of the Department of Regional Municipal Economics and Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ural State University of Economics», Yekaterinburg, Sverdlovsk region, Russian Federation

Vinichenko Viktoriia, Head of the Department of Economics and Management, Siberian State University of Water Transport, Cand. Sc. (Economics), Docent, Novosibirsk, Russian Federation

Virgilio Santos, Lecturer, Technical University of Angola (ISTA), PhD, Luanda, Republic of Angola

Vlasov Nikolai, Master's Degree Student at the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin», Yekaterinburg, Russian Federation

Vodolazskii Vladimir, Master's student, DTI-24M group, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Volvak Sergei, Professor at the Faculty of Engineering, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin», Cand. Sc. (Technical), Professor, Belgorod, Russian Federation

Voronkova Olga, student of the Faculty of Economics, South Russian Institute of Management - Branch of RANEPa, Rostov-on-Don, Russian Federation

Yakimova Olga, Assistant of the Department of Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Luhansk Vladimir Dal State University», Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Yusupova Olga, Associate Professor at the Basic Department of Financial Control, Analysis and Audit of the Main Control Department of the City of Moscow, Plekhanov Russian University of Economics, Cand. Sc. (Economics), Docent, Moscow, Russian Federation

Zaitseva Polina, postgraduate student, Scientific Specialization 2.5.22 «Product Quality Management. Standardization. Production Organization», State University of Management, Moscow, Russian Federation

Zavoiskikh Iuliia, Associate Professor at the Department of Economics and Management in Agriculture of the Kaliningrad Branch of the St. Petersburg State Agrarian University, Cand. Sc. (Economics), Polessk, Kaliningrad Region, Russian Federation

Zemtsova Anastasiia, Master's student, DTI-24M group, Department of Industrial Innovation Management, Severodonetsk Technological Institute, Volodymyr Dahl Luhansk State University, Severodonetsk, LPR, Russian Federation

Zhdanov Aleksandr, student, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI, Kazan, Russian Federation

Zhdanov Sergei, Professor at the Department of Constitutional Law and Historical and Legal Disciplines, «Vladimir Dahl Luhansk State University», Cand. Sc. (Technical), Lugansk, LPR, Russian Federation

Zhdanova Maiia, Associate Professor at the Department of Fire Safety, «Luhansk State University named after Vladimir Dahl», Cand. Sc. (Chemistry), Lugansk, LPR, Russian Federation

Zhdanova Olga, Professor at the Economics Department, Vice-Rector of the Lugansk State Pedagogical University, Dr. Sci. (Economics), Lugansk, LPR, Russian Federation

Zhdanovich Mikhail, Associate Professor, Department of Oil and Gas Processing, Institute of Technology, Tyumen Industrial University, Cand. Sc. (Technical), Tyumen, Russian Federation

Zhuzha Evgeniia, Associate Professor, Department of Chemistry and Technosphere Safety, T.G. Shevchenko Pridnestrovian State University, PhD in Biology, Tiraspol, Pridnestrovian Moldavian Republic

[illegible]

[illegible]

Научное издание

НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

**I Международная научно-практическая конференция
(г. Северодонецк, РФ, 5-7 февраля 2026 г.)**

Сборник статей

В двух томах

Том 1

NEW HORIZONS OF SCIENCE AND ECHNOLOGY

**I International Scientific and Practical Conference
(Severodonetsk, Russian Federation, February 5-7, 2026)**

Collection of articles

In two volumes

Volume 1

Редакторы: Н. А. Василенко, Л. Ю. Пацева

Издательство «Перо»

109052, Москва, Нижегородская ул., д. 29–33, стр. 27, ком. 105

Тел.: (495) 973–72–28, 665–34–36

www.pero-print.ru e-mail: info@pero-print.ru

Подписано в печать 20.02.2026. Формат 60х90/16.

Бумага офсетная. Усл. печ. л.49,5. Тираж 16 экз. Заказ 154.

Отпечатано в ООО «Издательство «Перо»