

ИНТЕРНАУКА
internauka.org

СБОРНИК СТАТЕЙ ПО МАТЕРИАЛАМ
LXXXIV МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО- ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ



№5(78)

ISSN 2587-862X

Москва, 2024

ИНТЕРНАУКА
internauka.org

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

*Сборник статей по материалам LXXXIV международной
научно-практической конференции*

№ 5 (78)
Май 2024 г.

Издается с июля 2017 года

Москва
2024

ИНТЕРНАУКА
internauka.org

TECHNICAL SCIENCES: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Proceedings of LXXXIV international scientific-practical conference

№ 5 (78)
May 2024

Published since July 2017

Moscow
2024

УДК 62
ББК 30
Т38

Т38 Технические науки: проблемы и решения. сб. ст.
по материалам LXXXIV междунар. науч.-практ. конф. – № 5 (78). –
М., Изд. «Интернаука», 2024. – 200 с.

Оглавление

Доклады конференции на русском языке 8

Секция 1. Аэрокосмическая техника и технологии 8

СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА НАВИГАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ 8

Артемук Владимир Леонидович
Свищев Алексей Владимирович
Дридигер Дмитрий Николаевич
Глинчиков Алексей Николаевич

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ
 ГИБКОГО ВАЛА 15

Жорник Максим Николаевич
Колесова Елена Геннадиевна
Колесова Анна Александровна

АНАЛИЗ МЕТОДА РАСЧЕТА АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ
СИЛ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА
OPENFOAM 27

Лаухин Владислав Сергеевич
Оразбек Сункар
Бибосинов Асылхан Жанибекович

Секция 2. Безопасность жизнедеятельности человека, промышленная безопасность, охрана труда и экология 41

ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ МЕР
ПО УМЕНЬШЕНИЮ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ
ОТ АВТОМОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ
В АТМОСФЕРУ ГОРОДА АЛМАТЫ 41

Құрма Жақсылық Қайратұлы
Бейсекова Тулеужан Иманмуханмедовна
Тусупжанова Динара Бауыржановна

Секция 3. Информатика, вычислительная техника и управление 52

ОБЗОР СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ
ОХЛАЖДЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО КОМПЕНСАТОРА
РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ 52

Легкий Александр Юрьевич
Силаев Алексей Александрович

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА	58
Пивоваров Данил Вадимович Кочковская Светлана Сергеевна	

Секция 4. Информационные технологии **64**

ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТЕЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	64
--	----

Бахталов Олег Алексеевич
Чепурко Иван Александрович
Галушкина Дарья Владимировна

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ, СГЕНЕРИРОВАННЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫМ АЛГОРИТМОМ A5/1	73
--	----

Болтак Светлана Владимировна
Гридюшко Богдан Олегович
Панкратьев Егор Сергеевич

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА ЭПОХ ПРИ ОБУЧЕНИИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ АРХИТЕКТУРЫ “ТРАНСФОРМЕР” НА ПРИМЕРЕ ПЕРЕВОДА АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА РУССКИЙ	78
--	----

Госкаев Михаил Дмитриевич
Гриф Михаил Геннадьевич

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: МОТИВАЦИЯ – КАК СПОСОБ РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ СОЗНАНИЯ	85
--	----

Капутьцевич Александр Евгеньевич

РАЗВЕДКА ПО ОТКРЫТЫМ ИСТОЧНИКАМ ИЛИ ЧТО ТАКОЕ СИСТЕМА OSINT	95
--	----

Качувов Азамат Мурадович
Реебер Валерий Евгеньевич

ПРОЦЕССАМИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ СВЯЗИ	102
---	-----

Корниенко Александр Александрович
Кочетков Вячеслав Анатольевич
Михайлов Михаил Романович
Солдатиков Игорь Викторович

ВЫБОР МЕТОДОВ ОПИСАНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЕЙ Кузнецова Анна Александровна Галушкина Дарья Владимировна	108
МЕТОД РАСЧЕТА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СЕТИ, ОСНОВАННОЙ НА СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЯХ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОТЫ В СЕЛЬСКИХ УСЛОВИЯХ ГОРИСТОЙ МЕСТНОСТИ Кузнецова Анна Александровна Галушкина Дарья Владимировна	113
РАЗВИТИЕ, ВНЕДРЕНИЕ И ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МЕДИЦИНЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ РФ Синякин Илья Николаевич Шихкеримов Шихкерим Магомедович	119
ИССЛЕДОВАНИЕ СИММЕТРИЧНЫХ СИСТЕМ ШИФРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ S-DES Сляднев Владимир Сергеевич	123
СТАНДАРТЫ КАЧЕСТВА ДАННЫХ Уланов Кирилл Анатольевич Сосёнушкин Сергей Евгеньевич	132
Секция 5. Машиностроение и машиноведение	136
СУЩЕСТВУЮЩИЕ ВИДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО МАСЛА ПО РАБОЧИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ Замота Тарас Николаевич Лошаков Александр Сергеевич	136
МОДИФИКАЦИИ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ ВАЗ-2121 (НИВА) Ладанов Владимир Ильич Мелконян Артем Сергеевич	144
МОДИФИКАЦИЯ ПОДВЕСКИ УАЗ "PATRIOT" Ладанов Владимир Ильич Терзян Дмитрий Алексеевич	149
НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ. АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ Фёдоров Владислав Борисович	153

ИСТОРИЯ И ПРОЦЕСС РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ Чупашев Сергей Владимирович Терзян Дмитрий Алексеевич Бутолин Егор Дмитриевич	160
Секция 6. Организация производства и менеджмент, системы управления качеством	165
СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ Минина Анастасия Сергеевна	165
Секция 7. Строительство и архитектура	174
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СПОСОБОВ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ Букал Надежда Сергеевна Вайнштейн Виктор Мейлехович	174
АНАЛИЗ И ДИАГНОСТИКА ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МИКРОРАЙОНА ГОРОДА Закирьянова Диляра Ильхамовна Вайнштейн Виктор Мейлехович	179
МЕРОПРИЯТИЯ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ И УЛУЧШЕНИЮ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ И СВЯЗАННОЙ С НИМ ИНФРАСТРУКТУРЫ Закирьянова Диляра Ильхамовна Вайнштейн Виктор Мейлехович	183
Секция 8. Технология продовольственных продуктов	190
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН Жиеней Айдана Едиловна Омаралиева Айгуль Махмудовна	190
Секция 9. Химическая техника и технология	194
СЖИЖЕННЫЕ УГЛЕВОДОРОДНЫЕ ГАЗЫ. ГАЗОФРАКЦИОНИРОВАНИЕ Курдиян Елизавета Андреевна Сафронов Евгений Геннадьевич	194

ДОКЛАДЫ КОНФЕРЕНЦИИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

СЕКЦИЯ 1.

АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА НАВИГАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Артемук Владимир Леонидович

*преподаватель,
Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков,
РФ, г. Балашов*

Свищев Алексей Владимирович

*канд. воен. наук, доц.
Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков,
РФ, г. Балашов*

Дридигер Дмитрий Николаевич

*старший преподаватель,
Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков,
РФ, г. Балашов*

Глинчиков Алексей Николаевич

*преподаватель,
Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков,
РФ, г. Балашов*

SPACECRAFT NAVIGATION SYSTEMS AND FACILITIES

Vladimir Artemuk

*Teacher,
Krasnodar higher military aviation school of pilots,
Russia, Balashov*

Alexey Svishchev

*Candidate of military sciences, associate professor,
Krasnodar higher military aviation school of pilots,
Russia, Balashov*

Dmitry Dridiger

*Senior lecturer teacher,
Krasnodar higher military aviation school of pilots,
Russia, Balashov*

Alexey Glinchikov

*Teacher,
Krasnodar higher military aviation school of pilots,
Russia, Balashov*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются требования, предъявляемые к навигационным системам космических летательных аппаратов при определении положения КЛА относительно поверхности Земли.

ABSTRACT

This article discusses the requirements for navigation systems of spacecraft in determining the position of the spacecraft relative to the Earth's surface.

Ключевые слова: навигация, космический летательный аппарат, орбита, навигационный глобус, ускорение, небесные тела.

Keywords: navigation, spacecraft, orbit, navigation globe, acceleration, celestial bodies.

Главное содержание навигации (космические летательные аппараты) – обеспечение полета по заданной траектории и точного вывода КЛА в назначенные для выполнения поставленной задачи точки пространства с заданной точностью. Основными задачами навигации КЛА являются:

- расчет элементов орбиты, обеспечивающих выполнение поставленной на полет задачи в заданные сроки;
- определение составляющих многомерного вектора состояния КЛА – его пространственных координат, параметров вектора скорости и др.;
- определение элементов фактической орбиты КЛА;
- определение текущих координат КЛА относительно поверхности Земли.

В зависимости от цели полета может возникнуть необходимость в решении некоторых других навигационных задач.

Первая задача решается на земле при подготовке к полету. Исходными данными для её решения являются:

- поставленное на полёт задание;
- тип и характеристики космического комплекса и КЛА;
- условия выполнения задачи (метеоусловия, характер возможного противодействия и др.).

Все другие навигационные задачи решаются в полете. Исходными данными для их решения являются результаты определений пространственного положения КЛА и параметров, характеризующих его движение.

Так, например, определение шести элементов фактической орбиты КЛА возможно по двум определениям пространственных координат КЛА с отметкой времени.

Навигационные определения в полете осуществляются с помощью наземных и бортовых систем и средств навигации КЛА. Их работа основана на использовании моделирующих и параметрических способов навигации.

В моделирующих способах определение координат места ВС осуществляется путем счисления пути. Сущность счисления пути – это решение в реальном масштабе времени уравнений движения центра масс ЛА.

Решение уравнений осуществляется путем интегрирования составляющих путевой скорости по осям выбранной системы координат. В ортодромической системе, где координаты выражаются в линейной мере, кинематические уравнения движения могут быть представлены в виде:

$$X = X_0 + \int_0^t W \sin \beta_0 dt; \quad Y = Y_0 + \int_0^t W \cos \beta_0 dt.$$

где: W – путевая (воздушная) скорость;

β_0 – ортодромический путевой угол;

R – радиус сферы, заменяющий эллипсоид вращения.

В современных навигационных системах применяются следующие способы счисления пути:

- **воздушное счисление** – осуществляется по вектору воздушной скорости самолета, измеряемому с помощью системы воздушных сигналов.

- **доплеровское счисление** – осуществляется по вектору путевой скорости самолета, измеряемому с помощью доплеровского измерителя скорости и сноса;
- **инерциальное счисление** – осуществляется по вектору путевой скорости, определяемому посредством измерений ускорений, действующих на самолет;
- **комбинированное счисление** (инерциально-доплеровское, воздушно-доплеровское).

Одним из устройств, в котором реализуется моделирующий способ, является навигационный глобус. Он принудительно с помощью соответствующих двигателей вращается относительно двух осей – оси мира (оси вращения Земли) и оси, перпендикулярной к плоскости орбиты КЛА. Первое вращение, моделирующее вращение Земли, осуществляется с запада на восток с угловой скоростью $\omega_1 = \omega_3 = 7292 \times 10^5 \text{ с}^{-1}$.

Второе вращение моделирует орбитальное движение КЛА. Оно происходит в направлении противоположном направлению движения КЛА по орбите, с угловой скоростью $\omega_2 = \frac{2\pi}{O}$.

Установку наклона фактической орбиты КЛА в устройстве осуществляют изменением длины дуг глобуса. Над центральной частью глобуса имеется жестко связанное с корпусом визирное устройство в виде перекрестия.

Если глобус установить так, чтобы перекрестие визирного устройства было совмещено с точкой вывода КЛА на орбиту, и включить прибор в момент выхода КЛА на орбиту, то перекрестие в полете будет показывать на глобусе место КЛА, его положение относительно поверхности Земли.

Устройство является достаточно простым и надежным в работе, но имеет и существенные недостатки. Так, оно не обеспечивает высокой точности определения положения КЛА ввиду весьма мелкого масштаба изображения на глобусе. Возникают также большие ошибки в определении положения КЛА при его движении по эллиптической орбите.

Навигационный глобус устанавливается на кораблях-спутниках «Восток», «Восход», «Союз», «Мир» и по оценкам космонавтов дает возможность надежно определять приближенное положение КЛА относительно поверхности Земли.

Для решения задач навигации КЛА может быть использован специальный способ. Однако (инерциальные навигационные системы) ИНС КЛА имеет ряд особенностей по сравнению с ИНС, используемыми для решения задач воздушной навигации. Прежде всего, как известно, акселерометры не фиксируют ускорения при свободном движении КЛА по

инерции в гравитационном поле. Они регистрируют только ускорения, обусловленные тягой двигателей и сопротивлением атмосферы Земли. Поэтому в ИНС КЛА для измерения ускорений за счет тяги двигателей и сопротивления атмосферы Земли используются акселерометры, а ускорения, обусловленные действием сил тяготения небесных тел (Земли, Солнца, Луны), вычисляются.

В ИНС КЛА навигационные задачи решаются с использованием пространственной геоцентрической системой координат. Поэтому составляющие гравитационных ускорений можно вычислить так:

$$g_x = \int \sum_{i=1}^n M_i \frac{x - X_i}{r_i^3}, \quad g_y = \int \sum_{i=1}^n M_i \frac{y - Y_i}{r_i^3}, \quad g_z = \int \sum_{i=1}^n M_i \frac{z - Z_i}{r_i^3}.$$

где: f - гравитационная постоянная;

M_i - масса небесного тела (Земли, Луны, Солнца);

x_i, y_i, z_i - текущие пространственные геоцентрические координаты центров небесных тел;

r_i - расстояние от КЛА до центра небесного тела;

x, y, z - текущие пространственные геоцентрические координаты КЛА.

Пространственные геоцентрические координаты центра Земли $x_3=y_3=z_3=0$, а расстояние от КЛА до центра небесного тела рассчитывается по формуле

$$r_i = \sqrt{(x - X)^2 + (y - Y)^2 + (z - Z_1)^2}.$$

Массы небесных тел известны, а их геоцентрические координаты на любой момент времени могут быть вычислены с высокой точностью. Второй особенностью ИНС КЛА является то, что кроме текущих координат местоположения КЛА она должна выдавать также и элементы его орбиты. Задача определения элементов орбит может решаться в ИНС различными способами, например, по двум определениям местоположения КЛА и соответствующим им моментом времени или по известным пространственным координатам КЛА на некоторый момент времени и параметрам его вектора скорости.

Сравнение результатов место определения КЛА с расчетной орбитой дает возможность определить параметры корректирующего маневра

для выхода в заданные точки пространства в назначенное время, а также решать и другие навигационные задачи.

Естественно, возможно создание и бесплатформенных ИНС для КЛА. Один из образцов бесплатформенных ИНС разработан в нашей стране для космических кораблей типа «Союз Т».

Параметрический способ определения координат места ЛА основан на измерении в полете навигационных параметров, определяющих линию положения ЛА на земной поверхности. Место ЛА определяется в точке пересечения двух линий положения, полученных на один момент времени или приведенных к единому моменту времени.

В параметрическом способе измеренными параметрами являются:

- расстояние от фиксированной точки на земной поверхности до ЛА;
- разность расстояний от двух фиксированных точек на земной поверхности до ЛА;
- угловые величины (азимут ЛА, курсовой угол наземной радиостанции, высота светила и т.д.), разность частот принимаемых электромагнитных колебаний, доплеровский сдвиг частоты и т. п.

Способ не является автономным и предполагает в основном использование радиотехнических средств и систем, поэтому возможно создание радиоэлектронных помех их работе.

В зависимости от вида радиотехнических средств и систем существуют способы определения координат места ЛА с использованием: АРК (АРП); РСБН; РСДН; спутниковой навигационной системы (СНС); астрономических средств навигации.

В параметрических способах для определения пространственных координат места ЛА с поверхности Земли или с борта КЛА измеряются некоторые навигационные параметры.

Навигационными параметрами, измеряемыми с поверхности земли, могут быть: дальность до КЛА; азимут КЛА; угол места КЛА; некоторый угол, характеризующий направление на КЛА.

Эти параметры могут измеряться радиотехническими способами, например, с помощью наземной РЛС. Дальность до КЛА может измеряться также способом, запрос-ответ или частотно-временным способом с использованием высокостабильных генераторов времени в точке измерения и на борту КЛА. С поверхности Земли возможно измерение также доплеровского сдвига частоты сигнала, излучаемого передатчиком КЛА. Этот параметр обеспечивает измерение радиальной составляющей скорости КЛА, которая также может быть использована для определения местоположения КЛА.

В качестве примера рассмотрим принцип радиотехнического способа определения направления на КЛА. Система, реализующая этот способ, имеет две пары приемных антенн. Направление базовой линии одной пары антенн совпадает с направлением истинного меридиана.

В полете на борту КЛА возможно измерение таких навигационных параметров:

- видимого углового диаметра Земли;
- угла между горизонтом Земли и направлением на известную звезду;
- угла между направлением на известный ориентир на поверхности Земли и на известную звезду;
- угла между направлением на два ориентира на поверхности Земли.

Возможно измерение и некоторых других навигационных параметров.

При измерениях навигационных параметров на борту КЛА каждому измерению также соответствует некоторая поверхность положения. Действительно, например, если предположить, что Земля является сферой, то при измерении видимого углового диаметра Земли будет получена поверхность положения в виде сферы с центром в центре Земли и радиусом, равным D .

$$D = R \cdot \sec \frac{d}{\alpha}$$

где: R – радиус Земли;

α – измеренная величина видимого углового диаметра Земли.

Этим соотношением определяется радиус данной сферической поверхности КЛА.

Измерения навигационных параметров на борту КЛА могут осуществляться с помощью космических секстантов и с помощью секстантов-визиров. Визирная часть секстантов-визиров предназначена для визирования ориентиров на поверхности Земли.

Список литературы:

1. Хачемизов Б.А. Самолётовождение. Часть 2. Применение радиотехнических, астрономических средств самолётовождения и комплексных навигационных систем [Текст]: учебник для курсантов вузов штурманов / Б.А. Хачемизов, А.В. Хрюков, Н.Л. Якутов, Н.И. Ефимов, К.Н. Крылов, Н.Д. Сметана; под ред. В.М. Лавского [утв. Главнокомандующим ВВС] – М.: Воениздат, 1974. – 403с.

2. Воробьёв Л.М. Применение радиотехнических, астрономических средств воздушной навигации и навигационных комплексов [Текст]: учебник для курсантов вузов штурманов / Л.М. Воробьёв, В.А. Беляков, А.П. Романовский, Ю.А. Матвеев [утв. Главнокомандующим ВВС] – М.: Воениздат, 1993. – 376с.
3. Молоканов Г.Ф. Контроль и оценка точности самолетовождения 1970 г. – 123 с.
4. Учебник: «Воздушная навигация» Военно-воздушная академия, Монино – 1988. – 187 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ГИБКОГО ВАЛА

Жорник Максим Николаевич

*канд. техн. наук,
ПАО «ОДК-Сатурн»,
РФ, г. Рыбинск*

Колесова Елена Геннадиевна

*канд. техн. наук,
ПАО «ОДК-Сатурн»,
РФ, г. Рыбинск*

Колесова Анна Александровна

*аспирант,
Рыбинский государственный
авиационный технический университет,
РФ, г. Рыбинск*

АННОТАЦИЯ

Создана экспериментальная установка для исследования динамики вала отбора мощности судового газотурбинного двигателя в условиях, максимально приближенных к рабочим. Измерительная система с лазерными триангуляционными датчиками виброперемещений позволяет в режиме реального времени отслеживать траекторию и параметры прецессии оси вращающегося вала. Приведены результаты исследований.

Ключевые слова: критическая частота вращения, прецессия, прогиб, прксиметр, акселерометр, дисбаланс.

Конструктивной особенностью некоторых современных энергетических и транспортных газотурбинных двигателей является наличие длинного вала, передающего мощность от силовой турбины к потребителю. Так, у разрабатываемого в ПАО «ОДК-Сатурн» газотурбинного двигателя силовая турбина связана с трансмиссией валом, проходящим через переднюю опору газогенератора. Длина этого сплошного вала между опорными сечениями составляет около 2150 мм при диаметре в среднем сечении 74 мм. При работе вал находится в сложно-напряжённом состоянии, обусловленном действием скручивающего момента, осевой нагрузки вследствие теплового расширения, вибраций опор и изгибающего момента, возникающего при вращении вала. Последний обусловлен наличием неуравновешенных относительно оси вращения масс, вызванной неточностями изготовления и неомогенностью материала вала, а также внешними воздействиями от колеблющегося опор. Именно изгиб вала при вращении представляет наибольшую опасность для работающего двигателя. Поэтому на этапах проектирования газотурбинного двигателя и при его эксплуатации необходимо иметь точные данные о динамических характеристиках вала.

С точки зрения теоретической механики рассматриваемый объект представляется как упругий вал постоянного диаметра с равномерно распределённой массой, опирающийся на концах на опоры, позволяющие ему свободно прогибаться. Схематически вал представляется в виде балки, опирающейся на концах на шарнирные опоры. При воздействии периодической силы, приложенной в направлении, перпендикулярном оси балки, в ней возникают поперечные колебания с частотой внешней возбуждающей силы. Амплитуда колебаний максимальна, если частота возбуждающей силы равна одной из собственных частот колебаний балки. Теоретически балка имеет бесконечное множество собственных частот колебаний [1]:

$$f(n) = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{\pi n}{L} \right)^2 \sqrt{\frac{EJ}{\rho F}} \text{ [Гц]}, \quad (1)$$

где E – модуль упругости материала балки, Па;

J – момент инерции балки относительно её продольной оси, м⁴;

ρ – плотность материала, кг/м³;

L – межопорная длина балки, м;

n – числа из натурального ряда.

Для любого поперечного сечения вращающегося вала роль внешней возбуждающей силы играет центробежная сила, возникающая вследствие смещения центра масс от центра оси вращения. Возникно-

вание этой силы является следствием неточностей обработки, неомогенности материала и прогиба вала под действием силы тяжести. Частота вращения, совпадающая с собственной частотой изгибных колебаний вала, называется критической частотой. Угловые скорости для критических частот вращения определяются выражением:

$$\omega_{кр}(n) = (\pi n)^2 \sqrt{\frac{EJ}{ML^2}} \text{ [рад/с]}, \quad (2)$$

где M – масса вала, кг.

Величины критических угловых скоростей соотносятся друг с другом как квадраты числа n , при этом практическое значение имеют только первые две: $\omega_{кр}(1)$ и $\omega_{кр}(2)$.

В координатной плоскости xu с осью абсцисс, проходящей через ось вращения, линия оси вала, вращающегося на n -й критической частоте, описывается уравнением:

$$y = C \sin \frac{\pi nx}{L}, \quad (3)$$

где C – жёсткость вала, численно равная силе, которую необходимо приложить, чтобы получить прогиб, равный единице.

При этом точки, расположенные на оси вала, движутся по круговым орбитам относительно оси вращения с угловой скоростью, равной угловой скорости вращения вала. В действительности, на форму орбит оказывают влияние динамические свойства подшипниковых опор, в которых вращается вал. При наличии эксцентриситетов между геометрическими центрами и центрами масс поперечных сечений вала его ось прецессирует вокруг линии, проходящей через точки, расположенные между геометрическими центрами и центрами масс сечений. Валы с прецессирующей осью принято называть «гибкими». Если хорошо известны свойства материала, из которого изготовлен вал, то, используя численные методы, с достаточной точностью можно рассчитать для заданных геометрических размеров вала его критические частоты вращения. Параметры прецессии оси реального вращающегося вала, ввиду неопределённости многих влияющих факторов, точно рассчитать невозможно. Учитывая важность определения этих параметров, как на этапе проектирования двигателя, так и при его производстве и эксплуатации, имеется насущная необходимость проведения экспериментальных работ по исследованию динамики вращающихся гибких валов.

В ПАО «ОДК-Сатурн» была создана экспериментальная установка для исследования динамики силового вала упомянутого выше судового газотурбинного двигателя. При разработке установки соблюдалось требование создания условий работы вала, максимально приближенных к реальным. С этой целью в конструкции были использованы натурные стоечные узлы опор газогенератора и силовой турбины двигателя. Крутящий момент от силовой турбины имитируется гладкими дисками, имеющими такие же моменты инерции, как и турбинные диски с лопатками. Осевая нагрузка на вал создаётся упругой муфтой, передающей вращение от электропривода установки к ротору объекта испытаний.

Основной целью экспериментальных исследований было получение зависимости прогиба вала в различных сечениях от частоты вращения ротора. Для не вращающегося вала прогиб определяется как отклонение геометрической продольной оси от виртуальной оси вращения, проходящей через геометрические центры опорных сечений вала, и его измерение не вызывает особых трудностей. Для измерения прогиба вращающегося гибкого вала с прецессирующей осью требуется определить траекторию движения геометрического центра вала в плоскости контролируемого поперечного сечения. Рассчитать траекторию движения центра можно только по результатам косвенных измерений вибрационных перемещений поверхности вала. Стандартом [2] рекомендовано выполнять такие измерения двумя датчиками вибрационных перемещений - проксиметрами, установленными под углом 90° друг к другу в одной плоскости измерений. Датчики должны быть связаны устройством согласования, управляющим алгоритмом выработки и считывания сигналов.

Возможны различные варианты алгоритма функционирования датчиков и построения траектории движения оси вала. В ходе создания измерительной системы были разработаны и протестированы средствами среды графического программирования LabVIEW на предмет скорости выполнения программного кода несколько алгоритмов. Ниже приведено описание самого «быстрого» из них.

На рис. 1 представлена схема расчёта траектории геометрического центра поперечного сечения вала по данным измерений датчиков виброперемещений – проксиметров. Ортогональная система координат помещена в плоскость поперечного сечения вала, её центр – точка O совпадает с геометрическим центром сечения неподвижного вала – точкой A . Линии визирования датчиков X и Y направлены вдоль координатных осей.

При отсутствии прецессии оси вала датчики измеряют базовые расстояния от своих измерительных плоскостей до поверхности вала – DX_0 и DY_0 . Предположим, что при возникновении прогиба вращающегося вала точка A начинает двигаться по круговой траектории с радиус-вектором r . Датчики производят синхронные измерения и с определённой частотой выдают данные в виде пар измеренных расстояний (DX, DY) . Каждой паре соответствует пара координат (X, Y) точки A .

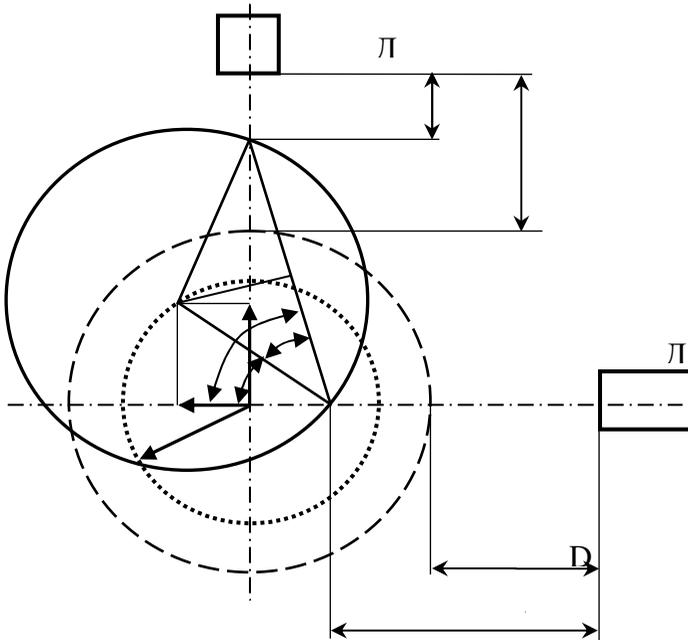


Рисунок 1. Схема расчёта траектории оси вращающегося вала

Линии визирования датчиков X и Y пересекают поверхность вала в точках G и F соответственно. Длины отрезков OG и OF связаны с базовыми расстояниями DX_0 , DY_0 , радиусом поперечного сечения вала R и измеренными расстояниями DX , DY следующими выражениями:

$$\left. \begin{aligned} OG &= DX_0 + R - DX \\ OF &= DY_0 + R - DY \end{aligned} \right\} (4)$$

В треугольнике OFG угол α равен:

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{OF}{OG} \right) \quad (5)$$

В треугольнике AEG длина катета EG и угол γ соответственно равны:

$$\begin{aligned} EG &= \frac{1}{2} FG = \frac{1}{2} \sqrt{OG^2 + OF^2}, \\ \gamma &= \cos^{-1} \left(\frac{EG}{R} \right) \end{aligned} \quad (7)$$

В треугольнике AXG угол β и длина катета XA соответственно равны:

$$\beta = \alpha - \gamma, \quad (8)$$

$$XA = R \sin \beta. \quad (9)$$

Вектор \overrightarrow{OY} является ортогональной проекцией отрезка XA на ось ординат. Координата Y конца этого вектора есть ордината точки A и определяется алгебраическим выражением:

$$Y = R \sin \beta. \quad (10)$$

В треугольнике AXG длина катета XG определяется выражением:

$$XG = \sqrt{R^2 - XA^2}. \quad (11)$$

Координата X конца вектора \overrightarrow{OX} есть абсцисса точки A и определяется алгебраическим выражением:

$$X = OG - XG. \quad (12)$$

Алгоритм расчёта координат оси вала составлен для круговой траектории прецессии. В действительности, вследствие различной жёсткости подшипниковых опор вала в различных направлениях, ось двигается по траектории, близкой к эллиптической. Несложно доказать, что алгоритм работает и для такой траектории. Прогиб вала определяется как максимальное удаление точек фигуры, построенной по измеренным координатам, от центра системы координат.

Для построения телеметрической системы измерения виброперемещений вращающегося вала требуются бесконтактные датчики перемещений, обладающие высокой разрешающей способностью и быст-

родействием. Для датчиков с цифровым выходным сигналом, кроме прочего, требуется наличие канала синхронизации. Из всего многообразия существующих датчиков перемещений наиболее полно перечисленным требованиям удовлетворяют лазерные триангуляционные датчики. Выбранный датчик типа РФ603НС с цифровым выходом и каналом синхронизации имеет разрешение 0,002 мм и максимальную частоту обновления данных 120 КГц.

Измерения прогиба вала производятся в трёх сечениях. Каждая пара датчиков устанавливается на стойках, закреплённых на силовой раме установки (рис. 1). Сбор и обработка данных производится в следующей последовательности. По команде центрального процессора все 6 датчиков производят одновременные измерения расстояний от своих измерительных плоскостей до поверхности вала с частотой синхронизации, заданной при конфигурировании системы. Данные измерений поступают в вычислительный комплекс, где для каждой пары датчиков производятся вычисления координат оси вала в соответствующем сечении по описанному выше алгоритму. Траектория оси строится по точкам, зафиксированным в кадре. В каждом кадре записаны координаты точек, полученных за 5 оборотов вала. Отсчёт оборотов вала производится с помощью датчика оборотов «Инкотес ДО-01», объектив которого направлен на светоотражающую полосу, приклеенную к ротору. Программное обеспечение измерительно-вычислительного комплекса установки разработано в среде LabVIEW 17. На лицевой панели виртуального прибора размещены числовые индикаторы, показывающие частоту вращения ротора, прогиб вала для трёх сечений, а также виброскорости подшипниковых опор, измеренные с помощью акселерометров МВ-43. Три индикатора в виде двухкоординатных осциллографов позволяют в режиме реального времени отслеживать траекторию движения оси. Информация с числовых индикаторов записывается в текстовый файл, записи осциллограмм сохраняются в двоичных файлах, кадры из которых можно просмотреть с помощью виртуального прибора «Просмотр TDMS».

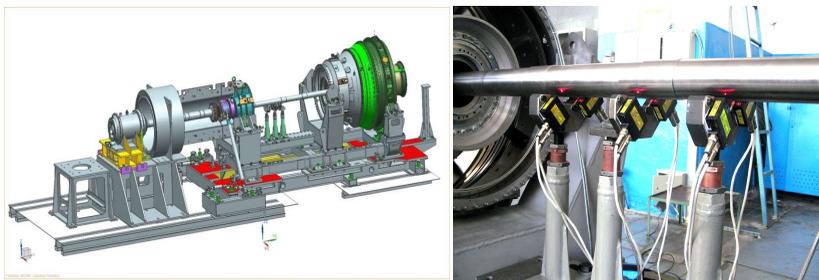
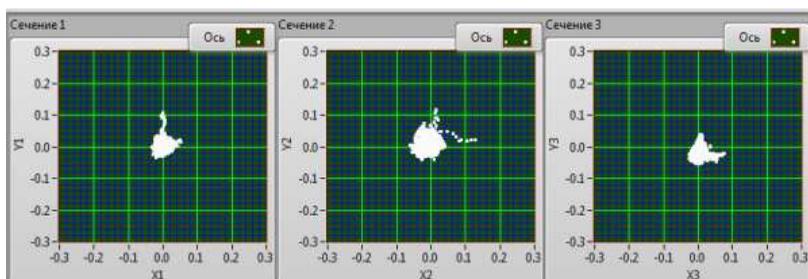


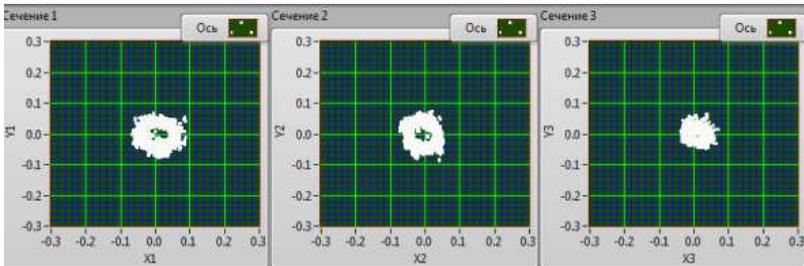
Рисунок 2. Экспериментальная установка

Динамические характеристики гибкого вала в основном определяются соосностью подшипниковых опор и точностью его балансировки, но в процессе эксплуатации могут возникнуть дополнительный дисбаланс вала и несоосность опор. С целью получения максимума информации исследования на экспериментальной установке проводились в несколько этапов, на которых варьировались дисбаланс вала и несоосность подшипниковых опор. При изготовлении вала балансировка производится за счёт съёма металла с балансировочного буртика. Дополнительный дисбаланс на исследуемом валу создавался с помощью грузов, закреплённых хомутами на балансировочном буртике. Дополнительная несоосность создавалась посредством горизонтального перемещения передней подшипниковой опоры и контролировалась с помощью лазерной системы для центровки механизмов «Квант-Л-П».

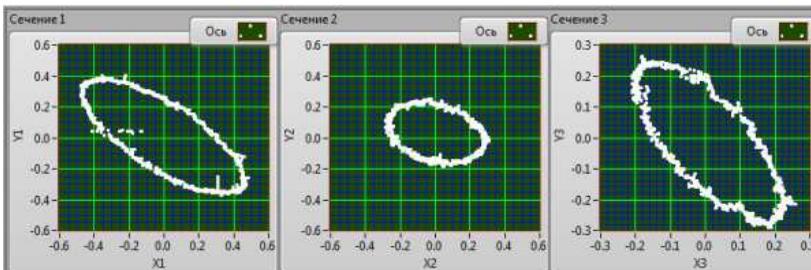
Первый этап исследований выполнялся на установке с штатными остаточным дисбалансом вала и несоосностью опор. На рис. 3 представлены записи траектории оси вала для различных частот вращения. Для не вращающегося вала его геометрическая ось отображается на двухкоординатном осциллографе в виде точки в центре системы координат.



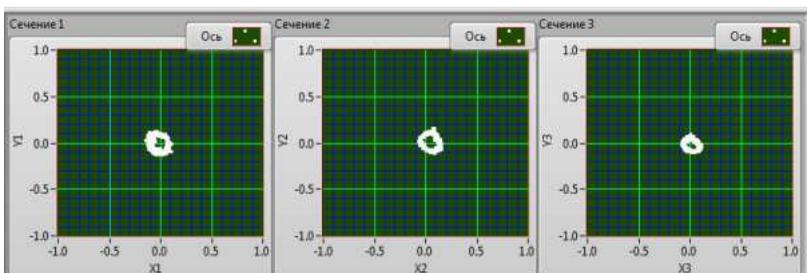
а) Частота вращения $n=640$ об/мин



б) Частота вращения $n=2630$ об/мин



в) Частота вращения $n=3570$ об/мин



г) Частота вращения $n=7200$ об/мин

Рисунок 3 Траектория оси вала при штатных дисбалансе и несоосности

С началом вращения (рис. 3, а) положение оси отмечается в виде размытого пятна, обусловленного радиальным биением поверхности вала из-за некруглости и шероховатости, а также вибрацией подшипниковых опор. При повышении частоты вращения ось вала начинает прецессировать, её точки движутся по эллиптическим траекториям

(рис. 3, б). Максимальный прогиб оси достигается при первой критической частоте вращения (рис. 3, в). Затем прогиб вала уменьшается, происходит его самоцентрирование (рис. 3, г).

График зависимости прогиба вала, построенный по данным записанного текстового файла, представлен на рис. 4. Максимальный прогиб вала, равный 0,57 мм, достигается при частоте вращения 3570 об/мин.

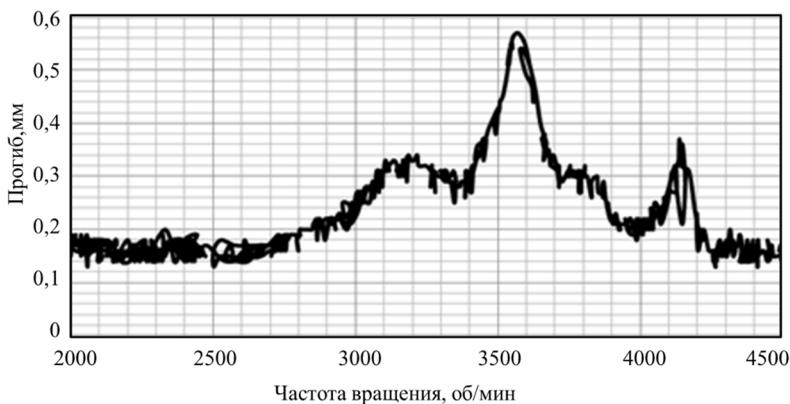


Рисунок 4 Зависимость прогиба вала от частоты вращения при штатных дисбалансе и несоосности

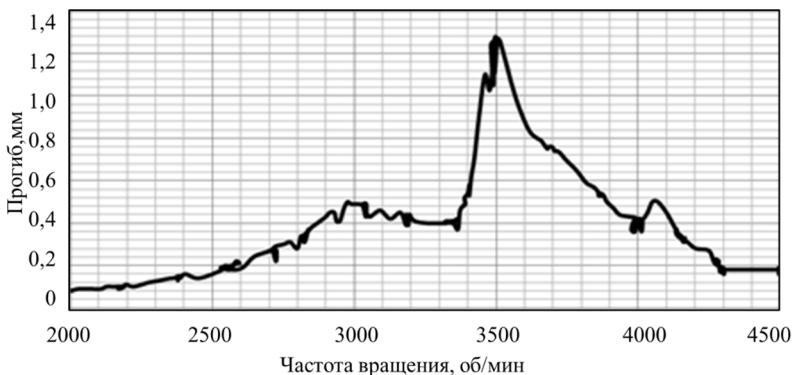


Рисунок 5 Зависимость прогиба вала от частоты вращения при десятикратном дисбалансе

Следует отметить, что расчётное значение первой критической частоты вращения, определённое для модели массово-жесткостного имитатора ротора с помощью программного комплекса DYNAMICS 4.10, составляет 3645 об/мин.

Следующий этап исследований выполнялся с искусственным дисбалансом вала. Максимальные прогибы 1,1 мм и 1,3 мм соответственно для пятикратного и десятикратного дисбаланса наблюдались при частоте вращения 3500 об/мин (рис. 6). При этом максимальный прогиб в диапазоне рабочих частот вращения ротора двигателя от 4500 до 7200 об/мин не превысил величины 0,22 мм, что практически соответствует максимальному прогибу на этих частотах вращения при штатном дисбалансе.

Испытания с искусственной несоосностью выполнялись при смещениях осей передней и задней подшипниковых опор вала от 0,1 мм/м до максимально возможной по условиям сборки двигателя величины 0,4 мм/м. Было установлено, что картина распределения прогибов по частотам вращения практически соответствует той, что была получена при штатной несоосности (рис. 5).

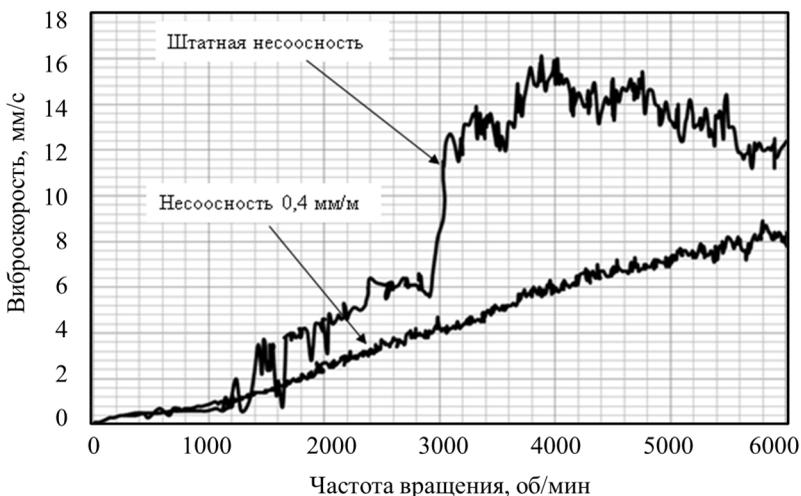


Рисунок 6 Зависимость виброскорости поперечных горизонтальных колебаний передней подшипниковой опоры от частоты вращения

При испытаниях было зафиксировано снижение уровня вибраций на передней подшипниковой опоре при увеличении несоосности. На

рис. 6 приведена зависимость от частоты вращения ротора виброскорости поперечных горизонтальных колебаний передней опоры, рассчитанную по показаниям установленного на ней акселерометра МВ-43. При штатной несоосности виброскорость резко возрастает в районе 3000 об/мин, затем колеблется в диапазоне 14...16 мм/с. При максимальной несоосности 0,4 мм/м виброскорость с увеличением частоты вращения монотонно возрастает, оставаясь по уровню ниже той, что имеет место при штатной несоосности. Объясняется это конструкцией опоры. В отличие от задней опоры, имеющей радиально-упорный шариковый подшипник, в передней опоре, с целью компенсаций продольных перемещений в роторе и статоре двигателя, установлен роликовый радиальный подшипник. При работе двигателя шарикоподшипник задней опоры самоцентрируется за счёт приложения осевой нагрузки вследствие действия газовых сил в лопаточных венцах ротора. В установке осевая нагрузка создаётся за счёт сжатия упругой муфты трансмиссии. В подшипнике передней опоры его внутреннее кольцо перемещается относительно наружного кольца в пределах зазоров между беговыми дорожками и роликами. Возникающие при этом вибрации передаются к опоре. При смещении оси передней опоры относительно оси задней внутреннее кольцо через ролики прижимается к внутреннему в направлении, противоположном смещению, зазоры уменьшаются, что приводит к уменьшению уровня вибраций опоры.

В заключение следует отметить, что экспериментальная установка создавалась с целью исследования динамических характеристик конкретного вала для проверки работоспособности двигателя, в котором этот вал будет установлен. Однако опыт, полученный при создании установки, и полученные экспериментальные данные могут быть интересны специалистам, работающим в области теоретических исследований и проектирования роторных узлов различных машин и механизмов. Например, требует теоретического объяснения наличие нескольких экстремумов на кривой зависимости прогиба вала от частоты вращения (см. рис. 4, 5). Отличие расчётного значения первой критической частоты вращения от экспериментальной свидетельствует о необходимости уточнения расчётных методик. Технические решения и математическое обеспечение, заложенные в систему измерения параметров прецессии оси гибкого вала, могут быть использованы при создании научно-исследовательских установок, предназначенных для изучения динамики роторных узлов. При создании таких установок следует учесть следующее обстоятельство. Как известно [3], при определённых условиях во вращающемся роторе может возникнуть явление обратной прецессии, когда ротор и его ось вращаются в разные

стороны с разными угловыми скоростями. Это явление теоретически слабо изучено, а экспериментально практически не исследовано. Измерительная система представленной установки, при определённых доработках аппаратной части и математического обеспечения, позволит экспериментально изучать вращательное движение роторов при прямой и обратной прецессии.

Список литературы:

1. Иванов М.Н., Финогенов В.А. Детали машин [Текст] / М.Н. Иванов, В.А. Финогенов; М.: Высшая школа, 2008. – 408 с.
2. ГОСТ ИСО 10817-1-2002 Вибрация. Системы измерений вибрации вращающихся валов. Устройства для снятия сигналов относительной и абсолютной вибрации.
3. М.Е. Подольский, С.В. Черенкова. Физическая природа и условия возбуждения прямой и обратной прецессии ротора // Теория механизмов и машин. 2014, №1.

АНАЛИЗ МЕТОДА РАСЧЕТА АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА OPENFOAM

Лаухин Владислав Сергеевич

*магистрант,
Алматинский университет энергетики
и связи имени гумарбека Даукеева,
Казахстан, г. Алматы*

Оразбек Сункар

*магистрант,
Алматинский университет энергетики
и связи имени гумарбека Даукеева,
Казахстан, г. Алматы*

Бибосинов Асылхан Жанибекович

*PhD докторант по специальности
«Механика» на механико-математический факультет,
Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы*

АННОТАЦИЯ

В статье анализируется метод расчета аэродинамических сил на основе программного пакета OpenFoam. Метод основан на решении уравнений Навье-Стокса для потока газа вокруг тела. Результаты сравнения расчета аэродинамических сил, полученных с помощью OpenFoam, с результатами, полученными экспериментально в аэродинамической трубе показывают, что используемый метод обеспечивает высокую точность расчета аэродинамических сил.

Ключевые слова: метод конечных объемов, уравнение Навье-Стокса, аэродинамические характеристики, OpenFoam.

1. Введение

Аэродинамика – это наука, изучающая движение газов (обычно воздуха) вокруг твердых тел и внутри них. Эта наука изучает свойства и поведение газов при движении, в том числе их давление, плотность, температуру, скорость и вязкость, а также их взаимодействие с твердыми телами.

Основной целью аэродинамики является понимание физических принципов, лежащих в основе движения газов и их взаимодействия с твердыми телами. Это включает изучение фундаментальных законов движения газов, образование потоков и вихрей, а также воздействие аэродинамических сил на различные объекты.

Вычислительные методы – это методы и алгоритмы, которые используются для численного решения математических задач при помощи вычислительной машины. Математическое моделирование и симуляция систем и процессов.

1 Решение дифференциальных уравнений и других математических задач.

2 Анализ и обработка данных, включая статистический анализ, машинное обучение и искусственный интеллект.

3 Проектирование и оптимизация инженерных систем и устройств.

4 Разработка и оптимизация алгоритмов и программ.

Важным аспектом использования вычислительных методов является оценка точности решения и времени, необходимого для выполнения вычислений.

2. Обзор существующих методов расчёта аэродинамических сил

Существуют две схемы (метода) расчёта по давлению и по плотности.

- Решатель по давлению выставлен по умолчанию. Его рекомендуется использовать для чисел Маха от 0 до ~2-3.

- Решатель по плотности обычно используется для высоких чисел Маха или для определенного типа задач (распространение и взаимодействие ударных волн).

Схема SIMPLE (Semi-Implicit Method for Pressure-Linked Equations) – это численный метод, применяемый в вычислительной гидродинамике (Computational Fluid Dynamics) для решения уравнений Навье-Стокса, которые описывают движение жидкости или газа. Эта схема широко используется при моделировании течения в жидкостях.

Схема PISO (Pressure-Implicit with Splitting of Operators) – этот метод является улучшенной версией метода SIMPLE и часто используется в программных продуктах CFD.

Основные этапы схемы PISO:

1. Расщепление давления
2. Итерационный процесс
3. Метод разделения операторов
4. Коррекция давления в неявной форме

Схема PISO часто используется при моделировании сложных потоков, таких как турбулентные течения, и может быть более эффективной в решении проблем, связанных с неустойчивостью численных методов, чем простая схема SIMPLE [14].

3. Постановка задачи

Задачей является нахождение аэродинамических сил, действующих на объект, для широкого диапазона Маха (340 м/с). Мах – это отношение скорости течения в данной точке газового потока к местной скорости распространения звука в движущейся среде.

Для проведения анализа программного обеспечения OpenFOAM необходимо выбрать тело, для которого были проведены исследования в аэродинамической трубе. Таковым телом является цилиндр с коническим обтекателем, помещённый в аэродинамическую трубу для обдува, схожую форму используют в ракетостроении, по этой причине она хорошо подходит для изучения.

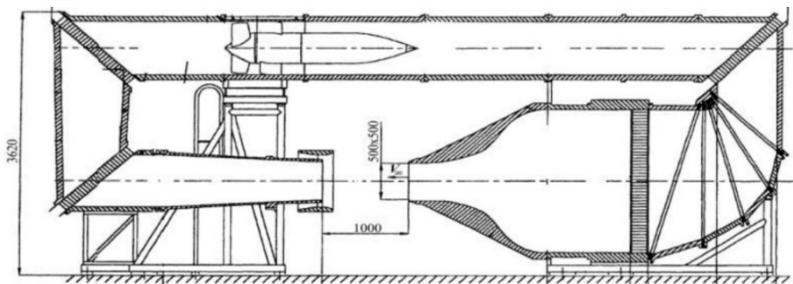


Рисунок 1. Схема размещения тела в аэродинамической трубе [1]

В качестве основы исследования были взяты экспериментальные данные проведенные в аэродинамической трубе [1] и на основе численных методов [2]. Угол при вершине конуса составлял $\theta = 11^\circ$, длина цилиндрической части – $L = 7d$, где d – диаметр цилиндра. Критерий Рейнольдса по диаметру для данного тела находится в диапазоне $Re = 6.65 \cdot 10^6$ для 0.6 Маха и $Re = 19.5 \cdot 10^6$ для 4 Махов. Учитывая формулу (1), то диаметра тела для изучения был 0.4759 м. Однако при исследованиях диаметр тела был уменьшен до 0.209 ввиду сложности проведения исследований на сверхзвуковой скорости и несовпадения критерия Рейнольдса по экспериментальным данным. Условия среды были взяты нормальные ($P = 101325$ Па, $T = 288,15$ К, $\rho = 1.204$ кг/м³).

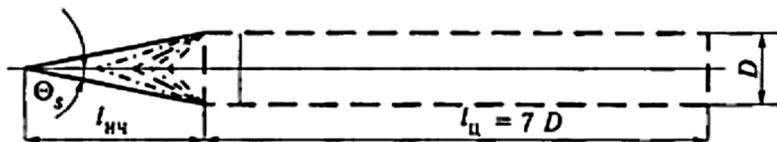


Рисунок 2. Схема модели тела [1]

4. Создание исследуемой области и тела

После определения геометрии тела необходимо создать расчётную область, которая создается при помощи утилиты blockMesh, который определяет узлы, рёбра и граничные условия. Утилита создаёт структурированную сетку на основе введенных данных. Материал конуса неизвестен, по этой причине тело будет считаться абсолютно твердым, а граничные условия будут взяты на основе рисунка 2. Команды blockMesh приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Значения функций blockMesh

Ключевое слово	Описание	Значения функций
convertToMeters	Масштабный коэффициент для координат вершины	0,001 шкалы в мм
vertices	Список координат вершин	(0 0 0)
edges	Используется для описания ребер дуги или сплайна	arc 1 4 (0.939 0.342 -0.5)
block	Упорядоченный список меток вершин и размера сетки	hex (0 1 2 3 4 5 6 7) (10 10 1) simpleGrading (1.0 1.0 1.0)
patches	Список патчей	symmetryPlane base ((0 1 2 3))

```

15
16 convertToMeters 2.3795;
17
18
19
20 vertices
21 (
22 (-1.5 0 -0.005) //0
23 (0 0 -0.005) //1
24
25 (0.514 0.1 -0.005) //2
26 (1.914 0.1 -0.005) //3
27
28 (1.914 0 -0.005) //4
29 (4 0 -0.005) //5
30
31 (4 0.1 -0.005) //6
32 (4 1.5 -0.005) //7
33 (1.914 1.5 -0.005) //8
34
35 (0.514 1.5 -0.005) //9
36 (0 1.5 -0.005) //10
37 (-1.5 1.5 -0.005) //11
38
39 (-1.5 0 0.005) //12
40 (0 0 0.005) //13
41
42 (0.514 0.1 0.005) //14
43 (1.914 0.1 0.005) //15
44
45 (1.914 0 0.005) //16
46 (4 0 0.005) //17
47
48 (4 0.1 0.005) //18
49 (4 1.5 0.005) //19
50 (1.914 1.5 0.005) //20
51
52 (0.514 1.5 0.005) //21
53 (0 1.5 0.005) //22
54 (-1.5 1.5 0.005) //23
55 );
56
57 blocks
58 (
59 hex (0 1 10 11 12 13 22 23) (100 100 1) simpleGrading (1 20 1)
60 hex (1 2 9 10 13 14 21 23) (100 100 1) simpleGrading (1 20 1)
61 hex (2 3 8 9 14 15 20 21) (100 100 1) simpleGrading (1 20 1) );
    
```

Рисунок 4. Файл blockMesh

После её создания необходимо запустить консоль команд и запустить команду blockMesh.


```

; dimensions      [0 0 0 1 0 0 0];
; internalField   uniform 300;
;
; boundaryField
1 {
2   {
3     type          fixedValue;
4     value          $internalField;
5   }
6
7   outlet
8   {
9
10    type          inletOutlet;
11    value          $internalField;
12    inletValue     $internalField;
13
14    //type         zeroGradient;
15  }
16
17  top
18  {
19    type          slip;
20  }
21
22  wedge
23  {
24    type          slip;
25  }
26
27  sym
28  {
29    type          symmetryPlane;
30  }
31
32  back
33  {
34    type          empty;
35  }
36
37  front
38  {
39    type          empty;
40  }
41
42 }

```

Рисунок 8. Граничные условия

Граничные условия выставлялись в OpenFOAM и имеют следующий вид для каждой границы:

inlet – вход: **fixedValue** – в OpenFOAM граничное условие **fixedValue** используется для установки фиксированного значения для заданного поля на границе.

Outlet – выход: **inletOutlet** – граничное условие **inletOutlet** работает, налагая фиксированное значение на входе домена и граничное условие нулевого градиента на выходе. Граничное условие нулевого градиента на выходе гарантирует, что поток покидает область, не отражаясь обратно в область.

Body и **wall** – тело и стенки: **slip** – это граничное условие используется для указания того, что нормальная к границе скорость равна нулю, но тангенциальная скорость может быть отличной от нуля.

Symmetry – симметрия: **symmetry** - это граничное условие используется, чтобы указать, что поток симметричен относительно границы.

После установки всех параметров необходимо запустить программу и провести круговую интерполяцию.

6. Процесс получения результатов

При исследованиях была изучена закономерность, что при уменьшении линейной длины тела и повышении скорости в одинаковых пропорциях, аэродинамический коэффициент сопротивления тела остается неизменным. Для понимания процесса было изучено влияние критерия Рейнольдса, отвечающего за отношение инерционных сил к силам вязкого трения в газах, на аэродинамический коэффициент тела.

$$Re = \frac{ul}{\nu},$$

где u – это скорость потока, м/с;

l - характерная длина тела, м;

ν – кинематическая вязкость среды, для воздуха $1.46 \cdot 10^{-5}$.

Влияние критерия Рейнольдса видно на рисунке 9. Как видно, на рисунке 9 появляются вихревые дорожки. Вихревыми дорожками называют пространственные периодические системы вихрей, формирующиеся за счет неустойчивости сдвиговых течений. Нестационарная вихревая дорожка – явление, которое можно наблюдать в природе [15].

Во время расчётов были получены вихревые дорожки Кармана. Вихревые дорожки Кармана образуются из-за неоднородности потока вокруг препятствия, например, вокруг цилиндра. Когда поток жидкости или газа сталкивается с препятствием, возникает разделение потока вокруг него. Это разделение приводит к формированию вихрей, которые последовательно отслаиваются от задней стороны препятствия.

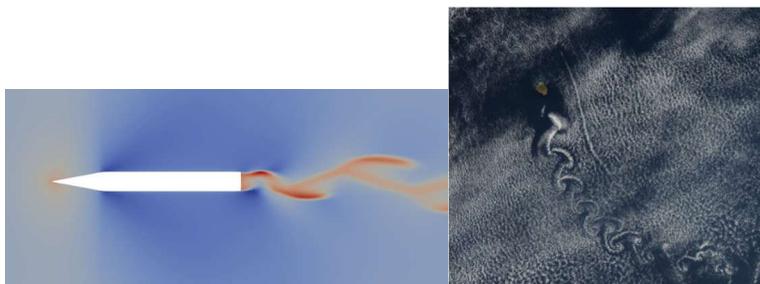


Рисунок 9. Вихревые дорожки Кармана

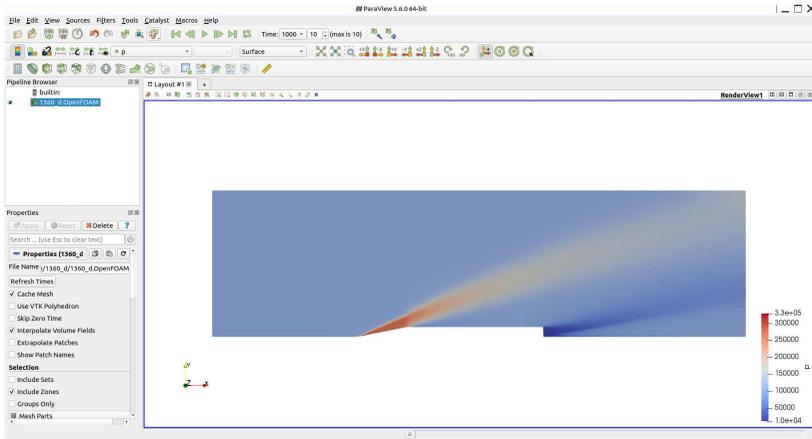


Рисунок 10. Полученный результат

После получения результатов в двухмерном решении, этот результат необходимо интерполировать. Ввиду того, что изучается тело вращения, то необходимо использовать круговую интерполяцию, функция которой уже есть в ParaVIEW.

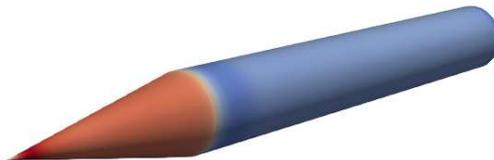


Рисунок 11. Результат круговой интерполяции

Далее, вычислив давление на площадь поверхности тела, можно рассчитать силу давления при помощи готовых функций в ParaVIEW.

Как видно на рисунке 10 и 11, на сверхзвуковых скоростях угол потока повышенного давления становится острым и ровным, что совпадает с экспериментами. На рисунке 12 показаны дозвуковое обтекание и сверхзвуковое обтекания. При до звуковом, угол потока становится ниже и фронт давления стремится вперед, при сверхзвуковом он приобретает острую и четкую форму.

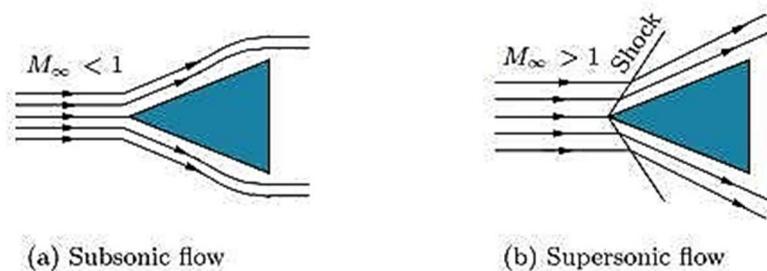


Рисунок 12. Угол потока [3]

Далее необходимо вывести итерацию стабилизации потока, для данного случая она равна 500 итерациям



Рисунок 13. Стабилизация потока

7. Результаты исследования

Для выбранного решателя необходимо проводить некоторое количество итерация для того, чтобы поток стабилизировался. На рисунке 14 показана зависимость сил от количества итераций. Как видно по графику, поток стабилизировался к 500 итерации, данные которого уже можно использовать для расчёта аэродинамики.

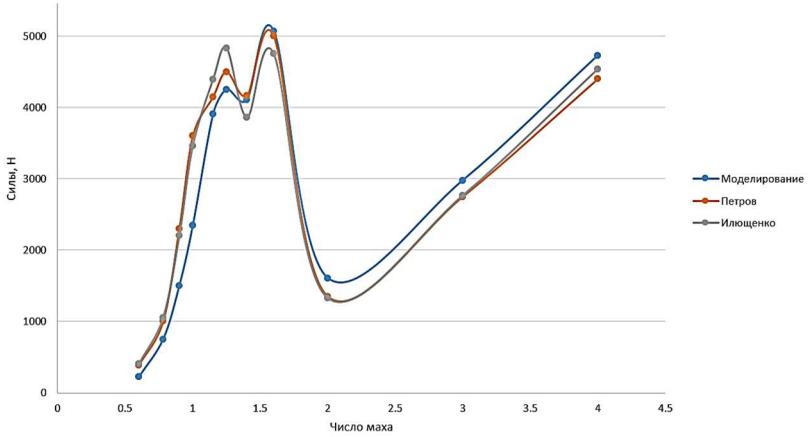


Рисунок 14. Показатели силы

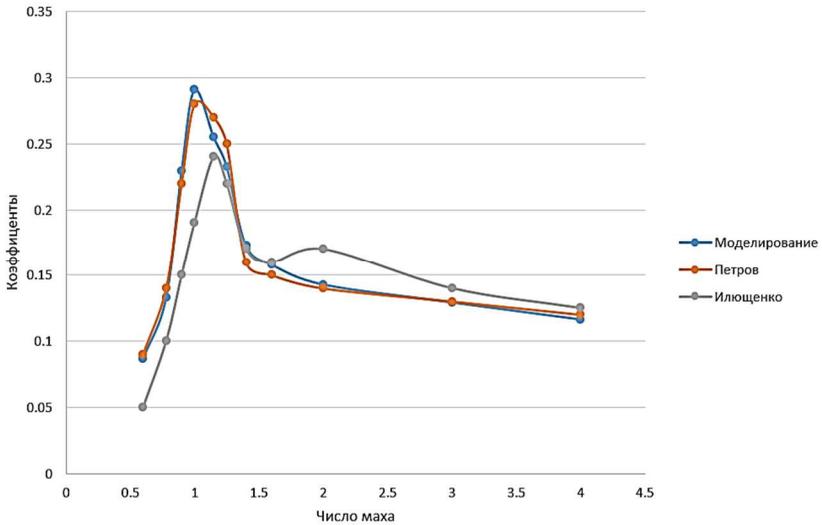


Рисунок 15. Показатели коэффициентов

Как видно из рисунка 15, аэродинамическая сила сопротивления постепенно растет по мере приближения к трансзвуковым скоростям, после чего, на трансзвуковых скоростях возникают ударные волны, в результате возникают высокие давления и температуры в ударной волне. Это может приводить к увеличению аэродинамического сопротивления и

силы подъема. Кроме того, на трансзвуковых скоростях возникают различные сложные аэродинамические явления, такие как сжатие потока и образование вихрей, которые также могут влиять на аэродинамические силы. К значению 2 Махов, сила резко падает ввиду того, что по условиям задачи, коэффициент Рейнольдса не совпадал, по этой причине размер тела был уменьшен.

Для сил и коэффициентов погрешность составила следующие значения: 4.54% для дозвуковых скоростей, 5.29% для трансзвуковых скоростей и 4.32% для сверхзвуковых скоростей. На трансзвуковых скоростях высокая погрешность ввиду сложности описания ударных волн, возникающих при обтекании.

Целью моделирования является получение качественного и количественного представления о параметрах потока вокруг тела, таких как давление, температура, скорость и аэродинамические силы.

8. Заключение

В ходе анализа были изучены основные параметры, такие как сила сопротивления, коэффициенты аэродинамических характеристик и их зависимость от скорости потока.

Постепенное увеличение аэродинамической силы сопротивления при приближении к трансзвуковым скоростям указывает на образование ударных волн и высоких давлений в ударной волне. Это явление сопровождается изменениями в аэродинамических коэффициентах и силе подъема.

Относительные погрешности вычислений позволяют оценить точность моделирования в различных режимах скорости, принимая во внимание сложность описания ударных волн на трансзвуковых скоростях. Целью данного исследования является не только получение качественного представления о параметрах потока, но и количественное описание аэродинамических явлений вокруг тела.

Важным результатом является также визуализация вихревых дорожек Кармана, которые играют ключевую роль в понимании неоднородности потока и образования вихрей вокруг препятствий.

Исследование аэродинамики летательных аппаратов с использованием OpenFOAM является важным этапом в разработке и совершенствовании аэродинамических конструкций, обеспечивая базу для дальнейших исследований и разработок в области авиации и космонавтики.

Использование OpenFOAM в данном случае предпочтительно по ряду причин, особенно при выполнении задач, связанных с аэродинамикой и гидродинамикой. OpenFOAM является свободно распространяемым программным обеспечением с открытым исходным кодом. Это означает,

что пользователи могут свободно изучать, изменять и адаптировать код под свои потребности без ограничений. OpenFOAM предоставляет широкий спектр возможностей для настройки численных методов и алгоритмов, что позволяет пользователям адаптировать программу под конкретные условия и требования исследования.

Список литературы:

1. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей: В 2-х томах: Т. 1: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 504 с., ил.
2. Вычислительная гидромеханика и теплообмен : В двух томах / Д. Андерсон, Дж. Таннехилл, Р. Плетчер ; Пер. с англ – М.: Мир, 1990. – 384 с., ил.
3. Математическое моделирование задач газодинамики и тепломассообмена / А.М. Молчанов. М. : Изд-во МАИ, 2013.
4. Computational Fluid Dynamics: Chung, T.J.
5. Андрижиевский А.А. «Механика жидкости и газа : учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по техническим и технологическим специальностям» / А.А. Андрижиевский. – Минск : БГТУ, 2014. – 203 с.
6. Теодор фон Карман, Аэродинамика. Избранные темы в их историческом развитии. – Москва-Ижевск, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 208 с.
7. Электронный ресурс: <https://doc.cfd.direct/openfoam/user-guide-v11/tutorials> (Дата посещения: 15.09.2023).
8. Электронный ресурс: https://www.researchgate.net/publication/340687082_final_thesis_Menka_Yadav-converted (Дата посещения: 15.09.2023).
9. Петров К.П. Аэродинамика тел простейших форм / К.П. Петров – М.: Факториал, 1998. – 432.
10. Ильюшенко А.Ф., Кривонос О.К., Чорный А.Д., Способ определения баллистического коэффициента оперенного аэродинамического объекта, ПФМТ, 2021, Выпуск 2, 90–97.
11. М.Р. Нургужин, А.Ж. Бибосинов, С.Р. Оразбек, В.С. Лаухин Моделирование дозвукового, трансзвукового и сверхзвукового обтекания тела воздушным потоком с использованием OpenFOAM // Сборник трудов международной научно-практической конференции "Приоритеты механики и теории автоматического управления в развитии космической техники и технологий", 14 сентября 2022 года, Электронный. – Алматы, Институт механики и машиноведения имени академика У.А. Джолдасбекова, 2022. – 242-247 с.
12. Filippone A., Zhang M., and Bojdo N. “Validation of an Integrated Simulation Model for Aircraft Noise and Engine Emissions.” *Aerospace Science and Technology*, Vol. 89, 2019, pp. 370–381. <https://doi.org/10.1016/j.ast.2019.04.008>.

13. Cestino E., Frulla G., Spina M., Catelani D., and Linari, M. “Numerical Simulation and Experimental Validation of Slender Wings Flutter Behaviour.” Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering, Vol. 233, No. 16, 2019, pp. 5913–5928. <https://doi.org/10.1177/0954410019879820>.

СЕКЦИЯ 2.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ МЕР ПО УМЕНЬШЕНИЮ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ОТ АВТОМОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ В АТМОСФЕРУ ГОРОДА АЛМАТЫ

Құрма Жақсылық Қайратұлы

магистрант,

Некоммерческое акционерное общество

«Алматинский университет энергетики и связи

имени Гумарбека Даукеева»,

Казахстан, г. Алматы

Бейсекова Тулеужан Иманмуханмедовна

канд. техн. наук, доц.,

Некоммерческое акционерное общество

«Алматинский университет энергетики и связи

имени Гумарбека Даукеева»,

Казахстан, г. Алматы

Тусупжанова Динара Бауыржановна

старший преподаватель,

Некоммерческое акционерное общество

«Алматинский университет энергетики и связи

имени Гумарбека Даукеева»,

Казахстан, г. Алматы

АННОТАЦИЯ

Основная экологическая проблема города Алматы - загрязнение атмосферного воздуха. Целью исследования был прогноз изменений в выбросах загрязняющих веществ в городе Алматы с учетом различных сценариев развития автомобильного транспорта. На основе исследований и расчетов были составлены и утверждены целевые показатели качества

окружающей среды для Алматы на период до 2025 года по выбросам загрязняющих веществ от автомобилей. Дан анализ количественных и качественных показателей выбросов автотранспорта в городе в 2017 и 2022 годах. Разработаны меры по снижению выбросов загрязняющих веществ от дорожного транспорта в окружающую среду города Алматы.

Ключевые слова: транспортные средства, атмосферный воздух, загрязняющие вещества, расчет выбросов, прогноз, целевые показатели, меры.

Введение

Согласно обзору эффективности природоохранной деятельности Казахстана, подготовленному Европейской экономической комиссией ООН, серьезные проблемы выявлены в сфере достижения координации социально-экономического развития и охраны окружающей среды в стране, а также в рамках международных обязательств, в сфере охраны окружающей среды и устойчивого развития. Было указано на необходимость усиления мер по достижению целевого параметра 11.6 Повестки дня до 2030 года, касающегося неблагоприятного воздействия городов на окружающую среду, и целевого параметра 3,9 – снижения смертности и заболеваемости, вызванных загрязнением воздуха [1]. В последнее время все большую силу набирают последователи мнения, что экологичность во всех сферах деятельности является главным условием устойчивого развития человечества [2].

По мнению международных и казахстанских экспертов, рост количества транспортных средств в Республике Казахстан в сочетании с проблемами, связанными с качеством топлива для автотранспорта страны, приводит к экстремальному загрязнению воздуха и рискам для населения. Здоровья, особенно в городах. Постоянное ухудшение качества воздуха в крупных городах является давней тревогой общества. Общественное общество все чаще требует более сильного вмешательства Правительства и других заинтересованных сторон в эту ситуацию [3].

Город Алматы – крупнейший экономический, культурный и научный центр Республики Казахстан, мегаполис с населением почти двух миллионов человек (около 10 % от общей численности населения страны) [4], с развитой промышленностью, транспортом и инфраструктурой. .

Загрязнение атмосферного воздуха является ключевой экологической проблемой города. По данным наблюдений за качеством воздуха на гидропостах сети «Казгидромет», в городе регулярно регистрируется высокий уровень загрязнения атмосферы [5].

Специфика формирования загрязнения атмосферного воздуха города Алматы обусловлена географическим расположением города в предгорьях северного склона хребта Заилийского Алатау.

Повторяемость штилевых ситуаций (скорость ветра до 1 м/сек) оценивается в 71 % летом, зимой – 79 % [6]. Загрязняющие вещества выносятся за пределы города преимущественно местными (горными и долинными) ветрами [7].

По результатам комплексных экологических исследований, проведенных в Алматы в 2017 году, установлено, что выбросы стационарных источников теплостанций, работающих на угле, отопительных приборов частного сектора, также использующих твердое топливо, также поскольку выбросы автотранспорта являются основным источником загрязнения атмосферного воздуха. При этом доля последних составляет более 60 % от общего объема валовых выбросов города. Показано, что максимально загрязненные участки города в основном совпадают с районами интенсивного автомобильного движения [8].

В целях улучшения экологической ситуации Департаментом экологии и Администрацией города проводится широкий комплекс различных мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду автотранспорта, промышленных предприятий и частного сектора. Но, несмотря на принятые меры, загрязнение атмосферного воздуха остается важнейшей экологической проблемой города Алматы. Выбросы автотранспорта остаются важнейшим источником загрязнения атмосферного воздуха города. Этот факт подтвердился значительным улучшением качества атмосферного воздуха в Алматы в период карантина, введенного из-за пандемии COVID-19 [9].

Целью настоящего исследования является прогнозирование изменения выбросов загрязняющих веществ в г. Алматы с учетом различных сценариев развития автомобильного транспорта. Исследование проводится в рамках разработки целевых показателей качества окружающей среды города Алматы до 2025 года [8].

Методы

Количественные данные об автотранспорте по типам, категориям, использованному топливу, году выпуска и другим характеристикам определяются на основании электронной базы данных транспортных средств, зарегистрированных в г. Алматы, по данным Управления административной полиции ДВД г. Алматы.

Автомобили (далее - транспортные средства) в соответствии с экологическими параметрами были разделены на 7 (семь) экологических классов: Евро-0, Евро-1, Евро-2, Евро-3, Евро-4, Евро-5, Евро. -6 [10].

Расчеты выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортными средствами производятся в соответствии с методиками, разработанными на основе международных методик инвентаризации выбросов загрязняющих веществ ЕМЕП/ЕЕА (CORINAIR). Расчеты выполняются с учетом особенностей строения и состояния автотранспорта, а также дорожно-климатических условий его эксплуатации в Республике Казахстан и городе Алматы [11, 12]. Расчеты проводились для следующих загрязняющих веществ: СО (оксид углерода), СН (углеводороды), NO_x (оксиды азота), РМ (твердые частицы), SO₂ (диоксид серы) и др.

Результаты

В 2017 году в Алматы зарегистрировано 522804 транспортных средства. В том числе: легковых автомобилей - 473688 ед. (90,6 % от общего количества автомобилей), автобусов - 9405 ед. (1,8 %), грузовых автомобилей - 32721 ед. (6,2 %), спецтехники - 1744 ед. (0,33 %) и мотоциклы – 5068 шт. (1,0 %).

Экологический класс автомобиля показывает его технологический уровень по выбросам загрязняющих веществ в окружающую среду. Чем выше экологический класс, тем ниже выбросы [10]. Установлено, что в автопарке города имеется большое количество транспортных средств, не соответствующих требованиям евростандартов по выбросам загрязняющих веществ. Такие автомобили относятся к экологическому классу Евро-0. Так, к данному экологическому классу было отнесено 32,56 % грузовых автомобилей, 26,05 % автобусов и 17,25 % легковых автомобилей.

В ходе подсчета количество транспортных средств увеличилось на 40 % от зарегистрированного за счет въезда в город транспортных средств (ежедневный въезд 200 тыс. автомобилей – установлено по результатам полевых исследований).

Согласно проведенным расчетам, общий объем выбросов автомобильным транспортом города Алматы за 2017 год составил 79 486 тонн. Основное количество загрязняющих веществ выбрасывается легковыми автомобилями – 77,1 % от общего количества. Валовое количество загрязняющих веществ, выбрасываемых грузовыми автомобилями, составило 12,5 %, автобусами – 9,39 % (таблица 1).

Количество загрязняющих веществ, выбрасываемых транспортными средствами в городе, по экологическим классам Евро. Количество загрязняющих веществ, выбрасываемых транспортными средствами экологического класса Евро-0 составило 43421 тонн (63,6 % от общего количества), экологического класса Евро-1 – 10419 тонн (15,3 %), экологического класса Евро-2 – 6747 тонн (9,9 %), экологический класс Евро-3 - 4101 тонн (6,0 %), экологический класс Евро-4 - 1554 тонн (2,2 %), экологический

класс Евро-5 - 1986 тонн (2,9 %) . Так, максимальная доля выбросов приходится на выбросы автомобилей экологического класса Евро-0.

Таблица 1.

Загрязнители выбросы из мотор транспортные средства в Алматы (год 2017)

Транспортное средство тип	Загрязнители выбросы, тонны за год						Все загрязняющие вещества	
	Оксид углерода CO	Углеводороды CH	Оксиды азота NOx	Диоксид серы SO2	Твердые частицы TЧ	Тонны	%	
Пассажир легковые автомобили	50660	5589	4290	620	20,8	61289	77,1	
Грузовики	7437	738	1599 г.	85	46,1	9963	12,5	
Автобусы	5668	747	885	95	16,8	7469	9,4	
Особенный техника	614	49	89	4	2,5	763	0,2	
Общий	64380	7124	6866	805	86	79486	100	
Делиться, %	81,0	8,9	8,6	1,0	0,1	100		

Количество загрязняющих веществ, выбрасываемых автотранспортом в городе, по видам используемого топлива. Количество загрязняющих веществ выбрасывается бензиновыми (бензиновыми) автомобилями - 64824 тонн (95,0 % от общего количества), дизельными автомобилями - 2655 тонн (3,8 %), автомобилями с бензоцистернами - 232 тонны (0,4 %) и автотранспортными средствами. в которых используется смешанное топливо – 517 тонн (0,8 %). Данная информация свидетельствует о том, что основная доля выбрасываемых загрязняющих веществ приходится на транспортные средства, в которых используется бензиновое топливо.

На основании многолетних официальных статистических данных о наличии транспортных средств [13], а также материалов Департамента административной полиции г. Алматы прогнозируется количество транспортных средств до 2025 года. Этот прогноз учитывает характер города. развитие и изменения численности населения.

По прогнозным данным, количество автомобилей в 2020 году должно было составить 540,0 тыс. единиц. ед., в 2022 году – 610,0 тыс. шт. ед., а в 2025 году – 700,0 тыс. шт. единицы измерения.

На основании прогноза численности и предполагаемой структуры автомобильного транспорта рассчитаны валовые (годовые) объемы выбросов загрязняющих веществ до 2025 года. Контрольными периодами

определены 2020, 2022 и 2025 годы. Расчеты проводились для трех сценариев развития автомобильного транспорта: инертного, активного и интенсивного.

Сценарий инерционного развития автомобильного транспорта – увеличение количества транспортных средств по годам по прогнозу без изменения состава и структуры автомобильного транспорта.

Активный сценарий развития автомобильного транспорта – увеличение количества транспортных средств по годам по прогнозу и изменение состава транспортных средств по годам выпуска и экологическому уровню.

Интенсивный сценарий развития автомобильного транспорта - увеличение количества транспортных средств по годам согласно прогнозу, изменение состава транспортных средств по годам выпуска и экологическому уровню, а также снижение использования отдельных категорий транспортных средств (легковых автомобилей), грузовых автомобилей и автобусов) за счет предполагаемой оптимизации работы городского транспорта (развитие общественного транспорта, скоростного автобусного сообщения, легкорельсового трамвая и метро), на основе данных принятой «Стратегии устойчивого развития транспорта города Алматы» [14].

Результаты расчетов прогнозных уровней выбросов автотранспорта при различных сценариях развития автомобильного транспорта г. Алматы приведены в таблице 2 и на рис. 1.

По расчетам предполагалось, что при инертном развитии и неизменной конструкции транспортных средств объемы всех выбрасываемых вредных веществ к 2020 году увеличатся до 86746 тонн. При активном развитии выбросы снизятся до 66564 тонн, а при интенсивной разработке – до 60422 тонн.

Таблица 2.

**Прогноз объемов выбросов загрязняющих веществ
автотранспортом г. Алматы при различных сценариях развития
автотранспорта (до 2025 г.)**

Годы	Сценарий	Загрязнители выбросы, тонны за год					
		Оксид углерода CO	Углеводороды CH	Оксиды азота NOx	Диоксид серы SO2	Твердые частицы ТЧ	Все загрязняющие вещества
2017 год	действительный	64380	7124	6866	86	805	79486
2020 год	инертный	70234	7769	7524	95	877	86746
	активный	53984	5523	5912	74	867	66564
	интенсивный	48955	5009	5414	69	786	60422
2022 год	инертный	76826	8495	8247	105	959	94902
	активный	50090	4990	5481	67	941	61768
	интенсивный	43158	4291	4785	60	809	53278
2025 год	инертный	87861	9717	9421	120	1097	108525
	активный	44339	4336	5082	57	1068	55076
	интенсивный	30583	2978	3640	43	733	38122

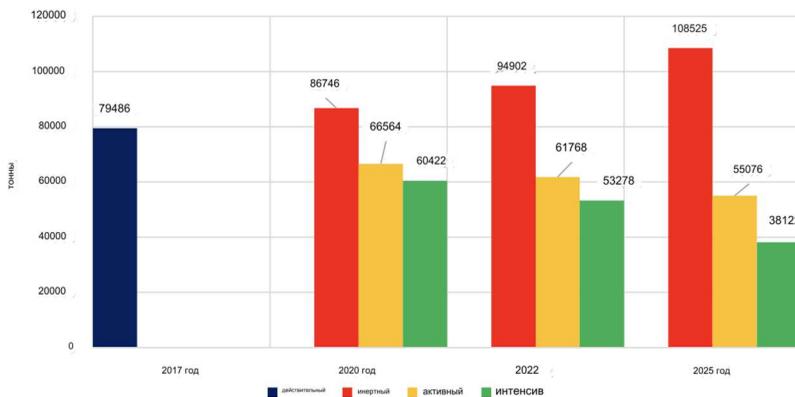


Рисунок 1. Прогноз объемов выбросов загрязняющих веществ автотранспортом на 2020–2025 годы, т/год

В 2022 году при инертном развитии и неизменной конструкции автотранспорта объемы всех выбрасываемых вредных веществ выросли

до 94902 тонн. При активном развитии выбросы снизятся до 55 076 тонн (на 22,2 % по сравнению с 2020 годом), а при интенсивном развитии – до 53 278 тонн (32,9 % по сравнению с 2020 годом).

В 2025 году при инертном развитии и неизменности конструкции автотранспорта объемы всех выбрасываемых вредных веществ возрастут до 108525 тонн. При активном развитии выбросы снизятся до 61768 тонн (на 30,7 % по сравнению с 2017 годом), а при интенсивном развитии – до 38122 тонн (52,0 % по сравнению с 2017 годом).

По результатам выполненного прогноза выбросов автомобильного транспорта в городе можно отметить, что при нерегулируемом развитии автомобильного транспорта (инертный сценарий) в 2025 г. выбросы вредных веществ на 36,6 % по сравнению с уровнем, зафиксированным в 2017 году. Это существенно ухудшит сложную экологическую ситуацию в городе.

Поэтому улучшение экологической структуры и сокращение использования парка транспортных средств (прежде всего легковых автомобилей) является важнейшим условием оздоровления атмосферного воздуха города Алматы. На основе проведенных прогнозных расчетов предложены целевые показатели качества окружающей среды в г. Алматы на период до 2025 года по выбросам загрязняющих веществ от автотранспорта: 2020 год – 67 000 тонн, 2022 год – 54 000 тонн, а 2025 год – 38 000 тонн [8]. Согласно действующему Экологическому кодексу Республики Казахстан, целевыми параметрами качества окружающей среды являются параметры, характеризующие максимальный уровень нормативных параметров окружающей среды за определенный период времени с учетом необходимости постепенного улучшения качества окружающей среды, качество окружающей среды [15]. Предложенные нами целевые параметры выбросов транспортных средств утверждены Решением маслихата города Алматы в 2019 году [16]. Установленные целевые показатели по выбросам загрязняющих веществ транспортными средствами могут быть достигнуты только в результате серьезных мер по совершенствованию структуры транспорта, качества топлива, ужесточению нормативов выбросов [17].

Фактическое состояние автомобильного транспорта и выбросов от него загрязняющих веществ в Алматы на 2022 год и сравнение с прогнозом.

По состоянию на май 2022 года в городе зарегистрировано 547834 единиц автотранспортных средств. Основные данные автомобильного транспорта определяются количеством 538544 единиц автотранспортных средств. Из них: легковые автомобили 491861 ед. составляют 91,3 % от общего количества АТС, автобусы 8150 ед. составляют 1,6 %, грузовые

автомобили 32113 ед. составляют 5,9 %, спецтехника 582 ед., составляет 0,1 % и автотранспортные средства 5838 ед., составляет 1,1%.

Транспортные средства экологического класса Евро 0 составляют 12,6 % от общего количества, класса Евро 1–10,4 %, класса Евро 2 – 10,4 %, класса Евро 3 – 10,3 %, класса Евро 4 – 20,7 %, класса Евро 5 – 23,4 % и Евро 6. класс – 12,1 %.

Объем выбросов загрязняющих веществ от автомобильного транспорта по городу Алматы за 2022 год (годовой расчетный объем выбросов) составит 48697,3 тонны. Основной объем вредных выбросов приходится на долю легковых автомобилей – 35610,4 тонны, что составляет 73,3 % от общего количества. Грузовые автомобили выбрасывают 8260,3 тонны (17,0 %), автобусы – 4569,2 тонны (9,4 %) выбросов (табл. 3).

Таблица 3.

Выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта в г. Алматы (2022 год)

Транспортное средство тип	Загрязнители выбросы, тонны за а год						
	Оксид углерода CO	Углеводороды CH	Оксиды азота NOx	Диоксид серы SO2	Твердые частицы ТЧ	Неметановые углеводороды НМЛОС	Все загрязняющие вещества
Пассажир легковые автомобили	27206,6	2885,2	2221,4	461,7	60,0	2775,5	35610,4
Грузовики	5341,5	574,2	1595,2	131,4	65,2	552,8	8260,3
Автобусы	2044,5	303,6	1688,5	200,6	88,5	243,5	4569,2
Особенный техника	53,1	4,9	4,6	0,4	0,4	4,8	68,2
Мотоциклы	72,5	9,9	0,6	0,2	0,2	9,2	92,6
Общий	34718,2	3774,7	5610,7	794,6	213,4	3585,7	48697,3

Выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта за 2022 год с учетом поступивших транспортных средств (около 250 тысяч единиц) составят 72140,2 тонны.

Согласно утвержденным целевым показателям качества окружающей среды для города Алматы до 2025 года, целевой показатель выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта на 2022 год установлен на уровне 54 тысяч тонн в год. Фактический выброс автотранспорта за 2022 год составил 72140 тонн и превысит план на 33,6 %.

По сравнению с 2017 годом в 2022 году выбросы автотранспорта сократились на 15 725 тонн и 17,9 %.

Достижение целевых показателей по загрязнению атмосферного воздуха автомобильным транспортом было бы возможно при соблюдении условий интенсивного развития транспорта [14].

Причины невыполнения целевых показателей выбросов транспортных средств на 2022 год.

1) Происходит медленное повышение экологических классов автомобилей. В 2017 году доля автомобилей класса Евро 0 составила 29,3 %, Евро 5 и 6–27,1 %. В 2022 году доля автомобилей класса Евро 0 составит 23,0 %, Евро 5 и 6–35,5 %.

2) Ограничение использования легковых автомобилей экологических классов Евро 0–3 и замена их экологическими классами Евро 5-6 не проводится.

В целях дальнейшего снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух автомобильным транспортом предлагаются следующие мероприятия:

1) Повышение экологического уровня используемого в городе автотранспорта:

- увеличение доли улучшенных экологических классов Евро-5 и Евро-6 в автопарке до 50 % в 2025 году;
- ограничение использования транспортных средств экологического класса Евро-0;
- усиление контроля за вредными выбросами и черным дымом выхлопных газов автомобилей, внедрение многорежимного контроля.

2) Регулирование использования транспортных средств в черте города:

- снижение использования легковых автомобилей в черте города за счет развития общественного транспорта;
- увеличение использования больших городских автобусов, осуществление пассажирских перевозок.

на основе системы скоростного автобусного сообщения развитие общественного транспорта.

3) Дальнейшее увеличение использования сжатого природного газа и сжиженного нефтяного газа в качестве топлива для транспортных средства.

4) Развитие электротранспорта:

- использование электромобилей, гибридных электромобилей и электроавтобусов.

Заключение

Выбросы автомобильного транспорта являются важнейшим источником поступления загрязняющих веществ в атмосферу города Алматы. В зависимости от реализации различных сценариев развития автомобильно-

го транспорта города до 2025 года (по сравнению с вводным 2017 годом) возможно увеличение валовых выбросов вредных веществ (на 36,6 %), а также снижение (на 52,0 %). Разработанные целевые параметры качества окружающей среды г. Алматы на период до 2025 года по выбросам загрязняющих веществ от автотранспорта предусматривают реализацию активного и интенсивного сценариев. Эти сценарии развития будут способствовать сокращению выбросов. Развитие данных сценариев возможно при условии реализации эффективных мер по повышению экологического уровня транспортных средств и регулирования использования автотранспорта в черте города.

Достижение установленных целевых показателей выбросов загрязняющих веществ автомобильным транспортом является необходимым условием обеспечения хорошего качества атмосферного воздуха в городе Алматы.

Список литературы:

1. "Vehicle criteria pollutant (PM, NO_x, CO, HC_s) emissions: how low should we go?", npj Climate and Atmospheric Science, Nature.com.
2. "Gross polluters and vehicle emissions reduction", Nature Sustainability, Nature.com.
3. "Vehicle Emissions and their Effects on the Natural Environment - a Review", ResearchGate.
4. Электронный ресурс: <https://almatygenplan.kz/ru/news/genplan-2040>
5. Электронный ресурс: <https://astanatimes.com/2023/05/new-master-plan-for-almaty-to-decentralize-city-and-address-environmental-issues/>
6. V.V. Chernozhkina, "Analysis of natural and climatic features of the area contributing to air basin pollution in Almaty," (in Russian), International Research Journal, Vol. 1, No. 8, pp. 73–74, 2013.
7. T. Dedova, E. Zakarin, B. Mirkarimova, N. Yakovleva, and E. Sadvakasov, "Numerical analysis of the impact of mountain-valley circulation on atmospheric air pollution in Almaty," (in Russian), Vol. 2, pp. 7–24, 2018.
8. "ECOSERVICE-S Setting environmental quality targets for Almaty," (in Russian), <https://ecoservice.kz/projects/target-values-almaty>, 2017.
9. A. Kerimray et al., "Assessing air quality changes in large cities during COVID-19 lockdowns: The impacts of traffic-free urban conditions in Almaty, Kazakhstan," Science of The Total Environment, Vol. 730, p. 139179, Aug. 2020, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139179>
10. "Technical Regulations of the Customs Union "On the safety of wheeled vehicles",," (in Russian), TR CU 018/2011, 2011.

СЕКЦИЯ 3.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

ОБЗОР СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ОХЛАЖДЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО КОМПЕНСАТОРА РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Легкий Александр Юрьевич

*студент,
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ,
РФ, г. Волжский*

Силаев Алексей Александрович

*канд. техн. наук, доц., заведующий кафедрой,
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ,
РФ, г. Волжский*

AN OVERVIEW OF AUTOMATION TOOLS FOR THE PROCESS CONTROL SYSTEM FOR COOLING A STATIC REACTIVE POWER COMPENSATOR

Alexander Lyogkiy

*Student, Volga Polytechnic Institute (branch) VolgSTU,
Russia, Volzhsky*

Alexey Silaev

*Candidate of technical sciences, associate Professor,
Volga Polytechnic Institute (branch) VolgSTU,
Russia, Volzhsky*

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена обзору технических средств автоматизации для автоматизированной системы управления технологическим процессом охлаждения статического компенсатора реактивной мощности. Рассмотрены особенности технологического процесса охлаждения статического компенсатора реактивной мощности. Изложены основные проблемы действующей и функции разработанной систем управления. Произведен сравнительный анализ датчиков уровня, температуры и давления.

ABSTRACT

The article is devoted to an overview of automation equipment for an automated process control system for cooling a static reactive power compensator. The features of the technological cooling process of a static reactive power compensator are considered. The main problems of the current and the functions of the developed management system are described. A comparative analysis of the level, temperature and pressure sensors has been performed.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, технологический процесс, охлаждение, статический тиристорный компенсатор, реактивная мощность.

Keywords: automated control system, technological process, cooling, static thyristor compensator, reactive power.

Сталеплавильная печь переменного тока – специфическая нелинейная нагрузка, характеристики которой меняются в ходе производственного процесса, при этом в питающую электросеть вносятся сильные возмущения [1].

Для устранения негативных последствий применяются статические компенсаторы реактивной мощности, которые осуществляют разгрузку от реактивной мощности, снижая этим в них величину действующего тока и активных потерь, что позволяет увеличить передаваемую активную мощность [2].

Тиристорный вентиль является основным элементом статического тиристорного компенсатора (СТК), регулирующим ток компенсирующих реакторов и, соответственно, мощность СТК. Он состоит из тиристорных модулей, каждый модуль содержит несколько последовательно соединенных встречно-параллельных тириستоров.

Во время работы с ростом плотности мощности возникает проблема отвода тепловых потерь из малого объема полупроводникового кристалла. Теплоемкость жидких теплоносителей гораздо выше, поэтому системы жидкостного охлаждения имеют лучшую эффективность для отвода

выделяемого тепла от силовых полупроводниковых приборов и модулей посредством теплообмена с циркулирующей охлаждающей жидкостью.

Эффективность работы СТК напрямую зависит от качества работы системы охлаждения.

Средства автоматизации системы охлаждения рассматриваемой печи уже морально и физически устарели, так как не модернизировались с момента введения ее в работу.

Основные проблемы действующей системы управления:

- давление в контурах регулируется вручную и необходимо следить за показанием проводимости деионизированной воды регулярно, т.к. техническую воду периодически выдавливает в контур с деионизированной водой в пластинчатом теплообменнике, поэтому разницу давлений необходимо поддерживать;

- показания с поточного кондуктометра часто имеют большую погрешность, приходится прибегать к лабораторному анализу.

- управление подпиткой системы дистиллированной водой и заполнение баков осуществляется вручную.

Разрабатываемая система автоматического управления имеет следующие функции:

- контроль за уровнем наполненности баков водой, подготовка и подпитка водой систему циркуляции при необходимости;

- контроль за уровнем коэффициента электрической проводимости воды, а также контроль и регулирование потока воды, проходящий через ионообменный фильтр;

- контроль за давлением азота в расширительном баке;

- контроль и регулирование разницы давлений между контурами в пластинчатом теплообменнике;

- контроль и регулирование температуры, давления воды в контуре охлаждения.

Система водяного охлаждения является узлом СТК, который необходим для отвода избыточного тепла от оборудования тиристорной группы.

Система охлаждения СТК обеспечивает отвод тепловых потерь с тиристорных вентиляей через теплообменник. Техническая воды поступает с водоподготовки циркуляционными насосами определённой температуры и давлением. Охлаждаемая среда – деионизированная вода с определённой электропроводимостью. Деионизированная вода в системе делится на 2 контура: первый охлаждает вентиля тиристорных групп, а вторая через ионообменный фильтр. В системе охлаждения так же имеется система азотного наддува, которая обеспечивает необходимое давление в системе и предотвращает попадания кислорода в систему. Для подпитки

необходимого уровня в системе имеется два электродистиллятора с баком, осуществляющий необходимый запас дистиллированной воды для пополнения системы охлаждения [3].

В рамках данной работы произведем обзор современных средств автоматизации, входящих в систему управления и обеспечивающих надежную и безопасную работу оборудования [4].

Измерение уровня.

Для контроля уровня в расширительном баке используем уровнемер. Его применение упростит конструкцию и обслуживание, а также позволит гибче настраивать уровни контроля.

Из-за колебаний избыточного давления ультразвуковые уровнемеры применять нельзя. Очищенная вода, находящаяся в баке, имеет низкую электрическую проводимость, поэтому применение кондуктометрических уровнемеров невозможно. Высокой точности измерения не требуется, следовательно, использование рефлекс-радарных, радарных, оптических и емкостных уровнемеров нецелесообразно из-за их большой стоимости. Поэтому выбираем поплавковый уровнемер (таблица 1).

Таблица 1.

Сравнение характеристик уровнемеров

Наименование параметра	Модели средств измерений	
	ПДУ-И	РИЗУР-НМТ-Г
Температура измеряемой среды, °С	– 60...+ 125	– 60...+ 125
Степень защиты оболочки	IP65	IP65
Напряжение питания, В	12...36	12...36
Потребляемая мощность, Вт	1	1
Дискретность преобразования, мм	5 или 10	5 или 10
Выходной сигнал, мА	от 4 до 20	от 4 до 20
Стоимость, руб.	от 17 850	от 50 000

Выбираем уровнемер ОВЕН ПДУ-И за счет его меньшей стоимости.

Измерение температуры.

В исследуемом технологическом процессе измерение температуры происходит после тиристорного модуля и на выходе из теплообменника в основном контуре с деионизированной водой.

Используем термометр сопротивления за счет его лучшей чувствительности на изменение и высокой точности измерения. Как следствие, время на реагирование системы регулирования сокращается. Сравнительные характеристики термометров сопротивления представлены в таблице 2.

Таблица 2.**Сравнение характеристик термометров сопротивления**

Наименование параметра	Модели средств измерений	
	Т.Рt-420-DIN-6-75	ДТС105М-100М.0,5.60.И [2]
Измеряемые температуры, °С	от минус 70 до плюс 200	от 0 до плюс 100
Напряжение питания, В	24	24
НСХ	Rt100	100М
Погрешность, %	0,5	0,5
Выходной сигнал, мА	от 4 до 20	от 4 до 20
Степень защиты	IP54	IP54
Стоимость, руб.	от 6520	7 788

Выбираем ДТС105М, т.к. он обладает большей точностью.

Измерение давления.

Для измерения давления применяем датчики-преобразователи (таблица 3). Их принцип действия основан на тензoeffекте, т.е. изменении сопротивления тензорезисторов при их деформации.

Таблица 3.**Сравнение характеристик термометров сопротивления**

Наименование параметра	Модели средств измерений	
	Корунд-ДИ-001Э	ПД-100И
Выходные сигналы, мА	от 4 до 20	от 4 до 20
Диапазон измеряемых давлений, МПа	от 0 до 2,5	от 0.01 до 1
Напряжение питания, В	от 9 до 36	12...24
Класс точности, %	0,5	0,25

Выбираем датчик ПД100И, потому что он обладает низкой погрешностью и более узким диапазоном измерения, что критически важно при контроле и регулировании разницы давлений в теплообменнике.

Далее приведем перечень средств автоматизации, входящих в автоматизированную систему управления технологическим процессом охлаждения статического компенсатора реактивной мощности:

- промышленный контроллер ОВЕН ПЛК210-01-CS;
- модули ввода/вывода сигналов ОВЕН МВ210-101, ОВЕН МУ210-502, ОВЕН МУ210-402;
- панель оператора ОВЕН СП310-Р;
- вихревой расходомер Метран-300ПР;
- ротаметр ЭМИС-МЕТА 215;

- сигнализатор уровня поплавковый РИЗУР ДРУ-ППМ;
- прибор для измерения удельной электрической проводимости Атлант 1100;
- контактор КМИ-А;
- промежуточное реле ИЕК ОИР-116;
- запорно-регулирующий клапан 25ч945п ЗРК с электроприводом;
- кран СТР-07.

Таким образом, в рамках исследования рассмотрены особенности технологического процесса охлаждения статического компенсатора реактивной мощности. Произведен сравнительный анализ датчиков уровня, температуры и давления. Приведены технические средства автоматизации, составляющие автоматизированную систему управления.

Список литературы:

1. Murugesan M.P. The Experimental Study on Enhanced heat Transfer Performance in Plate Type Heat Exchanger / M.P. Murugesan, R. Balasubramani // Research Journal of Engineering Sciences. – 2013. – Vol.2(2). – С. 16-22. – ISSN 2278 – 9472.
2. Пархоменко А.В. Модернизация АСУ охлаждением системы тиристорной компенсации реактивной мощности для дуговых сталеплавильных печей / А.В. Пархоменко, А.В. Савчиц. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2020. – № 13 (303). – С. 28-30.
3. Крысанов В.Н., Иванов К.В. Интеграция в автоматизированную систему управления технологическим процессом промышленных предприятий тиристорных компенсаторов реактивной мощности / В.Н. Крысанов, К.В. Иванов. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2018. – № 2 (Т.14). – С. 81-85.
4. Иванов А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебное пособие / А.А. Иванов.// М.: Форум, 2012. – 224 с.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Пивоваров Данил Вадимович

*магистрант,
Оренбургский государственный университет,
РФ, г. Оренбург*

Кочковская Светлана Сергеевна

*канд. техн. наук, доц.,
Оренбургский государственный университет,
РФ, г. Оренбург*

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR COMPUTER-AIDED DESIGN OF THE POWER SUPPLY SYSTEM OF MACHINE-BUILDING PRODUCTION

Danil Pivovarov

*Undergraduate student,
Orenburg State University,
Russia, Orenburg*

Svetlana Kochkovskaya

*Candidate of technical sciences, associate Professor,
Orenburg State University,
Russia, Orenburg*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются задачи, требующие решения в рамках исследования, направленного на автоматизацию процесса проектирования систем электроснабжения машиностроительного производства. Предложен алгоритм проектирования системы электроснабжения машиностроительного производства.

ABSTRACT

The article discusses the tasks that need to be solved within the framework of a study aimed at automating the design process of power

supply systems for machine-building production. An algorithm for designing a power supply system for machine-building production is proposed.

Ключевые слова: система электроснабжения, системный подход, алгоритм автоматизированного проектирования.

Keywords: power supply system, system approach, computer-aided design algorithm.

Одним из самых актуальных вопросов в проектировании систем электроснабжения является автоматизация процесса проектирования. Существующие программные средства способны значительно упростить работу проектировщика, но значительная часть имеющихся систем автоматизированного проектирования (САПР) направлены на решения определенных задач и не включают в себя все требуемые модули для решения всего спектра задач, поставленных специалистам, что вынуждает применять различные программы и модули для их решения [1, с. 9-11].

Объект исследования представляет собой процесс проектирования системы электроснабжения машиностроительного производства. Предмет исследования являются методы и подходы процесса проектирования систем электроснабжения машиностроительного производства.

Для реализации автоматизированного проектирования необходимо решения многих задач. Для их решения применяются различные методы, такие как:

- моделирование системы электроснабжения с использованием специализированных программных средств;
- анализ потребностей потребителей электроэнергии и определение оптимальной архитектуры системы электроснабжения;
- применение методов оптимизации для выбора оптимальных параметров системы, таких как тип и мощность генераторов, виды и характеристики электрических сетей и т.д.;
- использование систем автоматизированного проектирования для создания схем прокладки кабелей, размещения электрического оборудования и прочих деталей системы [2];

Для решения вопроса автоматизации процесса проектирования был использован системный подход. При этом важной задачей является составление объектной модели, которая формируется путем изучения процессов проектируемого предприятия, его потребностей, существующей технической и нормативной документации. В зависимости от проведенного анализа определяются параметры оборудования, технические решения, связанные с различными внешними факторами.

Исходя из того, что в процессе проектирования даже самые незначительные изменения в проекте могут сказаться на всех последующих этапах и решениях объектная модель значительно помогает оптимизировать процесс проектирования.

Для автоматизации принятий решений разрабатывается онтологическая модель, в которой сгруппированные свойства объектов образуют слои. Рассмотрим некоторые из них: ландшафт, содержащий данные о типе местности, координатах объекта; инженерные конструкции; система электроснабжения, содержащая данные о характеристиках потребителей электроэнергии, структуре сети электроснабжения; объекты электроснабжения, содержащие данные о линиях электропередач, трансформаторных подстанциях, распределительных устройствах.

На рисунке 1 представлена блок-схема, отражающая часть разработанной онтологической модели.

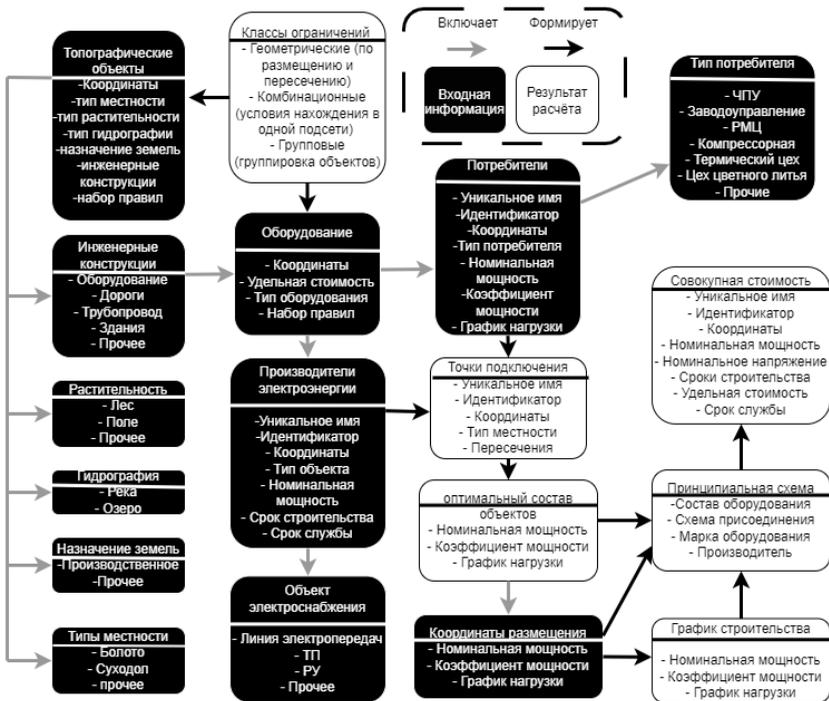


Рисунок 1. Объектная модель с атрибутами

Блок-схема показывает иерархию объектов с их атрибутами, которая потребуется для целей оптимизации схемы и структуры системы электроснабжения.

Для реализации автоматизированного проектирования электроснабжения машиностроительного производства необходимо учитывать взаимное влияние элементов т.е. применять при решении задачи системный подход [3]. Для наглядного представления на рисунке 2 представлена блок-схема алгоритма автоматизированного проектирования системы электроснабжения машиностроительного производства.

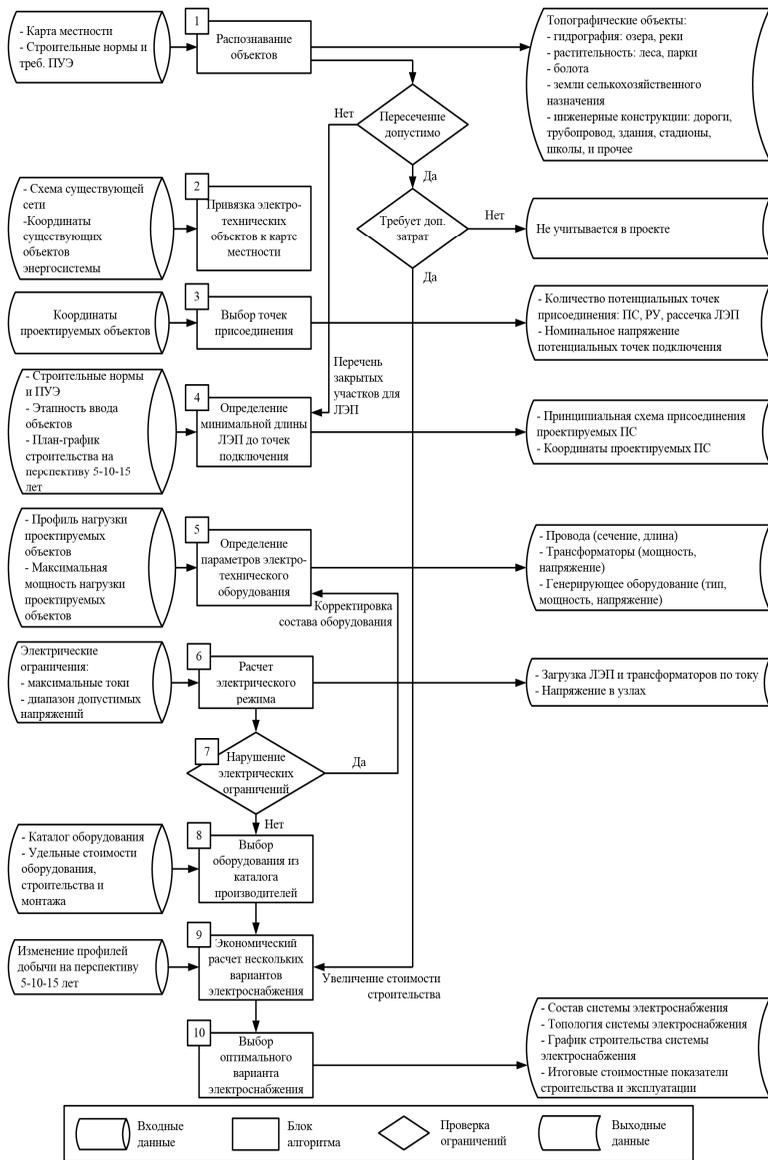


Рисунок 2. Блок-схема алгоритма автоматизированного проектирования системы электроснабжения машиностроительного производства

В данной работе рассмотрена методика автоматизированного проектирования электроснабжения машиностроительных предприятий. Методика основана на системном подходе и включает в себя анализ этапов проектирования и их последовательное решение. На каждом этапе проектирования имеются факторы, которые влияют на результат проектных решений.

В статье представлен алгоритм проектирования электроснабжения, объектная модель, объединяющая физические объекты и технические процессы, а также иерархия оборудования машиностроительных производств с целью анализа количества потребляемой энергии оборудованием.

Список литературы:

1. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учебник для вузов / И.П. Норенков. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с.
2. Обуховец В.А. САПР как инструмент освоения высокотехнологичных дисциплин / В.А. Обуховец // Высшее образование в России. – 2014. – № 5. – С. 80-86.
3. Киселев В.Ф. Системный подход при решении оптимизационных задач в электроснабжении // Вестник евразийской науки. – 2014. – № 6 (25). – С. 1-10.

СЕКЦИЯ 4.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТЕЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Бахталов Олег Алексеевич

студент,

*Южно-Российский Государственный
Политехнический Университет (НПИ),
РФ, г. Новочеркасск*

Чепурко Иван Александрович

студент,

*Южно-Российский Государственный
Политехнический Университет (НПИ),
РФ, г. Новочеркасск*

Галушкина Дарья Владимировна

*ассистент кафедры автоматика и телемеханика,
Южно-Российский Государственный
Политехнический Университет (НПИ),
РФ, г. Новочеркасск*

АННОТАЦИЯ

В настоящей работе исследуется проблема оптимизации сетей сотовой связи с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в качестве ретрансляторов сигнала. Рассматриваются алгоритмы и методы оптимизации, а также проводится анализ эффективности и надежности БПЛА в роли подвижных базовых станций сотовой связи.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, ретрансляция, оптимизация, сети сотовой связи, сигнал, методы оптимизации, алгоритмы оптимизации, технологии мобильной связи.

Введение

С развитием технологий мобильной связи и увеличением спроса на высокоскоростной и надежный доступ к интернету сотовые сети сталкиваются с рядом вызовов, включая ограниченную пропускную способность, интерференцию, покрытие и энергопотребление. Для эффективно преодоления этих проблем и обеспечения высокого качества обслуживания требуется постоянное совершенствование инфраструктуры сотовых сетей.

В последние годы беспилотные летательные аппараты (БПЛА) привлекли значительное внимание как потенциальное решение для оптимизации сотовых сетей. Их способность выполнять различные задачи, включая передачу данных и ретрансляцию сигналов, делает их потенциально ценным ресурсом для улучшения производительности сотовых сетей.

Целью данной научной работы является исследование методов и алгоритмов оптимизации сетей сотовой связи с использованием беспилотных летательных аппаратов в качестве ключевого инструмента. Мы стремимся разработать эффективные подходы, которые могут повысить пропускную способность, расширить зону покрытия и улучшить качество обслуживания сотовых сетей.

Основные проблемы

Оптимизация сетей сотовой связи сталкивается с рядом сложных проблем, влияющих на эффективность, производительность и надежность сетей. Некоторые из основных проблем включают в себя:

1. Интерференция: Интерференция между близко расположенными базовыми станциями и устройствами может привести к снижению качества связи и ухудшению производительности сети. Это особенно актуально в плотно населенных районах и в городских центрах.

2. Ограниченная пропускная способность: С ростом числа подключенных устройств и увеличением объема передаваемых данных возникают проблемы с ограниченной пропускной способностью сетей. Это может привести к замедлению скорости передачи данных и ухудшению качества обслуживания для конечных пользователей.

3. Неравномерное покрытие и зоны тени: Неравномерное распределение базовых станций и естественные препятствия могут создавать зоны с плохим или отсутствующим покрытием, что снижает доступность сети для пользователей в этих областях.

4. Энергопотребление и управление ресурсами: Эффективное использование энергии и ресурсов является важным аспектом оптимизации сетей сотовой связи. Энергозатраты базовых станций и устройств должны быть минимизированы, чтобы снизить операционные издержки и сделать сети более экологически устойчивыми.

5. Мобильность и переключение между базовыми станциями:

Пользователи могут перемещаться во время разговора или передачи данных, что требует эффективного управления переключением между базовыми станциями без потери связи или качества обслуживания.

6. Безопасность и защита данных: С увеличением объема передаваемой чувствительной информации в сетях сотовой связи становится все более важным обеспечение безопасности и защиты данных от несанкционированного доступа и кибератак.

В таблице №1 представлены возможные варианты решения данных проблем при помощи беспилотных летательных аппаратов.

Таблица 1.

Возможные варианты решения основных проблем оптимизации сетей сотовой связи при помощи БПЛА

№	Проблема	Возможное решение
1	Интерференция	БПЛА могут быть использованы для ретрансляции сигнала между базовыми станциями и устройствами пользователей. Они могут быть размещены в стратегических местах для уменьшения интерференции и улучшения качества связи в зонах с плохим покрытием.
2	Ограниченная пропускная способность	БПЛА могут быть развернуты для обеспечения связи в случае чрезвычайных ситуаций или стихийных бедствий, когда традиционная инфраструктура связи может быть повреждена или недоступна.
3	Неравномерное покрытие и зоны тени	БПЛА могут использоваться для мониторинга и управления сетью, позволяя операторам быстро обнаруживать и реагировать на проблемы в работе сети, такие как интерференция или неравномерное покрытие.
4	Энергопотребление и управление ресурсами	БПЛА могут использоваться для оптимизации использования ресурсов сети, например, путем предоставления временной дополнительной пропускной способности в перегруженных районах или во время массовых мероприятий.
5	Мобильность и переключение между базовыми станциями	БПЛА могут быть использованы в качестве подвижных базовых станций, особенно в отдаленных или труднодоступных районах, где построение традиционной инфраструктуры невозможно или невыгодно. Это позволит расширить зону покрытия и обеспечить связь в экстремальных условиях.

№	Проблема	Возможное решение
6	Безопасность и защита данных	БПЛА могут быть использованы для обеспечения безопасности сети, например, путем обнаружения и мониторинга внешних угроз, таких как кибератаки или незаконные перехваты данных.

Методы и алгоритмы оптимизации сетей сотовой связи

Основные методы оптимизации сетей сотовой связи, используемые для повышения эффективности, производительности и надежности сетей сотовой связи:

1. Динамическое управление мощностью (Dynamic Power Control). Позволяет эффективно управлять мощностью передачи сигнала от базовых станций к мобильным устройствам. Основан на динамическом изменении мощности передачи в зависимости от условий канала связи, что позволяет минимизировать интерференцию и максимизировать качество связи.

2. Ресурсное управление (Resource Management). Эффективное использование доступных ресурсов сети, таких как частотные каналы, временные слоты и мощность передачи. Цель состоит в том, чтобы обеспечить оптимальное распределение ресурсов для обеспечения наилучшего качества обслуживания для всех пользователей.

3. Маршрутизация трафика (Traffic Routing). Эффективное управление потоками данных в сети. Включает в себя выбор оптимальных маршрутов для передачи данных с учетом различных параметров, таких как задержка, пропускная способность и стоимость.

4. Методы многокритериальной оптимизации (Multi-objective Optimization Methods). Эти методы учитывают несколько критериев при принятии решений об оптимизации сети, таких как пропускная способность, задержка, надежность и энергопотребление. Цель состоит в том, чтобы достичь компромисса между различными аспектами производительности сети.

5. Оптимизация размещения базовых станций (Base Station Placement Optimization). Оптимальное размещение базовых станций с учетом географических особенностей и потребностей пользователей. Цель состоит в том, чтобы обеспечить наилучшее покрытие зон и максимальное использование ресурсов сети.

Основные алгоритмы, применяемые для улучшения производительности, эффективности и надежности сетей сотовой связи:

1. Генетический алгоритм (Genetic Algorithm). Этот алгоритм основан на эволюционной теории и используется для оптимизации различных параметров сети, таких как распределение ресурсов, распределение

базовых станций и маршрутизация трафика. Применяется для поиска оптимальных решений в условиях большого пространства поиска и неопределенности.

2. Оптимизация ройной частиц (Particle Swarm Optimization). Этот алгоритм оптимизации моделирует поведение роев частиц, которые ищут оптимальное решение в пространстве параметров. Применяется для оптимизации параметров сетей сотовой связи, таких как распределение базовых станций, управление мощностью и управление ресурсами.

3. Оптимизация муравьиной колонии (Ant Colony Optimization). Моделирует поведение муравьев при поиске оптимального пути к источнику пищи. Используется для решения задач маршрутизации и оптимизации в сетях сотовой связи, таких как оптимальное размещение базовых станций и маршрутизация трафика.

4. Имитация отжига (Simulated Annealing). Моделирует процесс отжига металла и используется для поиска глобального оптимума в пространстве параметров. Применяется для решения различных задач оптимизации в сетях сотовой связи, включая управление мощностью и маршрутизацию трафика.

5. Алгоритм поиска по табу (Tabu Search). Этот алгоритм оптимизации использует понятие "табу" для предотвращения повторного посещения ранее исследованных решений. Применяется для решения различных задач оптимизации, таких как оптимизация маршрутизации и управление ресурсами в сетях сотовой связи.

6. Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning). Этот алгоритм оптимизации использует концепцию обучения с подкреплением для поиска оптимальных стратегий в условиях неопределенности. Применяется для оптимизации различных параметров сетей сотовой связи, таких как управление ресурсами и маршрутизация трафика.

Из перечисленных методов и алгоритмов наиболее подходящими для оптимизации сетей сотовой связи при использовании беспилотных летательных аппаратов являются:

1. Динамическое управление мощностью (Dynamic Power Control). При использовании БПЛА в качестве ретрансляторов сигнала, динамическое управление мощностью может помочь оптимизировать использование ресурсов сети и минимизировать интерференцию.

2. Ресурсное управление (Resource Management). При использовании БПЛА, ресурсное управление может помочь оптимизировать использование ресурсов в зависимости от текущих условий сети и потребностей пользователей.

3. Оптимизация размещения базовых станций (Base Station Placement Optimization). При использовании БПЛА в качестве подвижных

базовых станций, оптимизация размещения базовых станций может помочь обеспечить наилучшее покрытие зон и максимальное использование ресурсов сети.

4. Маршрутизация трафика (Traffic Routing). При использовании БПЛА в качестве ретрансляторов сигнала, маршрутизация трафика может помочь оптимизировать передачу данных и минимизировать задержки в сети.

Эти методы и алгоритмы оптимизации могут быть эффективно применены для улучшения производительности и надежности сетей сотовой связи при использовании БПЛА в качестве дополнительных ресурсов. Они позволяют операторам сетей максимально использовать потенциал БПЛА для оптимизации работы сети и удовлетворения потребностей пользователей.

Исследование оптимизации сети сотовой связи, если БПЛА будет использоваться в качестве ретранслятора

Данные сетей сотовой связи:

- Работающие частоты: 900 МГц и 1800 МГц (типичные для сетей GSM);
- Средняя мощность передатчика базовых станций: 20 Вт;
- Расстояние между базовыми станциями: 1-3 км в городской местности.

Характеристики БПЛА:

- Высота полета: 100 м;
- Мощность передатчика: 10 Вт;
- Тип антенны: направленная с коэффициентом усиления 6 дБ

Расположение и количество БПЛА:

- Предположим, что мы размещаем один БПЛА между двумя базовыми станциями на расстоянии приблизительно 0,5 км от каждой.

Будем оценивать качество связи (сигнал-шум) в точках, находящихся на расстоянии 1 км от базовых станций (точки А и Б) с и без использования БПЛА в качестве ретранслятора. Схема измерения представлена на рисунке 1.

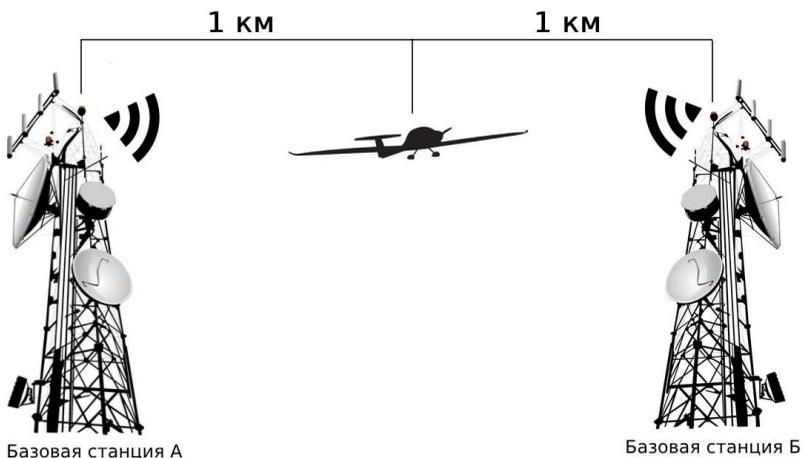


Рисунок 1. Схема измерения оптимизации сети сотовой связи с использованием БПЛА

Сеть сотовой связи без использования БПЛА:

1. Сигнал от базовой станции А до точки А: $20 \text{ Вт} / (1 \text{ км})^2 = 20 \text{ мВт/км}^2$;
2. Сигнал от базовой станции Б до точки Б: $20 \text{ Вт} / (1 \text{ км})^2 = 20 \text{ мВт/км}^2$;
3. Общий сигнал на точках А и Б: $20 \text{ мВт/км}^2 + 20 \text{ мВт/км}^2 = 40 \text{ мВт/км}^2$.

Сеть сотовой связи с использованием БПЛА в качестве ретранслятора:

1. БПЛА ретранслирует сигнал от базовой станции А до точки Б и от базовой станции Б до точки А;
2. Сигнал от базовой станции А до БПЛА: $20 \text{ Вт} / (0.5 \text{ км})^2 = 80 \text{ мВт/км}^2$;
3. Сигнал от базовой станции Б до БПЛА: $20 \text{ Вт} / (0.5 \text{ км})^2 = 80 \text{ мВт/км}^2$;
4. Учитываем потери при передаче: $10 \text{ Вт} * 10^{6/10} = 39.8 \text{ Вт}$ (мощность на антенне БПЛА)
5. Сигнал от БПЛА до точки А: $39.8 \text{ Вт} / (1 \text{ км})^2 = 39.8 \text{ мВт/км}^2$;
6. Сигнал от БПЛА до точки Б: $39.8 \text{ Вт} / (1 \text{ км})^2 = 39.8 \text{ мВт/км}^2$;
7. Общий сигнал на точках А и Б с использованием БПЛА: $80 \text{ мВт/км}^2 + 39.8 \text{ мВт/км}^2 + 39.8 \text{ мВт/км}^2 = 159.6 \text{ мВт/км}^2$.

Процент улучшения связи:

$$((159.6 \text{ мВт/км}^2 - 40 \text{ мВт/км}^2) / 40 \text{ мВт/км}^2) * 100\% \approx 299\%$$

Потенциал использования беспилотных летательных аппаратов в оптимизации сотовых сетей

Использование беспилотных летательных аппаратов представляет собой инновационный подход к оптимизации сотовых сетей, который вносит значительный вклад в улучшение их производительности и расширение их возможностей.

БПЛА обладают уникальными возможностями, которые могут быть эффективно использованы для оптимизации сетей сотовой связи. Во-первых, они обеспечивают гибкость и мобильность, что делает их идеальными для быстрого развертывания в местах, где требуется временное улучшение покрытия или пропускной способности сети. Благодаря этому, БПЛА могут быть задействованы на массовых мероприятиях, в кризисных ситуациях или в отдаленных районах, где установка традиционной инфраструктуры связи недоступна или непрактична.

Кроме того, БПЛА способны выполнять полеты на различных высотах и скоростях, что позволяет им эффективно ретранслировать сигнал с базовых станций, обеспечивая лучшее покрытие и качество связи в зонах с плохим покрытием или высокой интерференцией. Они могут быть размещены в стратегических точках, что позволяет оптимизировать использование ресурсов сети и минимизировать интерференцию между базовыми станциями.

БПЛА также могут использоваться для мониторинга и обнаружения неисправностей в сети, а также для создания временных сетей связи в случае чрезвычайных ситуаций. Они могут выполнять сканирование сети и обнаруживать проблемные участки, что позволяет операторам сети быстро реагировать на возникающие проблемы и предоставлять непрерывное обслуживание пользователям.

БПЛА, благодаря своей гибкости и адаптивности, способны эффективно реагировать на изменяющиеся условия сети и потребности пользователей. Они могут быть программно настроены на выполнение различных задач, таких как ретрансляция сигнала, мониторинг сети, анализ пропускной способности и многие другие. Благодаря возможности автоматического управления и автономному функционированию, БПЛА могут работать в автономном режиме без необходимости непрерывного управления со стороны операторов.

Помимо этого, БПЛА обычно оборудуются различными сенсорами и камерами, что дает им возможность собирать ценные данные о состоянии сети, окружающей среды и поведении пользователей. Эти данные могут быть использованы для более точного анализа сети, прогнозирования изменений в трафике и принятия эффективных управленческих решений.

Однако следует отметить, что использование БПЛА также включает в себя некоторые вызовы и ограничения, такие как ограниченное время полета, ограниченная нагрузочная способность и требования к безопасности полетов. Несмотря на это, современные технологии и инженерные решения постоянно совершенствуются, что способствует расширению возможностей и повышению эффективности использования БПЛА в оптимизации сотовых сетей.

В целом, потенциал использования БПЛА в оптимизации сотовых сетей огромен. Они предоставляют новые возможности для улучшения качества обслуживания, расширения покрытия и повышения надежности сети, что делает их ценным инструментом для операторов сотовой связи в различных сценариях использования.

Список литературы:

1. Разработка систем управления полетом беспилотных летательных аппаратов / Под ред. С.П. Белавина. – М.: Машиностроение, 2015.
2. Беспилотные летательные аппараты: основы построения, типы, назначение и применение: учебное пособие / А.Л. Богомолов, А.В. Замулаев, С.И. Козин, А.Л. Куклин и др.; под ред. А.В. Замулаева. – СПб.: Политехника, 2017.
3. Беспилотные летательные аппараты: методы и алгоритмы управления / А.А. Ведерников, В.Г. Кузнецов, А.А. Колесов и др. – М.: Эдиториал УРСС, 2011.
4. Петров И.В., Павлов П.В., Шорин А.Г. и др. Современные системы беспилотных летательных аппаратов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2019.
5. Игнатова Л.Н., Шимова Е.В. Беспилотные летательные аппараты. – М.: Издательство Юрайт, 2019.
6. Современные технологии и оборудование для использования беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве / В.Н. Шестопапов, А.В. Лоскутов, А.В. Калмыков и др. – М.: Экономика, 2019.
7. Основы беспилотных летательных аппаратов / И.А. Бессонов, Н.И. Зотов, Е.А. Токарев и др.; под ред. И.А. Бессонова. – М.: Техносфера, 2017.
8. Методы и модели беспилотных летательных аппаратов / под ред. В.В. Шкурова. – М.: Физматлит, 2016.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ,
СГЕНЕРИРОВАННЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫМ
АЛГОРИТМОМ А5/1**

Болтак Светлана Владимировна

*магистрант,
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,
Беларусь, г. Минск*

Гридюшко Богдан Олегович

*студент,
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,
Беларусь, г. Минск*

Панкратьев Егор Сергеевич

*студент,
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,
Беларусь, г. Минск*

**RESEARCH OF STATISTICAL PROPERTIES
OF PSEUDORANDOM SEQUENCES GENERATED
BY THE MODIFIED A5/1 ALGORITHM**

Sviatlana Boltak

*Graduate student,
Belarusian State University
of Informatics and Radioelectronics,
Belarus, Minsk*

Bogdan Gridushko

*Graduate student,
Belarusian State University
of Informatics and Radioelectronics,
Belarus, Minsk*

Egor Pankratiev
Student,
Belarusian State University
of Informatics and Radioelectronics,
Belarus, Minsk

АННОТАЦИЯ

Цель работы – исследовать статистические свойства псевдослучайных последовательностей, полученных генератором алгоритма A5/1 после внесения в него усовершенствований. Модификации подвергается этап инициализации регистров, что должно обеспечить более равномерное распределение бит и лучшую статистическую непредсказуемость. Для проверки выдвинутой гипотезы используются статистические тесты NIST. Результаты экспериментов показали, что выдвинутая гипотеза оказалась верна. Внесенные изменения приводят к более равномерному распределению значений, снижению автокорреляции и улучшению других ключевых статистических характеристик, а, значит, повышают криптостойкость алгоритма и предотвращают утечку информации.

ABSTRACT

The goal of the work is to investigate the statistical properties of pseudorandom sequences obtained from the A5/1 algorithm generator after incorporating enhancements. Modifications are applied to the initialization stage of the registers, which should ensure a more uniform distribution of bits and better statistical unpredictability. NIST statistical tests are used to verify the proposed hypothesis. The experimental results demonstrated that the hypothesis was correct. The changes made lead to a more uniform distribution of values, reduction of autocorrelation, and improvement of other key statistical characteristics, which in turn enhances the cryptographic strength of the algorithm and prevents information leakage.

Ключевые слова: псевдослучайные последовательности; статистическая вероятность, NIST.

Keywords: pseudorandom sequences; statistical probability, NIST.

Криптографические системы сегодня играют важную роль в обеспечении безопасности информации. Алгоритм A5/1, изначально предназначенный для GSM-стандарта, широко применяется в различных криптографических приложениях [1]. В данной работе используются тесты NIST для анализа сгенерированных последовательностей и выявления потенциальных уязвимостей.

Алгоритм А5/1 генерирует псевдослучайную ключевую последовательность на основе трёх регистров сдвига с длинами 19, 22 и 23 бита соответственно. Ключевая последовательность формируется путём применения операции сложения по модулю два к выходным битам регистров. Каждый из трёх регистров имеет свой многочлен обратной связи:

$$1 + x^{19} + x^{18} + x^{17} + x^{14}, \quad (1)$$

$$1 + x^{22} + x^{21}, \quad (2)$$

$$1 + x^{23} + x^{22} + x^{21} + x^8 \quad (3)$$

В каждом регистре также присутствуют биты синхронизации: 8 (LFSR1), 10 (LFSR2), 10 (LFSR3). Функция синхробита F вычисляется как:

$$F = x \& y | x \& z | y \& z, \quad (4)$$

где x , y и z – биты синхронизации LFSR1, LFSR2 и LFSR3 соответственно. Сдвиг происходит только у тех регистров, у которых бит синхронизации равен F . Фактически, сдвигаются регистры, чей синхробит принадлежит большинству. Выходной бит системы представляет собой результат операции сложения по модулю два над выходными битами регистров. Генерируется столько выходных битов, сколько необходимо для шифрования.

Перед использованием алгоритма производится инициализация регистров. Это делается следующим образом.

Шаг 1. Все регистры обнуляются.

Шаг 2. Производится 64 такта, в которых очередной бит ключа складывается по модулю 2 с младшим битом каждого регистра, при этом регистры сдвигаются на каждом такте (срабатывает обратная связь).

Шаг 3. Производится 22 такта, в которых очередной бит номера кадра (фрейма) складывается по модулю 2 с младшим битом каждого регистра, при этом регистры сдвигаются на каждом такте (срабатывает обратная связь).

Шаг 4. Следует 100 тактов с управлением сдвигами регистров, но без генерации последовательности.

После этих операций генерируется ключевая последовательность.

Модифицированный алгоритм A5/1, который представляет собой улучшенную версию оригинального A5/1, обладает некоторыми изменениями в инициализации.

Шаг 1 остается без изменений. На шаге 2 и 3 биты ключа и фрейма складываются по модулю два с тремя младшими битами каждого регистра, а также на шаге 4 производится больше тактов. Внесенные изменения должны дать более равномерное распределение бит выходной последовательности, а также улучшить безопасность и надёжность генерируемой шифрограммы.

Для проверки выдвинутой гипотезы были реализованы наиболее популярные тесты NIST [2]. Эти тесты представляют собой набор статистических методов, каждый из которых оценивает определенные аспекты случайности. Результаты тестирования оцениваются на основе p -значения. Если полученное значение больше 0.01 (обычно используемого уровня значимости), тест считается пройденным, что говорит о том, что последовательность проявляет статистические характеристики случайности.

Тестирование последовательности было проведено на следующих тестах NIST: частотный побитовый тест (равномерность распределения нулей и единиц), частотный блочный тест (равномерность распределения нулей и единиц в блоках), тест на последовательность одинаковых битов (количество серий одинаковых битов), тест на самую длинную последовательность единиц в блоке (длина самой длинной серии единиц в блоке), тест рангов бинарных матриц (линейная независимость), спектральный тест (обнаружение периодических особенностей), тест на линейную сложность (на сколько последовательность является сложной, чтобы считаться случайной) и универсальный статический тест Маурера (сжимаемость последовательности).

Для оценки внесенных в A5/1 изменений, сравнивались статистические свойства последовательности, сгенерированной оригинальным A5/1 и последовательности, сгенерированной модифицированным A5/1.

Результаты тестирования представлены на рисунках 1-3.

Key (0...18446744073709551615) 55555551		Frequency Test 0.234305	Longest Run Of Ones 0.369008	Frequency Test 0.514139	Longest Run Of Ones 0.646822
Key Length 3000000	Frame 4120050	Block Frequency 0.210158	Rank Test 0.207706	Block Frequency 0.464049	Rank Test 0.494933
Block Size for Block Frequency Test 500000	Block Size for Linear Complexity Test 150	Runs Test 0.782309	DFT Test 0.131052	Runs Test 0.838765	DFT Test 0.353837
Matrix Rows 256	Matrix Columns 256	Linear Complexity 0.241859	Universal Test 0.662336	Linear Complexity 0.325088	Universal Test 0.573790

Рисунок 1. Результат выполнения теста №1

Key (0...18446744073709551615) 98765432101		Frequency Test 0,424778	Longest Run Of Ones 0,075955	Frequency Test 0,700583	Longest Run Of Ones 0,295605
Key Length 10000000	Frame 2192287	Block Frequency 0,130213	Rank Test 0,133771	Block Frequency 0,638876	Rank Test 0,775936
Block Size for Block Frequency Test 100000	Block Size for Linear Complexity Test 50	Runs Test 0,122527	DFT Test 0,506347	Runs Test 0,329415	DFT Test 0,184783
Matrix Rows 512	Matrix Columns 512	Linear Complexity 0,476602	Universal Test 0,273899	Linear Complexity 0,951400	Universal Test 0,265435

Рисунок 2. Результат выполнения теста №2

Key (0...18446744073709551615) 7788123456		Frequency Test 0,047608	Longest Run Of Ones 0,263050	Frequency Test 0,285137	Longest Run Of Ones 0,823795
Key Length 10000000	Frame 3674832	Block Frequency 0,780389	Rank Test 0,028450	Block Frequency 0,834626	Rank Test 0,214042
Block Size for Block Frequency Test 300000	Block Size for Linear Complexity Test 30	Runs Test 0,424764	DFT Test 0,466382	Runs Test 0,667868	DFT Test 0,619735
Matrix Rows 128	Matrix Columns 128	Linear Complexity 0,141797	Universal Test 0,086631	Linear Complexity 0,255000	Universal Test 0,878627

Рисунок 3. Результат выполнения теста №3

Тесты показывают, что модификации, внесенные в алгоритм, приводят к более равномерному распределению значений, снижению автокорреляции и улучшению других ключевых статистических характеристик.

Таким образом, улучшенный алгоритм A5/1 представляет собой более надежный и безопасный инструмент для генерации псевдослучайных последовательностей. Его использование может быть рекомендовано для широкого спектра криптографических приложений, требующих высокой степени статистической непредсказуемости и безопасности.

Список литературы:

1. Quirke J. Security in the GSM system. – 2004. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https:// www.gsm-security.net/gsm-security-papers.shtml](https://www.gsm-security.net/gsm-security-papers.shtml). Дата доступа: 10.05.2024.
2. Rukhin A.A Statistical Test Suite for Random and Pseudorandom Number Generators for Cryptographic Applications / A. Rukhin, J. Soto, J. Nechvatal, M. Smid, E. Barker, S. Leigh, M. Levenson, M. Vangel, D. Banks, A. Heckert, J. Dray, S. Vo. - National Institute of Standards and Technology, 2010. 23 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА ЭПОХ
ПРИ ОБУЧЕНИИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ АРХИТЕКТУРЫ
“ТРАНСФОРМЕР” НА ПРИМЕРЕ ПЕРЕВОДА
АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА РУССКИЙ**

Госкаев Михаил Дмитриевич

*аспирант,
Новосибирский Государственный
Технический Университет,
РФ, г. Новосибирск*

Гриф Михаил Геннадьевич

*д-р техн. наук, проф.,
Новосибирский Государственный
Технический Университет,
РФ, г. Новосибирск*

**RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE NUMBER
OF EPOCHES WHEN TRAINING THE NEURAL NETWORK
OF THE “TRANSFORMER” ARCHITECTURE USING THE
EXAMPLE OF TRANSLATING ENGLISH INTO RUSSIAN**

Mikhail Goskaev

*Post-graduate student, Novosibirsk State
Technical University,
Russia, Novosibirsk*

Mikhail Griff

*Doctor of engineering sciences, full Professor,
Novosibirsk State Technical University,
Russia, Novosibirsk*

АННОТАЦИЯ

Данная статья представляет анализ влияния количества эпох на процесс обучения нейронной сети архитектуры Трансформер на примере задачи машинного перевода с английского на русский язык. Целью данной статьи является оценка пригодности данной архитектуры для задачи перевода текста. Для этого осуществляется тестирование влияния

количества эпох при обучении на русско-английских парах предложений, а также анализ полученных результатов. Результаты данной статьи помогут определить оптимальное количество эпох для обучения нейронной сети в контексте предложенной задачи перевода, а также определить другие обстоятельства, которые влияют на качество перевода.

ABSTRACT

This article presents an analysis of the influence of the number of epochs on the training process of a Transformer neural network architecture using the example of a machine translation task from English to Russian. The goal of this article is to evaluate the suitability of this architecture for the translation task. To achieve this, testing is carried out on the influence of the number of epochs during training on Russian-English pairs of sentences, as well as an analysis of the obtained results. The results of this article will help determine the optimal number of epochs for training the neural network in the context of the proposed translation task, as well as identify other factors influencing the quality of translation.

Ключевые слова: нейронные сети, Трансформер, машинный перевод текста.

Keywords: neural networks, Transformer, machine translation.

Введение

Современные методы машинного обучения, особенно в области обработки естественного языка, предъявляют высокие требования к эффективности и качеству. В контексте этой динамично развивающейся области исследования архитектура "Трансформер" стала одним из ключевых инструментов, революционизируя область машинного перевода и другие смежные задачи.

Целью данной статьи является оценка пригодности данной архитектуры для задачи перевода текста. Для этого будет обучена нейронная сеть на корпусе из 1.5 тысяч пар англо-русских предложений и проведен анализ полученного перевода слов с английского на русский язык.

Основная проблема, рассматриваемая в данном исследовании, заключается в определении оптимального числа эпох при обучении нейронной сети архитектуры "Трансформер" для задачи перевода английского языка на русский.

Механизм внимания в трансформерах является ключевой концепцией, которая позволяет модели сосредотачиваться на различных частях входных данных в зависимости от их важности для выполнения конкретной задачи. Он позволяет модели "фокусироваться" на определенных аспектах данных и эффективно обрабатывать длинные последователь-

ности. В данной статье в качестве токенов, которые использует нейронная сеть, используются буквы русского и английского алфавита, а также цифры, знаки препинания и специальные символы. Механизм внимания позволяет модели "фокусироваться" на определенных аспектах букв в слове и учитывать их при принятии решений в процессе формирования правильного порядка букв.

Архитектура “Трансформер”

Трансформер состоит из уровня внимания, кодера-декодера и нейронной сети прямого распространения, как показано на рисунке 1.

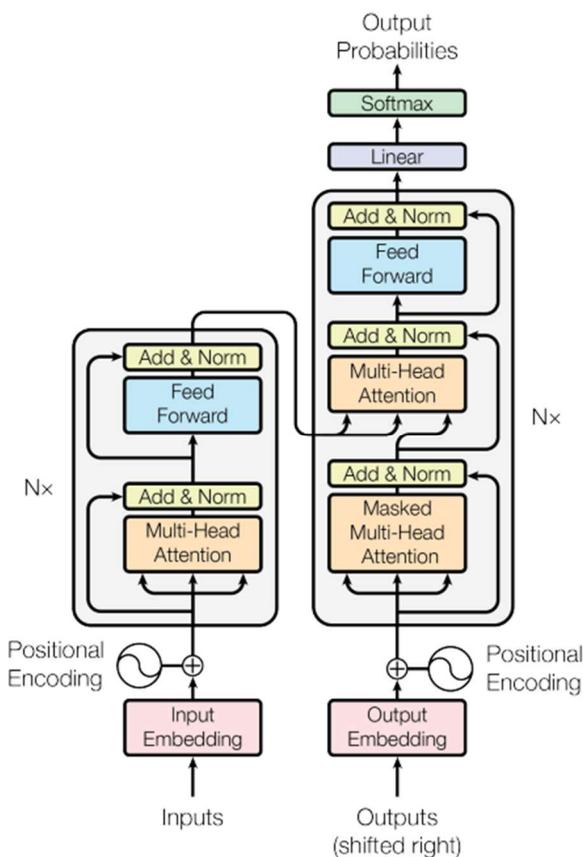


Рисунок 1. Архитектура нейронной сети “Трансформер”

Трансформер состоит из трех основных компонентов: кодера, декодера и окончательного линейного слоя. В данной модели трансформера используется 8 слоев многоголового внимания или голов, размерность модели составляет 512, а размерность прямого распространения равна 2048.

Механизм внимания в трансформерах является ключевой концепцией, которая позволяет модели сосредотачиваться на различных частях входных данных в зависимости от их важности. Он позволяет модели "фокусироваться" на определенных аспектах слов и учитывать их при принятии решений в процессе перевода того или иного слова.

Алгоритм работы механизма внимания в архитектуре "Трансформер":

1. Для каждого слова в предложении вычисляются веса внимания, которые показывают, насколько важен этот элемент для вычисления выхода модели. Эти веса определяются с помощью скрытых представлений элементов и соответствующих запросов, ключей и значений.

2. После вычисления весов внимания модель агрегирует информацию, используя взвешенные суммы значений. Это позволяет модели собирать информацию из всех элементов в последовательности, причем важность каждого элемента определяется его весом внимания.

3. Полученная агрегированная информация используется моделью для генерации соответствующего перевода, используя информацию о важности того или иного слова.

Обучение нейронной сети

В качестве обучающего набора данных использовались 1.5 миллиона предложений на английском языке и их перевод на русский из ParaCrawl Corpus release v9. Модель обучалась в течение 18 эпох, контрольные замеры снимались на 5, 7, 10, 12, 14, 16 и 18 эпохе.

Результаты и анализ

Ниже представлен график зависимости количества эпох от процента правильно переведенных слов.

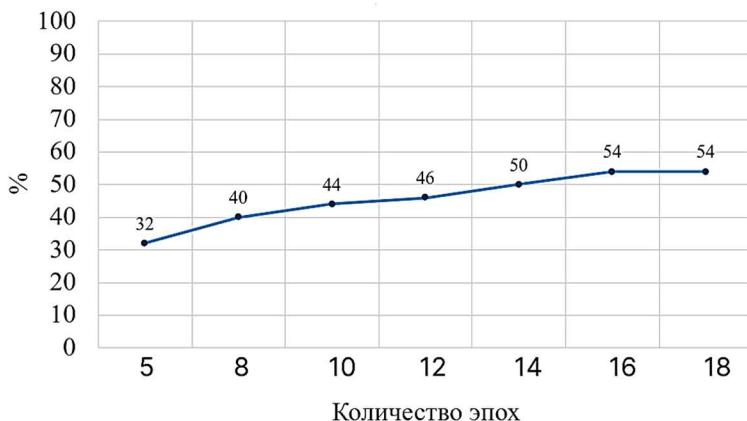


Рисунок 2. График зависимости количества эпох от процента правильно переведенных слов

Из графика видно, что процент перевода не превысил 54%. Проанализировав полученные результаты, было проведено исследование столь низкого уровня точности перевода. Проанализировав гистограмму частоты слов в обучающем файле (рисунок 3) и количество ошибочно переведенных слов, сделан вывод, что зависимость правильного перевода от частоты встречаемости слова в обучающем наборе данных прямо пропорциональна. Если слово встречается редко, нейронная сеть не успевает научиться правильно переводить его. Так, слово “Work”, которое встречается в обучающем наборе более 19 тысяч раз, нейронная сеть уже на 7 эпохе переводит верно, а слово “Sportswear”, которое встречается всего 26 раз, нейросеть даже на 18 эпохе переводит как “Спортивный”, а не “Спортивная одежда”. Однако она и распознает, что слово связано со спортом благодаря тому, что корень “Sport” встречается более 16 тысяч раз.

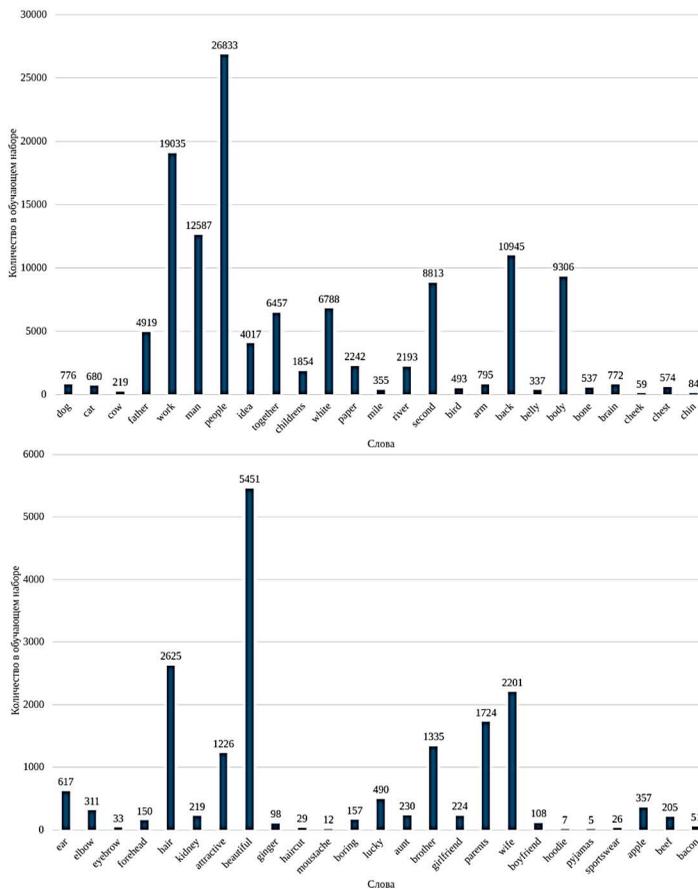


Рисунок 3. Гистограмма частоты слов в обучающем файле

В качестве порога встречаемости слова была установлена граница в 700 раз. После повторного перевода более часто встречающихся слов был построен график зависимости количества эпох от процента правильно переведенных слов встречающихся более 700 раз (Рисунок 4).

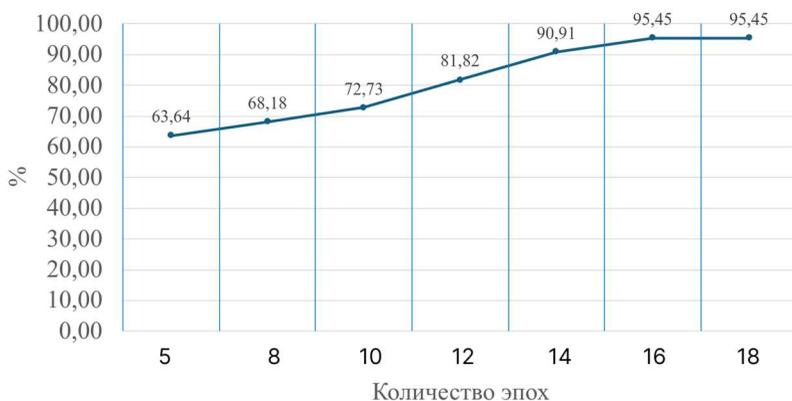


Рисунок 4. График зависимости количества эпох от процента правильно переведенных слов встречающихся более 700 раз

Из графика видно, что в данных словах точность перевода нейронной сети после 18 эпох обучения достигает 95,45%.

Вывод

Данное исследование подтверждает, что представленная модель демонстрирует способность к переводу текста, однако эффективность этого процесса сильно зависит от нескольких факторов. В частности, количество эпох обучения играет ключевую роль в достижении высокого качества перевода. Увеличение числа эпох может значительно улучшить результаты, позволяя модели лучше адаптироваться к особенностям входных данных.

Однако не менее важным фактором оказывается частота встречаемости слов в обучающем наборе данных. Низкая частота встречаемости определенных слов может привести к недостаточной обученности модели в отношении этих слов, что, в свою очередь, может отразиться на качестве перевода.

Для улучшения результатов перевода, следовательно, требуется не только увеличение числа эпох, но и расширение и разнообразие обучающего набора данных. Это позволит модели лучше усваивать различные языковые конструкции, улучшая её способность к адаптации и переводу текста с высокой точностью и надежностью.

Список литературы:

1. Rothman D., Transformers for Natural Language Processing: Build innovative deep neural network architectures for NLP with Python, PyTorch, TensorFlow, BERT, RoBERTa and more / Packt 2nd edition. – 2021. – 21 p.
2. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., Uszkoreit J, Jones L., Gomez A., Kaizer L., Polosukhin I. Attention is all you need [Electronic resource] // 31st Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2017), Long Beach, CA, USA. – URL: <https://nips.cc/Conferences/2017/> (accessed: 20.04.2024).
3. Vincent Joyan Sutandijoa, Nunung Nurul Qomariyah. Artificial intelligence based automatic live stream chat machine translator. 8th International Conference on Computer Science and Computational Intelligence (ICCSKI 2023) – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923017131> (accessed: 23.04.2023).

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: МОТИВАЦИЯ – КАК СПОСОБ РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ СОЗНАНИЯ

Капульцевич Александр Евгеньевич

*канд. техн. наук, доц. кафедры высшей математики,
Санкт-Петербургский Государственный
химико-фармацевтический университет,
РФ, г. Санкт-Петербург*

АННОТАЦИЯ

Рассматривается проблема, связанная с таким явлением природы, как *сознание* человека. Исходя из предположения об упорядоченности информации в нейронной сети, получило дальнейшее развитие понятие *информационных полей* и их объединений на основе теории мотивации, предложенной психологом Маслоу. В соответствии с основным ее принципом “иерархией потребностей”, рассматривается, как пример, процесс приобретения автомобиля – предложена информационная схема достижения цели, после чего синтезирована биопрограмма ее реализации.

Работа направлена на дальнейшее совершенствование систем искусственного интеллекта.

Ключевые слова: информация, искусственный интеллект, визуальная память, биопрограмма, мотив, цель, потребности.

Введение

Ранее было высказано предположение о том, что большая часть информации, сосредоточенной в сознании человека, организована в форме *информационных полей* (ИП) [1] и эта идея представляется вполне логичной, поскольку позволяет ответить на большинство вопросов, связанных с запоминанием, хранением и обработкой огромного объема накопленных человеком данных. Действительно, сама природа подсказала, что такой подход является наиболее вероятным, разместив, например, визуальную информацию в полях 17, 18 и 19 коры головного мозга (КГМ) [2], а слуховую – в полях 41 и 42 (по Бродману). Аналогичная ситуация имеет место и с другими видами памяти. С другой стороны, остается неясным ответ на важный вопрос – как и при каких обстоятельствах, требуемая в данный момент времени информация извлекается из информационного поля, сколько полей может быть задействовано одновременно и, наконец, чем определяется выбор каждого из них. Иначе говоря, что является тем спусковым механизмом сознания, который активирует вполне конкретные информационные поля для решения той или иной задачи.

Наиболее вероятный ответ на этот вопрос, как представляется, может быть связан с таким понятием как *мотивация* [3]. В психологии она определяется, “как внутренний процесс, благодаря которому человек идёт к целям и удовлетворяет возникающие потребности. Она делает возможным преодоление трудностей и вызывает готовность прилагать усилия ради получения желаемого, выступая одним из механизмов саморегуляции личности через комплекс внутренних факторов (мотивов). Говоря простыми словами, мотивация, – это то, что побуждает к действию”. Если предположить, что информационные поля состоят в основном из биологических программ (БП), то совокупность мотивов – это как раз то средство, которое способно к инициализации этих программ.

Мотивы в психологии

Несколько слов о мотивации в той части, которая представляет интерес для нашего исследования. В самых общих чертах – “различные теории мотивации изучают и анализируют потребности человека, их содержание и то, как они связаны с его мотивацией. В них предпринимается попытка понять, что побуждает человека к той или иной деятельности, какие потребности мотивируют его поведение.” Их изучение привело к появлению нескольких главных направлений, из которых применяемой в наибольшей степени оказалась *иерархия потребностей, пирамида*

А. Маслоу [4]. По этой теории все потребности человека ранжируются по степени важности на пять групп – Рис. 1.



Рисунок 1. Схематичное изображение пирамиды Маслоу
www.zvonobot.ru

“Потребности Маслоу распределил по мере возрастания, объяснив такое построение тем, что человек не может испытывать потребности высокого уровня, пока нуждается в более примитивных вещах. Согласно этой теории, удовлетворение потребностей возможно последовательно, снизу вверх при условии, что достигнутые степени удовлетворения нижних базисных потребностей будут и впредь удовлетворяться. Очевидно, оно различно для разных социальных групп. Рассмотрим их более подробно.

- *Физиологические потребности*: воздух, еда, питье, кров, одежда, тепло, сон – все то, что необходимо для выживания человека. В эту же группу Маслоу относил и секс. Психолог считал эти потребности самыми важными – в ситуации крайней нужды человек, прежде всего, будет думать о том, как выжить, то есть о физиологических потребностях. Пока они не будут удовлетворены, вряд ли у него возникнут другие желания.

- *Безопасность и защищенность* – как только физиологические потребности человека удовлетворены, на первый план выходят желание безопасности и уверенности в будущем. Люди хотят контролировать свою

жизнь, видеть вокруг себя порядок и предсказуемость. В социуме это означает отсутствие прямых угроз жизни и здоровью, защиту от природных катаклизмов, социальную стабильность, финансовую безопасность и прочее. Полиция, спасательные службы, медицинские и в целом муниципальные учреждения закрывают в обществе именно эти потребности людей.

- *Социальные потребности.* Изначально Маслоу назвал их «потребностью в любви». Он полагал, что после удовлетворения физиологических потребностей и получения безопасности, человек ожидает любви и привязанности со стороны других людей. К этому блоку пирамиды относятся социальные отношения: семейные и родственные связи, дружба, чувство доверия к другим и принятие человека окружающими.

- *Уважение и признание.* Маслоу разделил эти потребности на два вида: самоуважение (чувство собственного достоинства, личные достижения, независимость от других) и стремление к уважению со стороны других. Человек хочет чувствовать себя значимым как в своих глазах, так и в глазах других людей. Самоуважение напрямую связано с чувством уверенности в себе и собственных силах, с принятием себя и собственной ценностью. Уважение со стороны других связано с желанием быть одобренным другими, успешным и оцененным по достоинству

- *Самоактуализация* – это возможность человека заниматься тем, для чего он создан. Музыкант чувствует потребность заниматься музыкой, художник – рисовать, поэт – писать. Если человек хочет быть счастливым, он должен делать то, для чего он появился на свет. Это желание развить свой потенциал – высшая потребность в иерархии Маслоу. При этом психолог отмечает, что конкретное поведение, в которое разовьется эта потребность, варьируется от человека к человеку. У одного это выразится в желании стать идеальным родителем, у другого будет связано со спортивными достижениями, третьему будет в радость творить или изобретать”.

Важно заметить, что каждая из потребностей не обязательно должна быть удовлетворена полностью – предполагается, что достаточно частичного насыщения для перехода на следующую ступень.

Мы уже кое-что знаем об информационных полях сознания, их структуре, формировании [5], наличии между ними определенных связей, однако остаются неясными ответы на важные вопросы – зачем и как информация извлекается из ИП, ведь ее неизмеримо много, в то же время в каждый момент времени используется всегда что-то конкретное.

Информационное поле “Мотивация”

Большое количество информационных полей должно быть каким-то образом связано, как между собой, так и с внешним миром в процессе выполнения своих функций – решения краткосрочных или долгосрочных задач. Так ИП “Математика”, это всевозможные вычисления – от простых *арифметических действий*, например, подсчет стоимости покупок, выполнение школьных уроков, до сложного *математического анализа*, такого, как решение задач оптимизации, без которых не может функционировать современная промышленность, транспорт, торговля и т.д. Даже из этого простого примера становится понятно, что существует непосредственная связь между, казалось бы, совершенно разными ИП, участвующими в реализации той или иной конкретной проблемы. Отсюда возникает ряд вопросов – на основании каких факторов (внешних или внутренних) происходит обращение к тому или иному информационному полю или сразу нескольким, а также, какова структура этого обращения.

Ранее мы выяснили, что именно потребности человека мотивируют его поведение. Другими словами, в каждый момент времени (кроме, быть может, сна) в его сознании присутствует вполне конкретная ЦЕЛЬ, которая определяет МОТИВ всех его действий; т.е. достижение цели предполагает какое-то количество информационных операций, а они, в свою очередь, могут носить совершенно разный характер. Но, что это означает с точки зрения обработки информации в нейронной сети человека? Если предположить, что каждое действие, связанное с достижением цели, выполняется в том или ином информационном поле, то придем к простой и вполне естественной схеме – Рис. 2.

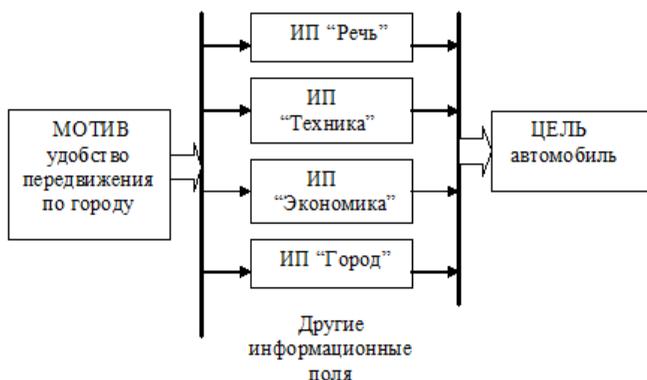


Рисунок 2. Информационная схема достижения цели

Из рисунка видно, каким образом различные информационные поля могут быть встроены в систему принятия решений: здесь отправная точка – МОТИВ, в качестве которого может выступать, например, *удобство передвижения по городу* и окрестностям; конечная точка – ЦЕЛЬ *автомобиль*, который, можно приобрести, а затем использовать только с помощью достаточно сложных действий. Рассмотрим некоторые из них:

- совершенно очевидно, что ИП “Речь”, как средство общения между продавцом и покупателем, участвует на всех этапах приобретения транспортного средства, поэтому в данном случае дополнительных пояснений не требуется,
- информационное поле “Техника” содержит разнообразную информацию о любой технике, которую знает или использует данный человек, в том числе и об автомобилях – их характеристиках, эксплуатационных качествах, производителях и многое другое,
- все, что имеет какое-то отношение к ценам, покупкам и продажам, по нашему мнению сосредоточено, условно говоря, в ИП “Экономика”,
- человек, приобретающий такой дорогостоящий объект, как автомобиль, обязательно подумает о его содержании – в гараже, на стоянке, на улице во дворе или где-то еще, но в любом случае эта информация черпается из ИП “Город”.

Процесс приобретения автомобиля, как видим, потребовал обращения к нескольким информационным полям, число которых, скорее всего, будет значительно шире; но дело не в их количестве, а в том, что при решении любой конкретной задачи из огромного числа полей выбирается некоторое конечное множество, в результате создается динамическая система МОТИВ – ИП – ЦЕЛЬ. Эта система после реализации задачи вполне может прекратить свое существование, уступая место другой конфигурации. Таким образом, идея Маслоу о решающей роли потребностей, которые “ранжируются по степени важности на пять групп” – Рис. 1, естественным образом приводит нас к мысли о существовании особого информационного поля “Мотивация”, назначение которого состоит во временном объединении ИП для решения человеком той или иной проблемы, связанной с достижением поставленной цели. В полном соответствии со структурой пирамиды Маслоу, это ИП постоянно обновляется и расширяется, как и другие поля.

Действия в информационном поле “Мотивация”

Ранее мы рассмотрели виды деятельности человека, где в явном виде присутствует такое явление, как *действие* – это движение по опреде-

ленному маршруту, решение математических и физических задач, а также реализация всевозможных бытовых проблем. Это означает, что любой из перечисленных процессов можно представить в виде последовательности инструкций, которые затем реализуются в его нейронной сети как био-программы [6]. С другой стороны, существует немало профессий, в которых упомянутое выше действие, практически отсутствует, например, география, политика, ботаника и т.д. Для них основное информационное пространство формируется из текстов, рисунков, таблиц и диаграмм, что не мешает людям, избравшим данные профессии, успешно обучаться соответствующим дисциплинам и в дальнейшем эффективно использовать полученные знания на практике. Поскольку было показано [7], что основу соответствующих ИП также составляют биологические программы, то возникает естественный вопрос о том, как эти программы синтезируются в сознании людей и каково их содержание применительно к информационному полю “Мотивация”.

Будем предполагать, что в качестве основы для формирования этого ИП лежит пирамида Маслоу, а это влечет за собой мотивы разных уровней, которые, возможно, потребуют в какой-то степени различающихся систем биокоманд и источников информации. В качестве иллюстрации рассмотрим синтез биологической программы, соответствующей Рис. 2 и как первый шаг – ее алгоритм, т.е. словесное описание последовательности действий.

- МОТИВ – трудности передвижения по городу, например, на работу и на дачный участок приводят к мысли о *приобретении автомобиля* – ЦЕЛЬ,
- начинается исследование *рынка легковых автомобилей* – производители, цены, будущее обслуживание, доступность топлива и т.д.,
- после выбора марки автомобиля решается проблема поиска *средств* на его покупку – личные накопления или кредит в банке,
- мало купить машину, ее еще где-то нужно *содержать*, причем желательно недалеко от места проживания и в безопасности.

Из этого, очевидно, неполного списка становится понятно, что для реализации всего проекта требуется обращение к БП, принадлежащим к разным информационным полям. В то же время почти вся требуемая информация хранится в визуальной памяти (ВП) – это изображения автомобилей и текстовая информация о них, сведения о счетах в банках, план микрорайона проживания. Однако, некоторая ее часть попадает также и в слуховую память (СП) в виде названий различных объектов. Таким образом, при составлении биопрограммы будем исходить из факта принадлежности операндов в основном к визуальной памяти, а в процессе синтеза используем систему биокоманд МОТ – Таблица 1.

Таблица 1.

Система биокоманд МОТ

<i>Команда</i>	<i>Операция</i>
ini	Инициализация программы
opn	Открыть (open)
pus	Закрывать (push)
dec	Увеличить
inc	Уменьшить
add	Прибавить, сложить
sub	Уменьшить, вычесть
mul	Размножить, умножить
div	Отделить, разделить
esc	Возврат в начало
ins	Ввод информации
out	Вывод информации
mov	Копирование информации
str	Сохранение информации
cnd	Ввод условия (condition)
stp	Окончание условия (stop)

ПРОГРАММА – приобретение легкового автомобиля

Адреса инициализации биопрограмм

- “Маршрут движения к месту работы” – Vg3511
- “Схема поездки на дачу” – Vg3512
- “Производители автомобилей” – Vg3513
- “Автосалоны” – Vg3514
- “Прайс-лист цен” – Vg3515
- “Банки” – Vg3516
- “План микрорайона” – Vg3517

Текст программы

ini auto ;инициализация программы

cnd РАБОТА ;начало подпрограммы

opn Vg3511 ;чтение “Маршрут движения к месту работы”

pus ;закрывать материал

stp ;конец подпрограммы

cnd ДАЧА ;начало подпрограммы

opn Vg3512 ;чтение “Схема поездки на дачу”

pus ;закрывать материал

stp ;конец подпрограммы

cnd АВТОМОБИЛИ ;начало подпрограммы

opn Vg3513 ;чтение “Производители автомобилей”

pus ;закреть материал
stp ;конец подпрограммы
cnd ЦЕНЫ ;начало подпрограммы
opn Vg3515 ;чтение “Прайс-лист цен”
pus ;закреть материал
stp ;конец подпрограммы
cnd КРЕДИТ ;начало подпрограммы
opn Vg3516 ;чтение “Банки”
pus ;закреть материал
stp ;конец подпрограммы
cnd ПОКУПКА ;начало подпрограммы
opn Vg3514 ;чтение “Автосалоны”
pus ;закреть материал
stp ;конец подпрограммы
cnd РАЗМЕЩЕНИЕ ;начало подпрограммы
opn Vg3517 ;чтение “План микрорайона”
pus ;закреть материал
stp ;конец подпрограммы
stp ;конец программы

Несколько комментариев к программе. Используемые подпрограммы (на самом деле это все БП): РАБОТА, ... АВТОМОБИЛИ, ... КРЕДИТ, ... постепенно формируются в соответствующих информационных полях, начиная с “Маршрут движения к месту работы” – в ИП “Город”, “Производители автомобилей” в ИП “Техника”, “Банки” – в ИП “Экономика”. В конечном итоге в сознании покупателя формируется целостная картина, связанная с приобретением транспортного средства, которая отражает все стороны и нюансы процесса.

Выводы

При решении сложных жизненных и производственных задач в нейронной сети человека активируется большое количество биологических программ, которые принадлежат, как правило, к разным информационным полям. При этом переходя от проблемы к проблеме, типы и количество задействованных полей меняются, в связи с чем появляется естественный вопрос – каким образом различные информационные поля могут быть встроены в систему принятия решений? Один из ответов на него основан на применении *теории мотивации*, предложенной психологом Маслоу. Показано, что именно потребности человека мотивируют его поведение, т.е. в каждый момент времени в его сознании присутствует вполне конкретная ЦЕЛЬ, которая определяет МОТИВ всех его действий.

Такая постановка приводит нас к мысли о том, что достижение цели есть процесс многомерный, в том смысле, что БП разных информационных полей могут образовывать временные конфигурации в форме последовательных или параллельных схем, которые после решения задачи по большей части распадаются. Таким образом, делается вывод о том, что целенаправленная деятельность человека происходит при участии специфического информационного поля “Мотивация”, которое, как и другие поля, содержит систему биоконанд и, соответственно, биопрограммы, управляющие процессами разного характера при решении сложных проблем. Как это происходит – показано на примере приобретения транспортного средства.

Список литературы:

1. Капутьцевич А.Е. Искусственный интеллект: об информационных полях сознания.//ИНТЕРНАУКА. Сборник: ‘Технические науки: проблемы и решения’. Москва, февраль 2023, № 2 (64), с. 6-16
2. Таблица – цитоархитектонические поля Бродмана. URL: <http://www.biologo.ru> (дата обращения 07.10.2020).
3. Мотивация деятельности человека. Урок 4. URL: <http://www.4brain.ru> (дата обращения 03.05.2024).
4. Пирамида потребностей А. Маслоу. URL: <http://www.studfile.net> (дата обращения 03.05.2024).
5. Капутьцевич А.Е. Искусственный интеллект: к вопросу о формировании информационных полей сознания.//ИНТЕРНАУКА. Сборник: ‘Технические науки: проблемы и решения’. Москва, февраль 2024, № 2 (75), с. 21-27.
6. Капутьцевич А.Е. Искусственный интеллект: к вопросу о биологическом программировании.//ИНТЕРНАУКА. Сборник: ‘Технические науки: проблемы и решения’. Москва, апрель 2022, № 4 (54), с. 55-65.
7. Капутьцевич А.Е. Искусственный интеллект: задачи биологического программирования – изучение географии.//ИНТЕРНАУКА. Сборник: ‘Технические науки: проблемы и решения’. Москва, сентябрь 2022, № 9 (59), с. 40-47.

РАЗВЕДКА ПО ОТКРЫТЫМ ИСТОЧНИКАМ ИЛИ ЧТО ТАКОЕ СИСТЕМА OSINT

Качувов Азамат Мурадович

*студент,
филиал Российский технологический
университет МИРЭА,
РФ, г. Ставрополь*

Ребер Валерий Евгеньевич

*студент,
филиал Российский технологический
университет МИРЭА,
РФ, г. Ставрополь*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрена разведка по открытым источникам, осуществляемая при помощи системы OSINT. Раскрыты сущность, история развития, методы и принципы работы данной системы.

Ключевые слова: разведка по открытым источникам, система OSINT, информация, безопасность.

Разведка по открытым источникам (ОРИ) - это сбор и анализ информации из публичных и доступных источников, таких как интернет, социальные сети, печатные издания, открытые базы данных и другие. Основной целью разведки по открытым источникам является получение актуальной и достоверной информации о различных объектах или событиях для принятия обоснованных решений.

Система OSINT (Open Source Intelligence) - это методология и технологии сбора, анализа и интерпретации информации из открытых источников. Она используется для проведения разведывательных операций, исследований или мониторинга различных сфер, таких как политика, безопасность, бизнес и другие. OSINT включает в себя сбор информации из интернета, социальных сетей, печатных изданий, телевизионных и радиостанций, а также других открытых и доступных источников.

Благодаря развитию технологий и появлению специализированных инструментов, собирать и анализировать информацию из открытых источников стало проще и эффективнее. В результате разведки по открытым источникам можно получить ценные инсайты и принимать обоснованные решения в различных областях деятельности.

Система открытого источника информации (OSINT) имеет долгую историю развития, начиная с использования открытых источников информации для разведывательных целей и исследований. Краткая история развития системы OSINT выглядит так:

1. Ранний период. Использование открытых источников информации для разведывательных целей имеет давнюю историю. Военные и разведывательные службы различных стран использовали доступные публичные источники, такие как пресса, публикации, отчеты и документы, для сбора информации.

2. Вторая мировая война. В период Второй мировой войны открытые источники информации стали ключевым элементом разведывательной деятельности. Организации, такие как OSS (Office of Strategic Services) в США и MI6 в Великобритании, активно использовали доступную публичную информацию для анализа вражеских действий.

3. Холодная война. В период Холодной войны разведывательные службы продолжали активно использовать открытые источники информации для сбора данных о противнике и его стратегиях.

4. Сегодня. С развитием интернета, социальных сетей, цифровых технологий и компьютерных программ система OSINT стала более доступной и эффективной. Использование специализированных инструментов и методов анализа информации позволяет сегодня эффективно собирать и анализировать данные с открытых источников.

В нынешнее время система OSINT играет ключевую роль в обеспечении безопасности государств, борьбе с терроризмом и преступностью, а также в коммерческой разведке и конкуренции. Множество компаний и организаций используют методы OSINT для анализа рынка, выявления тенденций и предсказания поведения конкурентов.

С развитием интернета и цифровых технологий система OSINT стала еще более значимой, так как сейчас огромное количество информации доступно пользователям по всему миру. Специалисты по безопасности и разведке начали активно использовать различные онлайн-ресурсы, социальные сети, форумы, блоги и другие источники для получения важной информации [1].

К основным принципам OSINT можно отнести следующие:

1. Открытость и доступность информации. OSINT основана на использовании открытой информации, которая публично доступна и не требует использования специализированных средств для ее получения.

2. Независимость и объективность источников. При сборе и анализе информации в рамках OSINT необходимо использовать независимые и объективные источники, чтобы избежать влияния предвзятости или манипуляции.

3. Контекстуальный анализ. Важной частью работы по OSINT является анализ информации с учетом контекста, в котором она была получена. Это необходимо для её верного интерпретирования и отсутствия в данных различных неточностей.

4. Мультидисциплинарный подход. Для эффективного использования системы OSINT необходимо объединять различные дисциплины и методы анализа информации для получения максимально полной и достоверной картины.

5. Соблюдение этических принципов. При работе с открытой информацией необходимо соблюдать принципы конфиденциальности и неприкосновенности частной жизни, а также не использовать полученную информацию для целей, нарушающих закон или принципы морали.

Среди основных преимуществ системы можно выделить следующие:

1. Экономия денег. Регулярные инструменты и подходы к сбору данных могут оказаться слишком дорогостоящими для небольших или независимых предприятий. OSINT практически не требует финансовых вложений, поскольку информация по определению бесплатна.

2. Это законно. Сбор данных при помощи разведки совершенно законен, поскольку все материалы являются общедоступными и опубликованы с одобрения первоисточника.

3. Национальная безопасность и защищенность. OSINT оказался очень эффективным инструментом в решении вопросов национальной безопасности.

4. Широкий спектр деятельности. Системой OSINT пользуются многие лица и организации. Наиболее часто она встречается в деятельности правоохранительных органов, бизнесменов, предприятий, групп кибербезопасности.

Но имеется и пара недостатков:

1. Информационная перегрузка. Одной из наиболее серьезных проблем OSINT является риск информационной перегрузки. Отсутствие умения пользоваться нужными инструментами OSINT приведёт к длительному поиску данных, так как отделить полезную и нужную информацию от различного рода «мусора» займёт много времени.

2. Требуется человеческий анализ. Полученная информация может являться правдивой и подтверждённой, а может быть ложной и вводить в заблуждение. Система не может фильтровать данные и предоставлять только лишь актуальные сведения, а найти подходящую и неискажённую информацию пользователю придётся самостоятельно.

С развитием технологий и искусственного интеллекта система OSINT становится все более продвинутой и эффективной. Благодаря

тщательному анализу данных из различных источников можно получить ценные сведения, которые помогут принимать обоснованные решения и действовать эффективно в быстро меняющейся среде.

Основная цель системы OSINT - собирать информацию для получения разведывательных данных, анализа угроз, выявления паттернов и тенденций. Эта информация может быть использована в различных областях, включая кибербезопасность, правоохранительную деятельность, борьбу с преступностью, разведку и другие области [2].

Основные функции, имеющиеся в арсенале системы OSINT:

1. Сбор информации из открытых источников. Осуществляется сбор данных из различных открытых источников, таких как социальные сети, форумы, блоги, новостные сайты и т.д.

2. Анализ информации. Производится анализ собранных данных с целью выявления паттернов, связей и других интересующих аспектов.

3. Идентификация и атрибуция. OSINT помогает выявить и идентифицировать лиц или объектов на основе собранных данных.

4. Мониторинг и оповещение. Осуществляется мониторинг открытых источников на предмет новой информации, а также предоставляет оповещения о важных событиях.

5. Сохранение и архивирование данных. Система OSINT сохраняет и архивирует собранные данные для последующего использования и анализа.

6. Визуализация информации. Предоставляется возможность визуализации данных с целью более наглядного представления информации и выявления взаимосвязей.

7. Кросс-проверка и верификация. Проводится кросс-проверка информации из различных источников с целью подтверждения ее достоверности и надежности.

Использование системы OSINT (Open Source Intelligence) является эффективным способом для раскрытия киберпреступлений. Как уже упоминалось ранее, OSINT позволяет собирать и анализировать информацию из открытых источников, таких как социальные сети, форумы, блоги, новостные сайты и другие онлайн-платформы.

Вот несколько шагов, которые могут помочь в раскрытии киберпреступлений с использованием системы OSINT:

1. Идентификация целей. Начинать процесс раскрытия киберпреступления рекомендуется с определения цели расследования и сбора информации о предполагаемых киберпреступниках, их методах и инструментах (при возможности выявить какие-либо закономерности в почерке совершаемых преступлений).

2. Сбор информации. Необходимо использовать специализированные инструменты для сбора информации из различных открытых источников. Это могут быть инструменты для мониторинга социальных сетей, анализа веб-сайтов и поиска по базам данных.

3. Анализ данных. Следует проанализировать собранную информацию, выявить связи между различными данными и сделать выводы о возможных действиях киберпреступников.

4. Сотрудничество. Не менее важно взаимодействие с другими специалистами по кибербезопасности, правоохрнительными органами и организациями. Оно поможет обменяться информацией и улучшить результаты расследования.

5. Документирование. Важно документировать все этапы расследования, результаты анализа и найденные улики, чтобы обеспечить их дальнейшую передачу в компетентные органы. Собранные материалы могут быть использованы в качестве доказательств в последующих судебных процессах.

6. Принятие мер. Уже на основе собранной информации и анализа данных следует принять меры для предотвращения дальнейших киберпреступлений и привлечь к ответственности преступников.

Таким образом, система OSINT является довольно мощным инструментом для борьбы с киберпреступлениями и может значительно улучшить результаты расследований в данной сфере. Она точно поможет более эффективно выявлять и пресекать преступные деяния в онлайн-среде.

Но такая система может использоваться в иных сферах и для решения совсем других задач тоже. Например, в современное время довольно часто встречается использование системы OSINT в бизнесе и предпринимательстве.

В таких сферах OSINT используется для различных целей, включая:

1. Мониторинг конкурентов. С помощью OSINT компании могут отслеживать действия и стратегии своих конкурентов, изучать их продукты и услуги, и анализировать их рекламные кампании.

2. Получение отзывов и обратной связи. Бизнесу важно знать мнение своих клиентов о продукте или услуге. С помощью OSINT можно отслеживать обсуждения о компании в социальных сетях, форумах и отзывах на сайтах.

3. Прогнозирование трендов и рыночных изменений. Анализируя открытые данные, компании могут предсказывать изменения в отрасли, анализировать рыночные тренды и принимать соответствующие решения.

4. Мониторинг репутации и брендинга. С помощью OSINT компании могут следить за упоминаниями своего бренда в интернете и реагировать на негативные отзывы или новости.

5. Информационная безопасность. OSINT может использоваться для мониторинга утечек данных, угроз безопасности и других возможных угроз для компании.

В целом, использование OSINT в бизнесе помогает компаниям быть в курсе последних тенденций и изменений на рынке, принимать обоснованные решения и эффективно управлять своими ресурсами.

Эксперты по OSINT (Open Source Intelligence) обычно используют различные инструменты для сбора и анализа открытых источников информации. Вот несколько из них:

1. Maltego. Этот инструмент предназначен для сбора, анализа и визуализации открытых источников информации.

2. Shodan. Это поисковая система для интернет-устройств, которая позволяет искать устройства, подключенные к Интернету, по различным критериям.

3. Recon-ng. Это фреймворк для сбора информации с использованием открытых источников, который предоставляет множество модулей для выполнения различных задач.

4. SpiderFoot. Это инструмент для сбора данных из различных открытых источников, включая социальные сети, домены и IP-адреса.

5. FOCA. Этот инструмент предназначен для извлечения метаданных из документов и анализа информации об организациях и их системах.

Эти инструменты могут быть полезны для экспертов по OSINT при сборе информации из открытых источников для различных целей, включая кибербезопасность, разведку и расследования.

Хотя большинство людей используют OSINT для легальных целей, существует потенциальная возможность злоумышленников использовать этот метод для незаконных целей. Например, злоумышленники могут использовать OSINT для сбора информации о конкретных лицах или организациях с целью проведения кибератак или других видов атак.

Для борьбы с такими угрозами, важно обеспечить безопасность своих личных данных и обучать сотрудников по вопросам кибербезопасности. Техники защиты от таких угроз включают в себя использование надежных паролей, двухфакторной аутентификации, обучение сотрудников по управлению рисками и регулярное обновление программного обеспечения для защиты от уязвимостей.

А чтобы защититься от негативного использования методов OSINT и минимизации вероятности стать жертвой злоумышленника, обычным пользователям лучше пользоваться следующими рекомендациями:

1. Ограничить информацию в социальных сетях. Пользователям лучше проявлять крайнюю осторожность с публикуемой в социальных

сетях информацией, особенно касательно личного адреса, контактной информации и подробностей о личной жизни.

2. Управлять конфиденциальностью в онлайн-профилях. Проверять и управлять конфиденциальностью онлайн-профилей, чтобы предотвратить доступ к личной информации.

3. Вести активный мониторинг. Необходимо регулярно проверять свои онлайн-следы, чтобы убедиться, что личная информация не стала доступной для широкой публики.

4. Использовать безопасные пароли. Использование надежных и уникальных паролей для онлайн-аккаунтов поможет предотвратить несанкционированный доступ к личной информации.

Список литературы:

1. Wilson Bautista «Jr. Practical Cyber Intelligence: How action-based intelligence can be an effective response to incidents». Язык: английский. 2019. - 322 с.
2. Nadean H. Tanner «Cybersecurity Blue Team Toolkit». Язык: английский. 2019. - 266 с.
3. Статья «OSINT: Exposing the Digital Footprint» [Электронный ресурс]. URL: www.insecure.in/osint-exposing-the-digital-footprint
4. Статья «What is OSINT (Open Source Intelligence)?» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.zenarmor.com/docs/network-security-tutorials/what-is-osint>

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
ПРОЦЕССАМИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ОБЪЕКТОВ СВЯЗИ**

Корниенко Александр Александрович

*студент,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орел*

Кочетков Вячеслав Анатольевич

*канд. техн. наук, доц.,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орел*

Михайлов Михаил Романович

*канд. техн. наук,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орел*

Солдатилов Игорь Викторович

*Академия ФСО России,
РФ, г. Орел*

**AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR THE TECHNICAL
OPERATION OF COMMUNICATION FACILITIES**

Aleksandr Kornienko

*Student,
Academy FSO Russia,
Russia, Orel*

Vyacheslav Kochetkov

*Candidate of technical sciences, docent,
Academy FSO Russia,
Russia, Orel*

Mikhail Mikhaylov
Candidate of technical sciences,
Academy FSO Russia,
Russia, Orel

Igor Soldatkov
Academy FSO Russia,
Russia, Orel

АННОТАЦИЯ

В статье проанализированы типовые подходы к автоматизации систем управления процессами технической эксплуатации объектов связи. На их основе предложена архитектура современной автоматизированной системы управления аппаратной техникой обеспечения связи с модифицированным в соответствии с концепцией TMN информационным обеспечением.

ABSTRACT

The article analyzes typical approaches to automation of process control systems for the technical operation of communication facilities. Based on them, the architecture of a modern automated control system for communication hardware with modified information support is proposed in accordance with the *TMN* concept.

Ключевые слова: техническое обеспечение, автоматизированная система управления, аппаратная техника обеспечения; вариант архитектурного построения.

Keywords: technical support; automated control system; technical hardware; architectural design option.

Автоматизация на сегодняшний день коснулась всех сфер деятельности, поскольку позволяет сохранить или рационально использовать различные производственные ресурсы: время, средства, труд людей. В области инфокоммуникационных технологий указанные преимущества процесса автоматизации нашли воплощение в различных созданных автоматизированных системах. Одной из которых является автоматизированная система управления (АСУ) аппаратной техникой обеспечения связи (АТО). Предназначена АТО для решения задач автоматизации процессов сбора, обработки, передачи (по запросу должностных лиц), отображения и документирования информации о состоянии аппаратуры и каналов связи, выработки решений и исполнения управляющих воздействий, необходимых для реализации функций технического обеспечения

обслуживаемых и восстанавливаемых комплексов и аппаратных связи нового поколения.

К основным функциям АСУ АТО относятся:

- сбор, обработка, отображение и документирование информации о состоянии средств связи, направлений и каналов связи;
- предоставление должностным лицам пунктов управления по запросу необходимой информации о техническом состоянии аппаратных и комплексов связи;
- обеспечение единого времени в развернутой системе связи для проведения учений и тренировок, а также настройки и конфигурирования радиосредств, использующих данные навигационных систем ГЛОНАСС/GPS;
- обеспечение круглосуточного доступа к информационным ресурсам, необходимым для устойчивой работы программного обеспечения (ПО) и аппаратных средств из состава измерительных комплексов и оборудования;
- обработка данных от телекоммуникационных средств из состава мобильных комплексов и аппаратных связи и представление услуг в виде алгоритмов и программ диагностирования, а также рекомендаций по ремонту (восстановлению) элементов телекоммуникационных сетей (ТКС) [1].

На рисунке 1 показан вариант архитектурного построения АСУ одной из современных АТО.

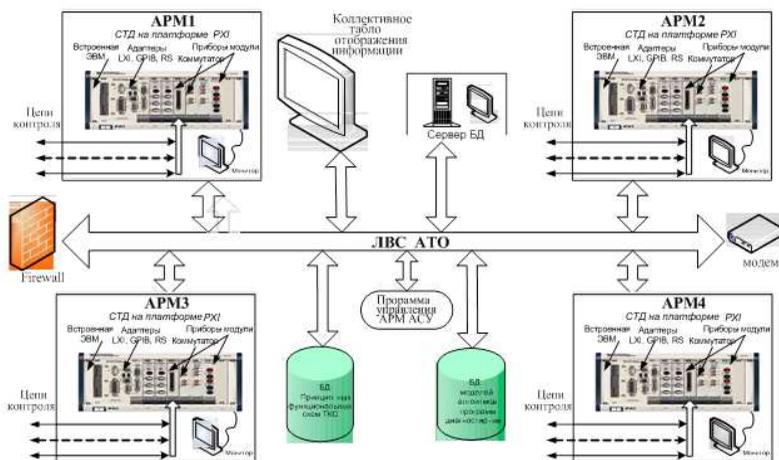


Рисунок 1. Архитектура АСУ современной АТО

Разработка АСУ АТО должна осуществляться не только с учетом перечисленных функций, но и учитывать возможность функционирования как элемента единой системы управления процессами технической эксплуатации (ТЭ) обслуживаемых и восстанавливаемых средств и комплексов связи. Эта возможность обеспечивается использованием технологий диагностирования и комплексом программно-аппаратных средств, устанавливаемых в АТО.

Совокупность и взаимосвязи аппаратно-программных средств в самой АТО, в системе АТО – комплекс (аппаратная) связи и в единой системе управления ТЭ следует рассматривать как взаимоувязанные управляющие сети телекоммуникационных систем с различным уровнем интеграции и функционального назначения [1,2].

Таким образом, автоматизированная система управления АТО должна позволять реализовывать три блока функций:

- функции внутренней сети управления программно-аппаратными комплексами рабочих мест АТО, когда реализуются задачи диагностирования, технического обслуживания (ТО) и ремонта средств ТКС;
- функции контроля и управления техническим состоянием телекоммуникационных средств из обслуживаемых комплексов связи;
- функции агента/менеджера в единой сети управления ТЭ элементов ТКС [1].

С учетом изложенного, разработка АСУ АТО должна осуществляться с позиций разработки управляющих телекоммуникационных сетей и учитывать требования международных стандартов в области управления сетями связи.

Функции сетей управления связью подразделяются на общие и прикладные. Общие функции связаны с обменом и обработкой информации между элементами сети связи и системы управления, обеспечивают поддержку прикладных функций. Прикладные функции в соответствии с классификацией ISO разделяются на пять категорий: управление конфигурацией, управление качеством работы, управление устранением неисправностей, управление расчетами, управление безопасностью. В соответствии с назначением АТО, три блока функций ее АСУ должны реализовывать функцию управления устранением неисправностей и управления качеством работы с адаптацией к другим функциям при использовании АТО как элемента единой системы управления ТЭ.

Управление устранением неисправностей обеспечивает возможности обнаружения, локализации и регистрации неисправностей; доведение соответствующей информации до обслуживающего персонала; выдачу рекомендаций по их устранению [3].

Управление качеством работы имеет целью контроль и поддержание на требуемом уровне основных характеристик сети. Оно включает сбор, обработку, регистрацию, хранение и отображение статистических данных о работе сети и ее элементов; выявление тенденций в их поведении и предупреждение о возможных нарушениях в работе.

В настоящее время основной стандартизацией в области систем управления элементами ТКС является *Telecommunications Management Network (TMN)*. Блок рекомендаций МСЭ-Т по управлению сетями электросвязи содержат рекомендации серий *M, Q, X, G, I*, в которых отражены принципы организации *TMN*. При этом определены:

- концепция *TMN*;
- функциональная архитектура *TMN*;
- информационная архитектура с учетом требуемых характеристик внутренних и внешних интерфейсов, протоколов взаимодействия;
- физическая архитектура *TMN* [4, 5].

Однако, в *TMN* нет точных указаний относительно технической реализации системы управления. Это породило на практике ряд проблем, связанных с разработкой ПО и элементов физического уровня. Кроме того, интерфейсы, предложенные в исходном стандарте *TMN*, оказались достаточно сложными. Практически нет эффективной реализации уровня управления услугами и административного уровня.

В связи с этими проблемами и появлением концепции сетей следующего поколения (*Next Generation Network, NGN*) ведущая организация в этой области (*TMForum*) разработала новые принципы построения систем и ПО поддержки эксплуатации (*New Generation Operation Systems and Software, NGOSS*), *TOM* и *eTOM*, которые могут рассматриваться как развитие *TMN* на уровнях административного управления и управления обслуживанием. Уровень управления элементами и уровень сетевых элементов систем управления в настоящее время не подвергается концептуальным изменениям, а только видоизменяется по используемым платформам и модифицируется по техническим решениям с учетом развития современных технологий. Так, например, одной из альтернативных современных реализаций информационного уровня концепции *TMN* является технология *JavaBeans*, позволяющая успешно реализовать идею многокомпонентной модели.

С учетом перечисленных проблемных ситуаций, в основу архитектуры АСУ АТО целесообразно положить концепцию *TMN* с модифицированным информационным обеспечением.

Таким образом, проведенный анализ показал, что АСУ АТО должна отвечать требованиям, предъявляемым к управляющим телекоммуникационным сетям и положениям международных стандартов в области

управления сетями. Ее возможности должны позволить реализовать три блока основных функций: управления устранением неисправностей, управления качеством работы и "менеджер-агент". В основу архитектуры АСУ АТО целесообразно положить концепцию *TMN*. Предпочтение в реализации концепции *TMN* при разработке информационного уровня АСУ АТО следует отдать технологии *JavaBeans*.

Список литературы:

1. Кочетков В.А., Солдатов И.В. и др. Вопросы современных технологических наук: свежий взгляд и новые решения // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции – г. Екатеринбург, НН: ИЦРОН, 2018 №5, С.13-20.
2. Збиняков А.Н., Кочетков В.А. и др. Анализ вариантов структуры аппаратных технического обеспечения связи как элементов территориально-распределенной системы технического обслуживания // Телекоммуникации. – 2010, № 7. – С. 15-19.
3. Букин М.А. Спутник под контролем: тестовая лаборатория и телепорт Стэк.ком// www.nag.ru/articles/articles/18955. (дата обращения 23.01.2018).
4. Атцик А.А., Гольдштейн А.Б., Феноменов М.А. Эксплуатационное управление инфокоммуникациями : учеб. пособие. – СПб.: СПбГУТ, 2013. – 68 с.
5. Гребешков А.Ю. Управление сетями электросвязи по стандарту *TMN* : учеб. пособие. – М.: Радио и связь, 2004. – 155 с.

ВЫБОР МЕТОДОВ ОПИСАНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЕЙ

Кузнецова Анна Александровна

*студент,
ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова,
РФ, г. Новочеркасск*

Галушкина Дарья Владимировна

*студент,
ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова,
РФ, г. Новочеркасск*

SELECTION OF METHODS FOR DESCRIBING THE FUNCTIONING OF CORPORATE NETWORKS

Anna Kuznetsova

*Student,
South Russian State Polytechnic University,
Russia, Novocherkassk*

Daria Galushkina

*Student,
South Russian State Polytechnic University,
Russia, Novocherkassk*

АННОТАЦИЯ

Цель данной статьи заключается в изучении методов описания функционирования корпоративных сетей. В процессе работы над статьёй были проведены исследования методов корпоративных сетей связи, систематизированы подходы к расчету их пропускной способности, поскольку обоснование пропускной способности стыка является важной научно-практической задачей.

ABSTRACT

The purpose of this article is to study the methods of describing the functioning of corporate networks. In the process of work on the article the methods of corporate communication networks have been studied, approaches to calculating their capacity have been systematized, since the

justification of junction capacity is an important scientific and practical task.

Ключевые слова: корпоративная сеть, пропускная способность.

Keywords: corporate network, bandwidth.

Основными принципами создания и развития корпоративных сетей являются использование оптимальных системно-технических решений и разработка стратегии развития. Это позволяет добиться эффективности инвестиций и обеспечить максимальную адаптацию структуры, топологии и системных параметров сетей к потребностям и их изменениям. Также важно рационально использовать ресурсы транспортных сетей и других элементов инфраструктуры, учитывая новые технические решения.

Для описания функционирования корпоративных сетей применяются математические модели, основанные на методах теории массового обслуживания (ТМО). Эта методология была изначально разработана для телефонных систем и систем передачи данных. Основу ТМО составляют уравнения вероятностей состояний, которые опираются на принцип статистического равновесия. Простейшая модель предполагает описание системы одной случайной переменной, например числа занятых линий или вызовов на обслуживании и в очереди. Однако часто требуется более подробная информация о функционировании системы. Для описания процесса обслуживания поступающих сообщений используется несколько переменных, которые позволяют составить систему уравнений, связывающую вероятности соседних состояний. Решение этой системы уравнений дает точное решение задачи в рамках принятой математической модели.

Потоки вызовов могут обслуживаться с потерями или с ожиданием. В первом случае часть заявок получает отказ, а во втором - обслуживание задерживается. С точки зрения экономики, системы коммутации обычно проектируются с потерями. Для описания систем с потерями используется модель, разработанная Эрлангом. Эта модель является основополагающей и применяется даже для более сложных систем с ожиданием. В модели Эрланга предполагается наличие полнодоступного пучка из v линий, на который поступает пуассоновский поток заявок на обслуживание с интенсивностью λ .

Длительность обработки заявок подчиняется экспоненциальному распределению с параметром " μ ". Это означает, что средняя продолжительность занятия равна $1/\mu$. То есть, если " μ " увеличивается, то время обработки уменьшается, а если " μ " уменьшается, то время обработки

увеличивается. Если заявка не принимается к обработке в момент ее поступления, она теряется, и это не оказывает влияния на последующие поступления заявок. То есть, каждая заявка рассматривается и обрабатывается независимо от других заявок. Чтобы определить стационарную вероятность того, что будет занято r количество линий, используется формула [5]. Эта формула позволяет рассчитать вероятность того, что в данный момент времени будет обрабатываться и занято именно r количество заявок:

$$P_r = \frac{Y^r / r!}{\sum_{i=0}^V (Y^i / i!)} , r = 0, 1, \dots, V \quad (1.1)$$

Выражение для вероятности P_V , характеризующей состояние «все линии заняты», называют первой формулой Эрланга:

$$E_V(Y) = \frac{Y^V / V!}{\sum_{i=0}^V (Y^i / i!)} \quad (1.2)$$

Обозначим интенсивность поступающей нагрузки символом " $Y = \lambda/\mu$ ". Параметр " Y " интерпретируется как среднее число вызовов на протяжении временного интервала, равного средней продолжительности занятия. Величина " $E_V(Y)$ " отражает вероятность отказа при обслуживании вызова.

Необходимо отметить важное рекуррентное соотношение, позволяющее производить расчеты с использованием первой формулы Эрланга на ЭВМ [4, 1]:

$$E_V(Y) = Y E_{V-1}(Y) / [V + Y E_{V-1}(Y)]. \quad (1.3)$$

Системы массового обслуживания, где время ожидания не ограничено, часто сталкиваются с вероятностью того, что заявки не будут

обслужены немедленно и будут поставлены в очередь с вероятностью $P(>0)$, которая определяется второй формулой Эрланга:

$$P(>0) = E \sqrt{Y} / [1 - (Y/M) \times (1 - E \sqrt{Y})], \quad (1.4)$$

а средняя длина очереди составит

$$r = P(>0) \times [Y / (Y - U)]. \quad (1.5)$$

Отказ от одного из базовых предположений при описании СМО ведет к сложным аналитическим выражениям, которые трудно применять на практике.

С развитием средств и сетей связи проблемы ТМО стали освещаться в работах Т. Энгсета, Г.О. Делла, Э. Молина, Т. Фрая, А. Колмогорова, А. Хинчина, К. Пальма, К. Якобеуса, Р. Вилкинсона, Д. Риордана, А. Эллина, П. Ле-Галля, В. Бенеша, Ч. Клоза, А. Лотце, Г. Башарина, В. Неймана, М. Шнепса, А. Харкевича, Б. Лившица, С. Степанова, Г. Ионина и других ученых. Таким образом, использование методов теории массового обслуживания позволяет системно анализировать характеристики цифровых технологических сетей, предоставляющих абонентам в основном услуги телефонной связи. Как за рубежом, так и в России за последние годы активно разрабатываются математические модели функционирования технологических сетей связи с использованием методов ТМО, учитывающих особенности различных информационных технологий [3].

Специфика развития технологических сетей на современном этапе заключается в стремлении эффективного использования имеющихся сетевых ресурсов для реализации широкого круга услуг. Изучение таких сетей требует математического исследования и выбора формального аппарата, который адекватно отражал бы особенности компьютерных сетей и их поведение во времени [2]. Процессы, происходящие в компьютерных сетях, не являются стационарными. Они ближе к детерминированным, переходным процессам. Это затрудняет применение методов ТМО, которые рассматривают случайные стационарные процессы, а стационарность позволяет определить вероятности событий. В связи с этим исследователи обратились к новым теориям, развивающимся в последние годы. Одна из них - это теория динамического хаоса, изучающая неупорядоченные движения нелинейных динамических систем в соответствующих фазовых пространствах. Уравнения, описывающие эволюцию полностью детерминированных систем, могут иметь решения, ведущие себя случайно, непредсказуемо. Это открывает возможности исследования резких

изменений в поведении системы в ограниченном интервале значений параметров, что имеет применение в глобальных компьютерных сетях. Связанная с ним теория катастроф представляет собой перспективный аппарат анализа компьютерных сетей. Она изучает процессы распространения в сложных неупорядоченных системах, таких как аморфные полупроводники и пористые среды. Очень близкой аналогией таких процессов являются процессы динамической маршрутизации в развитых распределенных вычислительных средах, особый интерес представляют критические явления, связанные с резким изменением свойств среды, например, при ограниченной пропускной способности каналов связи. Модель жизнедеятельности крупномасштабной сети может построиться на основе кластера взаимосвязанных парадигм.

Фрактальная природа движения трафика в локальных вычислительных сетях и в сети Интернет предполагает повторяемость распределения нагрузки во времени на разных масштабах. Одним из самых значимых параметров самоподобного процесса является параметр Херста, обозначаемый как "н", который характеризует разброс значений входного процесса и, следовательно, влияет на пики нагрузки [1,2]. Если значения самоподобной функции разделить на равные группы и затем суммировать значения внутри каждой группы, то набор сумм будет подчиняться той же самой корреляционной функции. Фрактальные свойства мультисервисного трафика проявляются в формировании мощных пиковых выбросов, что приводит к значительным потерям пакетов. Это верно даже в случаях, когда общая потребность передачи всех потоков значительно меньше максимально допустимых значений. Присутствие автокорреляции во времени сетевого трафика непосредственно влияет на пропускную способность сетей связи и эффективность их использования. Для решения сложных задач широко используется метод статистического моделирования [1]. Математическая модель обслуживающего процесса реализуется в виде программы для ЭВМ. Результаты моделирования используются для проверки гипотез и предположений, а также для уточнения эмпирических коэффициентов.

Список литературы:

1. Фейт С. TCP/IP. Архитектура, протоколы, реализация: включая IPv6 и IP Security [Текст] / Сидни Фейт // Изд.: ЛОРИ, 2016г. 424 с.
2. Крылов Ю.Д. Методы маршрутизации и коммуникации в вычислительных сетях : учебное пособие [Текст] / Ю.Д. Крылов// Изд.: ГУАП, 2015г. 55 с.
3. Крылов Ю.Д. Интегрированные вычислительные сети: учебное пособие [Текст] / Ю.Д. Крылов// Изд.: ГУАП, 2015г. 58 с.

4. Абросимов Л.И. Базисные методы проектирования и анализа сетей ЭВМ: учебное пособие [текст] / Л.И. Абросимов // Изд.: Университетская книга, 2015г. 246 с.
5. Соболев Б.В. Сети и телекоммуникации : учебное пособие [текст] / Б.В. Соболев, А.А. Манин, М.С. Герасименко// Изд.: Феникс, 2015г. 191 с.

МЕТОД РАСЧЕТА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СЕТИ, ОСНОВАННОЙ НА СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЯХ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОТЫ В СЕЛЬСКИХ УСЛОВИЯХ ГОРИСТОЙ МЕСТНОСТИ

Кузнецова Анна Александровна

*студент,
ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова,
РФ, г. Новочеркасск*

Галушкина Дарья Владимировна

*студент,
ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова,
РФ, г. Новочеркасск*

A METHOD FOR CALCULATING NETWORK CAPACITY BASED ON AVERAGE VALUES OF CELL SPECTRAL EFFICIENCY IN RURAL UPLAND AREAS

Anna Kuznetsova

*Student,
South Russian State Polytechnic University,
Russia, Novochockassk*

Daria Galushkina

*Student,
South Russian State Polytechnic University,
Russia, Novochockassk*

АННОТАЦИЯ

Целью данной статьи является описание метода расчета пропускной способности сети, основанной на средних значениях спектральной эффективности соты в сельских условиях гористой местности. В процессе работы над диссертацией были сделаны расчеты пропускной способности сети, количества предполагаемых абонентов и определение затухания на участке в сумме.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to describe a method for calculating network capacity based on average cellular spectral efficiency values in a rural upland environment. In the process of working on the thesis, calculations of network capacity, number of intended subscribers and determination of attenuation on the site in sum were made.

Ключевые слова: спектральная эффективность, пропускная способность.

Keywords: spectral efficiency, bandwidth.

Спектральная эффективность – это отношение скорости передаваемых данных всех абонентов сети в определенной области на 1 Гц задействованной полосы частот; также она характеризует скорость передачи информации в заданной полосе частот. Мобильные сети LTE состоят из зон с низким или отсутствующим сигналом сети, что означает низкую плотность абонентов, и базовые станции должны быть расположены как можно дальше, чтобы каждый eNB мог покрыть как можно большую площадь. Поэтому необходимо выбрать подходящий радиочастотный спектр. При этом необходимо руководствоваться положением, что чем ниже частота, тем дальше будет распространяться радиосигнал. Спектр радиочастот 791-862 МГц идеально соответствует этому решению: при использовании Frequency Division Duplex (FDD) входящий и исходящий трафик разделяется по частоте, а в случае Time Division Duplex (TDD) загрузка и выгрузка данных происходит поочередно на одной и той же частоте. Работа в сетях FDD более выгодна, поскольку восходящий и нисходящий трафик разделены и не мешают друг другу. [2, 3] В таблице 1 отображены значения спектральной эффективности для разных конфигураций ММО с частотным дуплексным разделением (FDD).

Таблица 1.

Средние значения спектральной эффективности

Линия	Схема MIMO	Средняя спектральная эффективность (бит/с/Гц)
UL	1×2	1,254
	1×4	1,829
DL	2×2	2,93
	4×2	3,43
	4×4	4,48

Пропускная способность или емкость сети зависит от средней спектральной эффективности ячеек при определенных условиях. Спектральная эффективность определяет скорость передачи данных в заданной полосе частот. Спектральная эффективность системы мобильной связи - это коэффициент, рассчитываемый как отношение скорости передачи данных на Гц (бит/секунду/Гц) в используемой полосе частот.

Полоса частот FDD 2 для различных конфигураций MIMO составляет 20 МГц. [1] Средняя пропускная способность на сектор FDD MBS может быть получена путем умножения ширины канала на спектральную эффективность канала по формуле:

$$R = S * W,$$

где S – средняя спектральная эффективность (бит/с/Гц);

W – ширина канала (МГц). В нашем случае W = 10 МГц, так как для FDD используются две полосы частот по 10 МГц.

Для линии DL: $R_{DL} = 4.48 \times 10 = 44.8$ Мбит/с.

Для линии UL: $R_{UL} = 1.83 \times 10 = 18.3$ Мбит/с.

Для вычисления пропускной способности мобильной базовой станции ReNB, умножим количество секторов базовой станции на пропускную способность одного сектора, у одной МБС eNB число секторов равняется трем, формула будет выглядеть следующим образом:

$$R_{1BC} = R * 3,$$

где R – пропускная способность одного сектора (Мбит/с).

Для линии DL(вверх): $R_{eNB DL} = 68.6 \times 3 = 134.4$ Мбит/с.

Для линии UL(вниз): $R_{eNB UL} = 36.6 \times 3 = 54.9$ Мбит/с.

Чтобы рассчитать общее количество ячеек в сети, необходимо разделить количество каналов, выделенных для развертывания сети 4G.

Формула для расчета общего количества каналов N_k выглядит следующим образом.

где

Δf_{Σ} - полоса частот, выделенная для работы сети и равная 95 МГц;

Δf_k – полоса частот одного радиоканала (стандартное значение равно 180кГц

В сетях LTE радиоканалы обозначаются такими терминами, как ресурсные блоки (RB), где 1 RB = 15 кГц. Сети могут иметь от 6 до 110 ресурсных блоков, в данном случае используется 20 ресурсных блоков. Поэтому, $\Delta f_k = 300$ кГц

$$N_k = 2000 / 300 \approx 66 \text{ каналов}$$

Далее высчитаем количество каналов $N_{k,сек}$, необходимое для обслуживания абонентов в одном секторе одной соты, где N_k - общее число каналов;

N кластера - размерность кластера, равная количеству секторов базовой станции (в нашем случае равное трем);

M секторов - количество секторов базовой станции (принятое трем).

$$N_{k/c} = 66 / 9 = 8$$

Теперь рассчитываем число каналов трафика в одном секторе одной соты по формуле:

$$N_{кт.сек} = N_{КТ1} * N_{k/c} ,$$

где $N_{КТ1}$ – число каналов трафика в одном радиоканале, определяется стандартом радиодоступа (для OFDMA $N_{КТ1} = 1...3$). Для сети LTE выбираем равное единице.

$$N_{кт.сек} = 1 * 10 = 8 \text{ каналов}$$

График, представленный на рисунке 2, является моделью Эрланга, благодаря которой можно определить допустимую нагрузку в секторе одной соты ($A_{сек}$). Так как рассчитанное нами число каналов трафика $N_{кт.сек}$ равно 10, то $A_{сек} = 10$ Эрл.

Определяем количество абонентов, которых способна обслужить одна базовая станция, по формуле: где $A_{сек}$ – допустимая нагрузка в секторе одной базовой станции. По модели Эрланга она равна 10 Эрл;

A_1 – средняя нагрузка от одного абонента по всем видам трафика, может составлять 0,04 - 0,2 Эрл. Берем значение, равное 0,2 Эрл, так как нас высокоскоростная сеть.

$$N_{BC} = 3 * 10 / 0.2 = 150$$

Число базовых станций вычисляем по формуле:

$$N_{BC} = [N_{AB} / N_{ABC}] + 1,$$

где N_{AB} - количество потенциальных абонентов, которое определим, как 500 человек, тогда:

$$N_{BC} = [500 / 150] + 1 = 4 \text{ eNB}$$

Сводка количества МБС и абонентов представлена (в таблице 3.2).

Таблица 2.

Количество абонентов	100	200	300	400	500
Количество МБС eNB	1	2	3	4	4

Планируемая средняя емкость сети RN рассчитывается как количество мобильных базовых станций на 500 абонентов, деленное на среднюю емкость базовых станций. Формула имеет следующий вид:

$$RN = (ReNB \cdot DL + ReNB \cdot UL) \times NeNB$$

$$RN = (134.4 + 54.9) \times 4 = 757.2 \text{ (Мбит/с)}.$$

Теперь оценим пропускную способность сети и сравним ее с расчетными значениями. Найдем средний трафик на одного абонента в часы пик (ЧНН):

$$R_{(т.ЧНН)} = T_t / (N_{ЧНН} * N_{д}),$$

где T_t - средний трафик одного абонента в месяц, $T_t = 10$ Гбайт/мес;

$N_{ЧНН}$ – число ЧНН в день, $N_{ЧНН} = 5$;

$N_{д}$ – число дней в месяце, $N_{д} = 30$.

$$R_{(т.ЧНН)} = 30 / (5 * 10) = 0,6 \text{ (Мбит/с)}$$

Определим общий трафик проектируемой сети в ЧНН Робщ./ЧНН по формуле:

$$\text{Робщ./ЧНН} = \text{RтЧНН} \times \text{Накт.аб},$$

где

Накт.аб – число активных пользователей в сети; определим число активных абонентов в сети как 90% от общего числа потенциальных абонентов Наб, то есть $\text{Накт.аб} = 450$ абонентов.

$$\text{Робщ./ЧНН} = 0.6 \times 450 = 270 \text{ (Мбит/с)}.$$

Таким образом, $\text{RN} > \text{Робщ./ЧНН}$, соответственно мобильная сеть не будет подвергаться перегрузкам в ЧНН.

Список литературы:

1. Фейт С. TCP/IP. Архитектура, протоколы, реализация: включая IPv6 и IP Security [Текст] / Сидни Фейт // Изд.: ЛОРИ, 2016г. 424 с.
2. Крылов Ю.Д. Методы маршрутизации и коммуникации в вычислительных сетях : учебное пособие [Текст] / Ю.Д. Крылов// Изд.: ГУАП, 2015г. 55 с.
3. Крылов Ю.Д. Интегрированные вычислительные сети: учебное пособие [Текст] / Ю.Д. Крылов// Изд.: ГУАП, 2015г. 58 с.
4. Абросимов Л.И. Базисные методы проектирования и анализа сетей ЭВМ: учебное пособие [текст] / Л.И. Абросимов // Изд.: Университетская книга, 2015г. 246 с.
5. Соболев Б.В. Сети и телекоммуникации : учебное пособие [текст] / Б.В. Соболев, А.А. Манин, М.С. Герасименко// Изд.: Феникс, 2015г. 191 с.

РАЗВИТИЕ, ВНЕДРЕНИЕ И ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МЕДИЦИНЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ РФ

Сиякин Илья Николаевич

*студент,
филиал Российский технологический
университет МИРЭА,
РФ, г. Ставрополь*

Шихкеримов Шихкерим Магомедович

*студент,
филиал Российский технологический
университет МИРЭА,
РФ, г. Ставрополь*

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрено развитие, внедрение и влияние искусственного интеллекта в медицине и промышленности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, медицина, промышленность.

Искусственный интеллект (ИИ) является одним из наиболее динамично развивающихся направлений в науке и технологиях. В последние годы ИИ нашёл применение в самых разных областях, включая медицину и промышленность. В России также активно развиваются различные проекты и инициативы, связанные с ИИ.

Искусственный интеллект (ИИ) - программная система для решения различных задач с помощью антропоморфного интеллекта, функционирующего на автоматизированной основе. [2]

Развитие искусственного интеллекта в России:

Россия традиционно является одной из стран-лидеров в области науки и технологий. В последние годы в стране активно развиваются искусственный интеллект и связанные с ним технологии. В 2019 году был принят государственный план развития искусственного интеллекта на период до 2030 года. В рамках этого плана предусмотрено выделение значительных финансовых средств на развитие ИИ, а также создание соответствующей инфраструктуры и регулирование деятельности в этой области. В России есть много разнообразных исследовательских центров и научных организаций в сфере ИИ, например: СТАИ на базе СВФУ им.

М.К. Аммосова, центр корпоративных инноваций «Первый бит», лаборатория ИИ в образовании на базе НГУ и т.д.

Внедрение и влияние искусственного интеллекта в медицине:

Искусственный интеллект находит все большее применение в медицине. Основными направлениями его использования являются диагностика заболеваний, прогнозирование их развития, разработка новых методов лечения и поддержка медицинского персонала. В России также активно развиваются проекты, связанные с внедрением ИИ в медицину.

Одним из примеров таких проектов является система «Медицинский ассистент», разработанная компанией «Сбербанк». Эта система позволяет автоматизировать процессы диагностики заболеваний и прогнозирования их развития на основе анализа больших объемов медицинских данных. В результате врачи получают подробные отчеты и рекомендации, что позволяет им более эффективно оказывать медицинскую помощь пациентам.

Помимо диагностики заболеваний и прогнозирования их развития, ИИ используются и в других технологиях, например:

1) Оптимизации организационных процессов. ИИ может обрабатывать огромный объем данных, осмысливать их и извлекать из них пользу для оптимизации процессов, снижения административной нагрузки и улучшения восприятия медицинской помощи врачами и пациентами.

2) Прогнозирование потоков пациентов. Комбинируя структурированные и неструктурированные данные для создания более полного представления о каждом пациенте и его потребностях, больницы могут предвидеть текучесть кадров и соответствующим образом готовить персонал.

3) Оптимизации поиска лекарств. ИИ незаметно производит революцию в здравоохранении, оптимизируя процессы поиска лекарств. Просматривая обширные базы данных, он с беспрецедентной скоростью выявляет потенциальные лекарственные соединения. Это ускоряет разработку новых лекарств, делая инновационные методы лечения доступными раньше, чем когда-либо прежде, скрытый прорыв, который пациенты практически не замечают

4) Отслеживание жизненно важных показателей пациентов. Искусственный интеллект обеспечивает работу бесшумных систем мониторинга в больницах, отслеживая жизненно важные показатели пациентов с помощью неинвазивных датчиков и алгоритмов искусственного интеллекта. Эта технология обеспечивает непрерывный мониторинг состояния здоровья в режиме реального времени без непосредственного взаимодействия с пациентом, повышая безопасность и комфорт пациента при одновременном снижении нагрузки на медицинский персонал - часто без ведома пациента.

В общем и целом, ИИ в медицине можно условно разделить на два подтипа: информационный и физический. Информационная часть включает в себя такие приложения, как автоматизация работы с системами электронных медицинских карт, например, путём голосового ввода информации в них, и искусственные нейронные сети для принятия решений о лечении. Физическая часть связана с роботами, помогающими проводить операции, интеллектуальными протезами для людей с ограниченными возможностями, уходом за пожилыми людьми, нейроинтерфейсами для помощи больным неврологическими заболеваниями. [3]

Внедрение и влияние искусственного интеллекта в промышленности:

Искусственный интеллект также находит применение в промышленности, где он используется для автоматизации производственных процессов, оптимизации логистики и управления производством. В развитии ИИ популярна современная парадигма «Промышленность 4.0», и представляет собою следующий этап в технологической эволюции промышленности, объединения искусственный интеллект (ИИ), интернет вещей (IoT) и анализ больших данных (Big Data) для создания полностью автоматизированных и интеллектуальных производственных систем. Примерами таких систем являются реализации «умного завода», «умной шахты», «умного склада» и др. В парадигме «Промышленность 4.0» доступность технологий, таких как интернет вещей, компьютерное зрение, промышленный Wi-Fi, хранилища данных и нереляционные базы данных, позволяет обрабатывать огромные объемы данных в режиме реального времени, делая механизмы обучения и совершенствования ИИ еще более эффективными. [1]

Например, одним из примеров таких проектов является разработка роботов-операторов, которые могут выполнять различные виды работ на производстве. Такие роботы способны работать в условиях, непригодных для человека, и обеспечивают высокую точность и производительность. В России разрабатываются и внедряются роботы-операторы для различных отраслей промышленности, включая автомобилестроение, металлургию и химическую промышленность.

Также ниже приведены примеры внедрения ИИ в российской промышленности:

Нефтегазовая промышленность: ИИ используется для оптимизации добычи нефти и газа, прогнозирования геологических условий и повышения безопасности.

Металлургическая промышленность: ИИ применяется для автоматизации процессов контроля качества, оптимизации производства и прогнозирования спроса.

Машиностроение: ИИ используется для автоматизации сборки, оптимизации проектирования и прогнозирования отказов оборудования.

Сельское хозяйство: ИИ используется для оптимизации урожайности, управления вредителями и болезнями, а также для прогнозирования погодных условий.

В общем и целом, внедрение ИИ в промышленность имеет глубокое влияние на различные аспекты:

1) Повышенная эффективность: алгоритмы ИИ могут анализировать большие объемы данных в режиме реального времени, выявляя закономерности и оптимизируя процессы для повышения эффективности.

2) Улучшенное качество продукции: ИИ может использоваться для контроля качества, прогнозирования дефектов и обеспечения соответствия стандартам.

3) Снижение затрат: автоматизация задач с помощью ИИ может снизить затраты на рабочую силу, материалы и энергию.

4) Повышенная безопасность: ИИ может использоваться для мониторинга систем безопасности, обнаружения аномалий и предотвращения инцидентов.

5) Новые возможности для инноваций: ИИ открывает новые возможности для разработки новых продуктов, услуг и бизнес-моделей.

Внедрение искусственного интеллекта в различные сферы экономики и общества имеет значительные последствия. С одной стороны, использование ИИ позволяет улучшить качество жизни, снизить затраты на производство и услуги, а также увеличить производительность труда. С другой стороны, внедрение ИИ может привести к сокращению рабочих мест и изменению структуры рынка труда.

В России также ожидается значительное влияние ИИ на экономику и общество. По оценке «Яков и Партнёры», полный экономический потенциал ИИ в России к 2028 г. составит 22–36 трлн руб. в номинальных ценах, а реализованный эффект к 2028 г. может достичь 4,2–6,9 трлн руб., что эквивалентно влиянию на ВВП до 4%. [4]

При этом ожидается, что основной рост будет наблюдаться в таких секторах, как здравоохранение, образование, финансы и промышленность.

Искусственный интеллект является одним из наиболее перспективных направлений в науке и технологиях. В России активно развиваются проекты, связанные с ИИ, и внедряются новые технологии в медицине и промышленности. Внедрение искусственного интеллекта позволяет улучшить качество жизни, снизить затраты на производство и услуги, а также увеличить производительность труда. Однако при этом необходимо

учитывать возможные социальные последствия и проводить соответствующую политику в области регулирования и поддержки развития ИИ.

Список литературы:

1. Боженко П.П. Краткая характеристика нейронных сетей. Реализация расширяемой нейронной сети / П.П. Боженко, Р.У. Стативко // Вестник молодёжной науки России. – 2019. – № 5. – С. 1. – EDN SDFVWR.
2. Гаспарян Д.Э. Прикладные проблемы внедрения этики искусственного интеллекта в России. Отраслевой анализ и судебная система: монография / Д.Э. Гаспарян, Е.М. Стырин; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». - 2-е изд. - М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. - 112 с
3. Карпов О.Э., Храмов А.Е. Информационные технологии, вычислительные системы и искусственный интеллект в медицине. - М.: ДПК Пресс, 2022. - 480 с.
4. Яков и Партнеры, Яндекс Искусственный интеллект в России - 2023: тренды и перспективы. - М., 2023. – 80 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИММЕТРИЧНЫХ СИСТЕМ ШИФРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ S-DES

Сляднев Владимир Сергеевич

аспирант,

Северо-Кавказский Федеральный Университет,

РФ, г. Ставрополь

АННОТАЦИЯ

Симметричных систем шифрования и основных стандартов шифрования данных Simplified Data Encryption Standard (S-DES). В статье анализируются принципы работы симметричных систем шифрования, их преимущества и недостатки. Подробно рассматриваются особенности каждого из стандартов шифрования данных, включая алгоритмы, длины ключей и области применения. Приводятся примеры шифрования и расшифрования данных для каждого из стандартов, что помогает читателям лучше понять процесс защиты информации с использованием различных криптографических методов. Данная статья предназначена для специалистов в области информационной безопасности, криптографии, а также для ши-

рокого круга читателей, интересующихся защитой данных в современном цифровом мире.

Ключевые слова: Симметричные системы шифрования, стандарты шифрования данных Simplified Data Encryption Standard (S-DES), конфиденциальность данных, блочное шифрование, секретный ключ, алгоритмы шифрования, применение шифрования данных, информационная безопасность, криптография, конфиденциальность информации, уязвимости шифрования, практическое применение шифрования.

Введение

В современном информационном обществе безопасность данных играет ключевую роль в обеспечении конфиденциальности, целостности и доступности информации. С увеличением объемов цифровых данных и расширением сетевых коммуникаций возрастает их уязвимость перед различными видами киберугроз. В таком контексте криптография, и особенно симметричные системы шифрования, становятся важным инструментом для защиты конфиденциальности данных и обеспечения безопасной передачи информации. Симметричные системы шифрования представляют собой один из наиболее распространенных методов обеспечения конфиденциальности данных. Они основаны на использовании одного и того же ключа для шифрования и расшифрования сообщений. Принцип их работы заключается в преобразовании исходного текста в нечитаемый зашифрованный вид с помощью математических алгоритмов, а затем обратного преобразования в исходное сообщение при расшифровке.

Важным аспектом использования симметричных систем шифрования является выбор подходящего алгоритма и длины ключа, который обеспечивает необходимый уровень безопасности при передаче и хранении данных. Эффективность таких систем зависит от правильного управления ключами, а также от способности их адаптироваться к изменяющимся угрозам кибербезопасности. Однако, помимо преимуществ, симметричные системы шифрования имеют и свои недостатки, такие как необходимость безопасного обмена секретным ключом между отправителем и получателем, а также уязвимость при утечке ключа. Тем не менее, при правильном выборе алгоритма и ключа симметричные системы шифрования остаются важным инструментом в обеспечении безопасности данных.

Для решения этой проблемы я представлю подробный обзор симметричных систем шифрования, а также основные стандарты шифрования данных, такие как Simplified Data Encryption Standard (S-DES). Рассмотрим принципы работы S-DES, его преимущества и недостатки, а также пример практического применения. Обзор будет полезным ресурсом

сом для специалистов в области информационной безопасности, а также для всех, кто интересуется защитой данных в цифровой эпохе.

Материал и принцип исследования

Симметричные системы шифрования представляют собой один из фундаментальных инструментов в области криптографии, используемых для обеспечения конфиденциальности данных. Они основаны на использовании одного и того же секретного ключа как для шифрования, так и для расшифрования сообщений. Принцип работы таких систем базируется на математических алгоритмах, которые преобразуют исходный текст в нечитаемый зашифрованный вид и обратно.

Генерация ключа. Процесс шифрования начинается с генерации секретного ключа, который должен быть известен как отправителю, так и получателю сообщения. Ключ является случайной последовательностью битов определенной длины и играет решающую роль в безопасности шифрования. **Шифрование.** После того как ключ сгенерирован, происходит процесс шифрования исходного текста. Этот текст, также называемый открытым текстом, разбивается на блоки фиксированного размера. Затем каждый блок обрабатывается шифровальным алгоритмом с использованием сгенерированного ключа. Цель этого процесса - изменить структуру и содержание исходного текста таким образом, чтобы сделать его непонятным для неавторизованных пользователей. **Расшифрование.** Получатель сообщения, обладая тем же самым ключом, который использовал отправитель, может произвести обратную операцию - расшифрование полученного зашифрованного текста. Для этого он применяет алгоритм расшифрования, который использует тот же ключ, что и алгоритм шифрования, но выполняет обратную операцию. Это позволяет получить исходный текст из зашифрованного сообщения.

Преимущества симметричных систем шифрования. Высокая скорость работы, симметричные системы шифрования обычно работают очень быстро, что делает их идеальным выбором для шифрования больших объемов данных. Простота реализации, реализация симметричных систем шифрования относительно проста по сравнению с асимметричными системами, что делает их более доступными для использования в различных приложениях. Эффективность, при правильном выборе алгоритма и ключа симметричные системы шифрования обеспечивают высокий уровень безопасности.

Недостатки симметричных систем шифрования. Проблема с обменом ключами, один из наиболее значимых недостатков симметричных систем заключается в том, что для безопасного обмена зашифрованными данными необходимо сначала обменяться секретным ключом. Уязвимость при утечке ключа, если секретный ключ в симметричной системе

шифрования будет скомпрометирован, это может привести к утечке конфиденциальных данных.

Симметричные системы шифрования остаются важным инструментом для обеспечения безопасности данных в современном информационном обществе. Понимание их принципов работы и особенностей позволяет эффективно применять их в различных сферах, обеспечивая конфиденциальность и целостность информации.

Simplified Data Encryption Standard (S-DES) был одним из первых широко используемых стандартов шифрования данных. Он был разработан в 1970-х годах и использовался для защиты информации в течение многих лет. Однако с течением времени S-DES стал уязвим к атакам, и его безопасность была подвергнута сомнению. В настоящее время S-DES не рекомендуется для использования в новых системах безопасности данных.

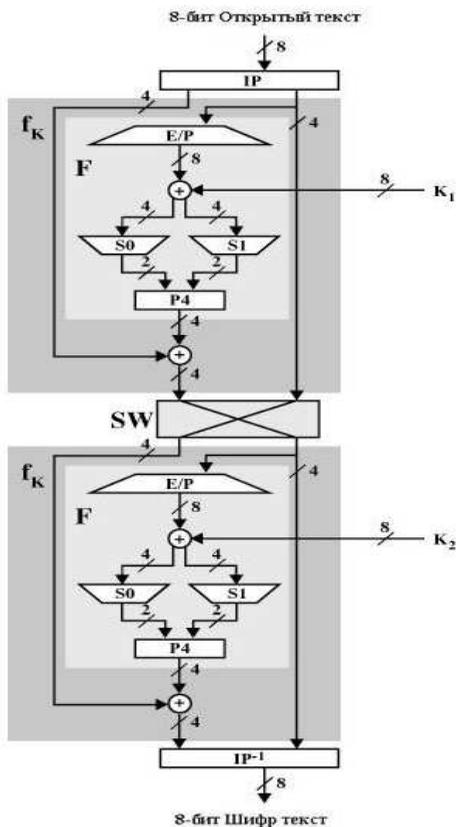


Рисунок 1. Алгоритм блочного шифра «S-DES»

Работа алгоритма

Рассмотрим работу алгоритма на примере.

Пусть на блоки поступает открытый текст равный $p=10111000$

Пусть ключ равен $k_1=10100111$

Пусть ключ равен $k_2=11101100$

Блок p 8 бит поступает на блок перестановки IP

IP							
2	6	3	1	4	8	5	7

Блок p поступивший на блок IP будет иметь следующий вид:

L1	→	2	6	3	1	4	8	5	7		←	R1
		0	0	1	1	1	0	1	0			

Результат перестановки IP разбивается на 2 полублока по 4 бит. Правый полублок (R1) поступает на вход блока расширения E/P с выхода которого снимается 8 бит

E/P							
r4	r1	r2	r3	r2	r3	r4	r1
0	1	0	1	0	1	0	1

Результат расширения суммируется по модулю 2 с 1 раундовым ключом

0	1	0	1	0	1	0	1	E/P
1	0	1	0	0	1	1	1	k1
1	1	1	1	0	0	1	0	

$11_2 = 3_{10} = 3 \text{ столбец}$ $11_2 = 3_{10} = 3 \text{ строка}$	$01_2 = 1_{10} = 1 \text{ столбец}$ $00_2 = 0_{10} = 0 \text{ строка}$
---	---

Результат суммирования разбивается на 2 полублока по 4 бит, которые поступают на блоки перестановки S0 и S1

	0	1	2	3	S0	0	1	2	3	S1
0	1	0	3	2		0	1	1	2	3

1	3	2	1	0
2	0	2	1	3
3	3	1	3	1

1	2	0	1	3
2	3	0	1	0
3	2	1	0	3

С выходов блоков S0 и S1 снимаются двух разрядные числа, которые находятся на пересечении соответствующей строки и столбца таблицы. Старший и младший разряд полублоков (P₀₀ и P₀₃, P₁₀ и P₁₃) определяют номера строки, представленных в двоичном коде. Оставшиеся разряды (P₀₁ и P₀₂, P₁₁ и P₀₂) определяют номер столбца в S0 и S1

S0 = 1₁₀ = 01₂, S1 = 1₁₀ = 01₂, результат подстановки (2 числа по 2 бит) объединяются в 4 бита и поступают на перестановку P4.

0	1	0	1
---	---	---	---

Блок перестановки P4

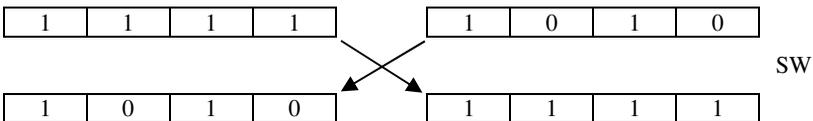
2	4	3	1
---	---	---	---

2	4	3	1
1	1	0	0

Результат перестановки P4 подается на вход сумматора по модулю 2, где складывается с L1

0	0	1	1	P4
1	1	0	0	L1
1	1	1	1	

Результат суммирования поступает на место левого полублока в SW, а на место правого записывается неизменный R1. В SW полублоки меняются местами.



2 раунд зашифрования

L2 →	1	2	3	4	5	6	7	8	← R2
	1	0	1	0	1	1	1	1	

Первый полублок (R2) поступает на вход блока расширения E/P с выхода которого снимается 8 бит

E/P							
r4	r1	r2	r3	r2	r3	r4	r1
1	1	1	1	1	1	1	1

Результат расширения суммируется по модулю 2 с 2 раундовым ключом

1	1	1	1	1	1	1	1	E/P
1	1	1	0	1	1	0	0	k2
0	0	0	1	0	0	1	1	

↓ ↓

00₂ = 0₁₀ = 0 столбец

← 01₂ = 1₁₀ = 1 строка ←

↓ ↓

01₂ = 1₁₀ = 1 столбец

← 01₂ = 1₁₀ = 1 строка ←

Результат суммирования разбивается на 2 полублока по 4 бит, которые поступают на блоки перестановки S0 и S1

	0	1	2	3	S0		0	1	2	3	S1
0	1	0	3	2		0	1	1	2	3	
1	3	2	1	0		1	2	0	1	3	
2	0	2	1	3		2	3	0	1	0	
3	3	1	3	1		3	2	1	0	3	

С выходов блоков S0 и S1 снимаются двух разрядные числа, которые находятся на пересечении соответствующей строки и столбца таблицы. Старший и младший разряд полублоков (P₀₀ и P₀₃, P₁₀ и P₁₃) определяют номера строки, представленных в двоичном коде. Оставшиеся разряды (P₀₁ и P₀₂, P₁₁ и P₀₂) определяют номер столбца в S0 и S1

S0 = 3₁₀ = 11₂, S1 = 0₁₀ = 00₂, результат подстановки (2 числа по 2 бит) объединяются в 4 бита и поступают на перестановку P4.

1	1	0	0
---	---	---	---

Блок перестановки P4

2	4	3	1
2	4	3	1
1	0	0	1

Результат перестановки P4 подается на вход сумматора по модулю 2, где складывается с L2

1	0	0	1	P4 L2
1	0	1	0	
0	1	1	1	

1	2	3	4	5	6	7	8	R2
0	1	1	1	1	1	1	1	

Блок из 8 бит поступает на IP⁻¹

4	1	3	5	7	2	8	6	IP ⁻¹
---	---	---	---	---	---	---	---	------------------

4	1	3	5	7	2	8	6	IP ⁻¹ C
1	0	1	1	1	1	1	1	

Зашифрованный текст будет иметь вид C = 10111111

Результаты исследования и их обсуждение

В итоге проведения данного анализа был выявлен главный недостаток метода, который заключается в том, что при лобовой атаке, сравнительно небольшие ключи из 8 бит, что в случае умышленного взлома может привести к получению зашифрованного текста злоумышленником. Также это одна из проблем самого DES шифра, в свою очередь альтернативой можно рассматривать тройной DES, IDEA или же Rijndael, принятые в качестве нового стандарта. На основе данного анализа были сформированы математические уравнения. В итоге искомые значения были найдены и подтверждены проверкой. Также по результатам анализа были определены основные недостатки данного протокола.

Заключение

В статье мы убедились, что симметричные системы шифрования представляют собой важный инструмент для обеспечения безопасности данных в современном мире. Они обладают как преимуществами, так и недостатками, и выбор конкретного алгоритма шифрования зависит от конкретных требований безопасности и конфиденциальности данных. Понимание стандартов шифрования данных помогает организациям и

отдельным пользователям выбрать наиболее подходящие методы защиты информации.

Список литературы:

1. Data Encryption Standard – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Data_Encryption_Standard
2. Data encryption standard (DES) | Set 1 – URL: <https://www.geeksforgeeks.org/data-encryption-standard-des-set-1/>
3. НОУ ИНТУИТ | Управление ключами шифрования и безопасности сети – URL: <https://intuit.ru/studies/courses/553/409/lecture/17872>
4. Алгоритм шифрования данных DES – URL: <https://protect.htmlweb.ru/des.htm>
5. The DES Algorithm Illustrated – URL: <https://manansingh.github.io/Cryptolab-Offline/ARTICLES/The%20DES%20Algorithm%20Illustrated.html>
6. Алгоритм шифрования DES – URL: https://spravochnick.ru/informatika/algorithm_shifrovaniya_des/
7. Симметричные криптосистемы – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Симметричные_криптосистемы
8. Симметричные криптографические системы – URL: https://kpfu.ru/staff_files/F105753572/EOR_KriptogrSistemy.pdf
9. Симметричное шифрование – URL: https://foxford.ru/wiki/informatika/simmetrichnoe-shifrovanie?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F
10. Симметричное шифрование: основы, AES vs DES, безопасность – URL: <https://sky.pro/wiki/javascript/simmetrichnoe-shifrovanie-osnovy-aes-vs-des-bezopasnost/>

СТАНДАРТЫ КАЧЕСТВА ДАННЫХ

Уланов Кирилл Анатольевич

*аспирант, кафедра информационных систем,
Московский государственный
технологический университет «Станкин»,
РФ, г. Москва*

Сосёнушкин Сергей Евгеньевич

*канд. техн. наук, доц.,
Московский государственный
технологический университет «Станкин»,
РФ, г. Москва*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются подходы к стандартизации проблемы контроля качества данных в современном цифровом обществе. Особое внимание уделяется как отечественным стандартам, так и международным стандартам.

Ключевые слова: качество данных, большие данные, цифровая трансформация.

В условиях стремительного развития цифровой экономики и информационного общества, данные становятся одним из важнейших ресурсов, определяющих эффективность и конкурентоспособность организаций. Высокое качество данных обеспечивает точность аналитики, правильность управленческих решений и надежность предоставляемых услуг. Однако, низкое качество данных может приводить к серьезным ошибкам, финансовым потерям и утрате доверия клиентов. В этой связи стандарты и нормативные акты, направленные на регулирование и обеспечение качества данных, приобретают особую значимость.

Российские стандарты ГОСТ Р 55064-2012 "Управление качеством данных. Основные положения"

Стандарт представляет собой национальный стандарт Российской Федерации, который устанавливает базовые требования и принципы управления качеством данных. Основная цель данного стандарта – обеспечение высокого уровня качества данных, что является критически важным для надежности и эффективности информационных систем [1].

Основные аспекты стандарта

1. Общие положения и цели: ГОСТ Р 55064-2012 определяет основные термины и концепции, связанные с управлением качеством данных. Стандарт устанавливает цели управления качеством данных, включая повышение точности, полноты, актуальности и согласованности данных.

2. Принципы управления качеством данных: Стандарт описывает основные принципы, которыми следует руководствоваться при управлении качеством данных:

- Комплексность: управление качеством данных должно охватывать все этапы жизненного цикла данных.
- Непрерывность: процессы улучшения качества данных должны быть постоянными и непрерывными.
- Интегрированность: качество данных должно интегрироваться в общую систему управления организацией.
- Прозрачность: все действия, связанные с управлением качеством данных, должны быть прозрачными и документированными.

3. Требования к процессам управления качеством данных: ГОСТ Р 55064-2012 устанавливает требования к процессам, необходимым для обеспечения и поддержания качества данных:

- Планирование качества данных: определение целей и задач по качеству данных, разработка планов и программ улучшения качества.
- Контроль качества данных: проведение регулярных проверок и аудитов качества данных, использование методов и инструментов для оценки качества.
- Улучшение качества данных: реализация мероприятий по исправлению выявленных проблем, внедрение лучших практик и новых технологий для улучшения качества данных.

4. Роли и ответственности: Стандарт описывает роли и ответственности участников процессов управления качеством данных, включая руководителей, сотрудников, ответственных за сбор, обработку и анализ данных, а также специалистов по качеству [2].

5. Методы и инструменты: ГОСТ Р 55064-2012 рекомендует использовать различные методы и инструменты для управления качеством данных, такие как статистический контроль, анализ первопричин, методики визуализации данных и т.д.

6. Документация и отчетность: Важным аспектом стандарта является требование к документированию всех процессов, связанных с управлением качеством данных. Это включает ведение журналов, составление отчетов о проверках и аудитах, документацию планов и программ улучшения качества.

Применение стандарта

ГОСТ Р 55064-2012 применяется в различных отраслях, где высокое качество данных играет ключевую роль. Это могут быть государственные учреждения, коммерческие организации, финансовые учреждения, медицинские учреждения и другие.

Стандарт помогает организациям выстраивать системный подход к управлению качеством данных, что способствует повышению надежности и эффективности их деятельности. Внедрение положений ГОСТ Р 55064-2012 позволяет минимизировать риски, связанные с использованием некорректных данных, и обеспечивает высокую степень доверия к информации, на основе которой принимаются управленческие решения.

ГОСТ Р ИСО 8000-1-2015 "Качество данных. Часть 1. Общие положения"

Этот стандарт определяет основные термины и концепции, связанные с качеством данных, а также описывает принципы, которые должны соблюдаться для обеспечения высококачественных данных. Он является адаптацией международного стандарта ISO 8000, что обеспечивает его соответствие международным требованиям [3].

ГОСТ Р ИСО/МЭК 25024-2014 "Информационная технология. Качество программных продуктов и систем. Измерения качества данных". Стандарт устанавливает параметры и методы измерения качества данных, включая такие показатели, как точность, полнота, согласованность и актуальность данных [4].

Международные стандарты

1. **ISO 8000-1:2011 "Data quality -- Part 1: Overview"**. Этот стандарт обеспечивает общее руководство по управлению качеством данных, охватывая основные принципы и требования к качеству данных. Он подчеркивает важность надежных и достоверных данных для эффективного функционирования информационных систем [5].

2. **DAMA-DMBOK2 (Data Management Body of Knowledge)**. Второе издание этого руководства, выпущенное DAMA International, является ключевым ресурсом для профессионалов в области управления данными. Оно охватывает широкий спектр тем, связанных с управлением качеством данных, включая стандарты и лучшие практики [6].

3. **ISQM "International Standard on Quality Management"**. Этот стандарт, разработанный IAASB, направлен на укрепление систем управления качеством в организациях, проводящих аудит и сопутствующие услуги. Он призван обеспечить проактивный подход к управлению

качеством данных и информацией, что особенно важно для аудиторских и консалтинговых компаний [7].

4. Стандарты JCI (Joint Commission International). JCI разрабатывает и внедряет строгие международные стандарты, направленные на повышение качества и безопасности данных в медицинских учреждениях. Эти стандарты включают требования к сбору и анализу данных в рамках систем улучшения качества в здравоохранении [8].

Заключение

Внедрение и соблюдение стандартов качества данных играет ключевую роль в обеспечении надежности и точности информации. Российские стандарты в значительной степени адаптированы к международным требованиям, что способствует интеграции в глобальную систему управления качеством данных. Международные стандарты, такие как ISO 8000 и DAMA-DMBOK, предлагают комплексные подходы и руководства, которые могут быть применены в различных отраслях для повышения качества данных.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 55064-2012. Управление качеством данных. Основные положения. – М.: Стандартиформ, 2012.
2. Шеин И.М. Управление качеством данных: практическое руководство. – М.: Альпина Паблишер, 2016.
3. ГОСТ Р ИСО 8000-1-2015. Качество данных. Часть 1. Общие положения.
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25024-2014. Информационная технология. Качество программных продуктов и систем. Измерения качества данных.
5. ISO 8000-1:2011. Data quality -- Part 1: Overview.
6. DAMA International. Introducing The Revised DAMA Data Management Body of Knowledge (2nd Edition).
7. IAASB. International Standard on Quality Management (ISQM) 1.
8. Joint Commission International. Standards for JCI Accreditation.

СЕКЦИЯ 5.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

СУЩЕСТВУЮЩИЕ ВИДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО МАСЛА ПО РАБОЧИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Замота Тарас Николаевич

*д-р техн. наук, проф.,
Луганский государственный университет
имени Владимира Даля,
РФ, г. Луганск*

Лошаков Александр Сергеевич

*аспирант,
Луганский государственный университет
имени Владимира Даля,
РФ, г. Луганск*

THE EXISTING TYPES OF DIAGNOSTICS OF AUTOMOTIVE OIL ACCORDING TO PERFORMANCE INDICATORS

Taras Zamota

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Lugansk State University named after Vladimir Dahl,
Russia, Lugansk*

Aleksandr Loshakov

*Postgraduate student,
Lugansk State University named after Vladimir Dahl,
Russia, Lugansk*

АННОТАЦИЯ

Статья рассматривает методы технической диагностики двигателей внутреннего сгорания по показателям работы моторных масел. Спектральный анализ масла позволяет выявлять неисправности на ранних этапах развития, а фотометрия помогает контролировать нерастворимые примеси. В методах оценки масла важными параметрами являются вязкость, щелочность, диспергирующие свойства и содержание воды. Подробно описаны методы их анализа, применимые в диагностике двигателей. Наиболее интересные для применения оценочные методики описаны в контексте их эффективности и разработанности. Важным выводом статьи является то, что комплексный анализ моторных масел позволяет получить подробную информацию о техническом состоянии двигателя, что является крайне важным для обеспечения его безотказной работы и долговечности.

ABSTRACT

The article examines the methods of technical diagnostics of internal combustion engines based on the performance of engine oils. Spectral analysis of the oil makes it possible to identify malfunctions in the early stages of development, and photometry helps to control insoluble impurities. In oil evaluation methods, the important parameters are viscosity, alkalinity, dispersing properties and water content. The methods of their analysis used in engine diagnostics are described in detail. The most interesting evaluation methods for application are described in the context of their effectiveness and sophistication. An important conclusion of the article is that a comprehensive analysis of engine oils allows you to obtain detailed information about the technical condition of the engine, which is extremely important to ensure its trouble-free operation and durability.

Ключевые слова: методы, диагностирование, двигатель, масло, спектральный анализ.

Keywords: methods, diagnostics, engine, oil, spectral analysis.

Один из наиболее распространенных и существующих методов технического диагностирования двигателей внутреннего сгорания (ДВС) является диагностирование по показателям работающего автомобильного масла. К основным его функциям относится, возможность раннего обнаружения неисправностей двигателя без остановки транспортного средства и разборки двигателя, установление необходимости своевременной замены масла, предотвращение отказов в двигателе из-за повышенного загрязнения и износа деталей. Данный метод широко используется при диагностировании двигателей различного назначения (стационарных,

судовых и автомобильных) и имеет своего определенного уровня технико-экономическую эффективность. Кроме метода, описанного выше, анализ моторных масел выполняют специализированные лаборатории или компании. Собственными лабораториями, занимающимися диагностированием двигателей по параметрам масла располагают нефтеперерабатывающие компании.

Моторное масло при работе в двигателе подвергается существенным изменениям – старение. Старение масла происходит из-за прямого взаимодействия с газообразными, жидкими и твердыми продуктами загрязнения. Помимо этого, подвергаясь воздействию высоких температур, масло интенсивно окисляется, полимеризуется и коксуется. Продукты, образующиеся в результате всех этих процессов, накапливаются в масле и приводят к значительному изменению его свойств [2].

Следовательно, работающее масло является носителем комплексной информации о работе двигателя с точки зрения износа пар трения, развивающихся дефектов отдельных деталей или узлов двигателя, отклонений в протекании рабочего процесса, работоспособности смазочной системы, топливopодачи, охлаждения, фильтрации воздуха и т.п.

Наиболее распространённый в практике диагностирования ДВС для определения содержания продуктов износа получил спектральный анализ масла. Информация после спектрального анализа имеет свойства высокой информативности и быстродействия при выдаче результатов. Современные модели спектрометров позволяют контролировать динамику износа практически всех деталей двигателя. В настоящее время наибольшее распространение получили два метода спектрального анализа масел: эмиссионный и атомно-абсорбционный. При диагностировании применяются приборы, использующие оба метода.

Спектральный анализ позволяет определить как количественную сторону развивающегося дефекта в паре трения по изменению концентрации продуктов износа, так и качественную, то есть определить, какой именно металл находится в масле и какой кинематической паре он принадлежит [4]. Спектральный анализ позволяет определить также пыль (по концентрации кремния), поступающую в двигатель воздухом, и охлаждающую жидкость проникающую в масло через уплотнения. В таблице 1 приведены элементы-индикаторы износа деталей современных двигателей.

Таблица 1.

Элементы-индикаторы, характеризующие состояние деталей двигателей

Элемент-индикатор	Изменение состояния двигателя, характеризуемое появлением элементов-индикаторов в масле
Железо	Износ гильз цилиндров, шеек коленчатого вала, подшипников качения, зубьев шестерен и др.
Алюминий	Износ поршня, антифрикционного слоя подшипников скольжения, попадание пыли из воздуха и др.
Свинец, медь	Износ и выкрашивание подшипников скольжения
Олово	Износ подшипников скольжения, поршневых колец и др.
Хром, молибден	Износ поршневых колец
Кремний	Попадание пыли из воздуха
Никель	Износ подшипников качения, клапанов и др.
Магний	Попадание воды в масло

Современные модели спектрометров позволяют определить до 25 элементов индикаторов износа деталей, пыли, антифриза и концентрации присадок масла. В практике диагностирования ДВС применяются приборы, обладающие чувствительностью от 10^4 до 10^{-6} %.

В России наибольшее распространение получили спектрометрические приборы модельного ряда МФС (производства ЛЮМО), в которых применен метод вращающегося электрода, обладающий сравнительно малой трудоемкостью и быстротой проведения анализа с приемлемой для целей диагностирования чувствительностью.

Однако спектральный анализ не решает всех проблем диагностирования ДВС.

Некоторые неисправности систем и узлов двигателя, вызывающие ухудшение топливоподачи, процесс сгорания, уплотнения поршней в цилиндрах, загрязнение деталей, могут вначале не проявляться в увеличении интенсивности изнашивания, но затем отразиться на двигателе в виде аварийных интенсивностей изнашивания и задигов. Поэтому для более полного представления о техническом состоянии двигателя необходим комплексный физико-химический анализ масла [1].

Примеси, загрязняющие масло. В процессе работы в ДВС в масле накапливаются нерастворимые продукты загрязнения. Кроме продуктов износа деталей, пыли воздуха и продуктов разложения металлосодержащих присадок, в масле накапливаются также нерастворимые продукты, образующиеся в результате поступления сажи и других продуктов сгорания топлива, а также окисления и термоокислительной деструкции самого масла.

Интенсивность накопления и количество примесей в масле определяется собственными его свойствами, тепловым режимом работы двигателя, качеством топлива и эффективностью его сгорания, герметичностью камеры сгорания, эффективностью системы фильтрации масла и рядом других факторов.

Таким образом, количественное содержание загрязняющих примесей в масле и их качественный состав являются параметром, несущим информацию о техническом состоянии двигателя, работоспособности его отдельных систем и пригодности самого масла. Однако этот показатель не обладает однозначностью, так как на процесс накопления примесей оказывает влияние большое количество факторов. Например, при применении масел с высокими диспергирующими свойствами, накопление в них примесей не отражает работоспособности масла до тех пор, пока фильтр не забит отложениями, а масло сохраняет запас щелочности и диспергирующих свойств.

Для оценки загрязнения масла применяются методы определения содержания примесей путем фильтрации раствора масла в бензине или других растворителях через бумажные или мембранные нитроцеллюлозные фильтры. Используются также методы, основанные на центрифугировании масла в растворе легких нефтяных растворителей. Для целей диагностирования наиболее пригодны фотометрические методы определения нерастворимых примесей, позволяющие вести не только систематический контроль накопления в масле нерастворимых примесей, но и оценивать работу системы фильтрации, качество рабочего процесса двигателя, диспергирующую способность различных марок масла. Преимуществом фотометрического метода является быстрота проведения анализа [3].

Диспергирующие свойства масла. Техническое состояние двигателя оказывает влияние не только на общее количество накопленных в масле примесей, но и их размеры, дисперсный состав, способность откладываться на деталях. Диспергирующая способность масла является одним из его важнейших эксплуатационных показателей, обеспечивающих чистоту двигателя и надежность его работы, а также сроки службы масел. Чем интенсивней процессы окисления масла и накопления в нем примесей, тем быстрее происходит «срабатывание» диспергирующих присадок. Проникновение в масло охлаждающей жидкости, неисправности в работе агрегатов очистки масла, ухудшение распыления топлива форсунками и ряд других неисправностей существенно снижает запас диспергирующих свойств. Следовательно, запас этих свойств, характеризующий степень старения масла является ценным диагностическим параметром, влияющим, кроме того, на техническое состояние двигателя.

Наиболее распространенным методом оценки диспергирующих свойств является метод бумажной хроматографии. Сущность метода заключается в нанесении на фильтровальную бумагу капли работавшего масла и определения величины и характера пятна, получаемого после его впитывания. По этому методу на хроматограмме различают центральное ядро, соответствующее расплыву капли масла на поверхности фильтровальной бумаги, краевую зону, а также зону диффузии, то есть кольцо очерченное нерастворимыми в масле продуктами загрязнения вокруг ядра. Чем больше площадь диффузии, тем выше оценивается диспергирующая способность (ДС) масла. Количественная оценка ДС производится по площади зоны диффузии на хроматограмме по выражению:

$$ДС = \frac{1 - d^2}{D^2} \quad (1)$$

где: d – средний диаметр центрального ядра, мм

D – средний диаметр внешнего кольца зоны диффузии, мм

При значении $ДС=1$ масло полностью сохраняет запас диспергирующих свойств, при $ДС=0$ запас исчерпан. Неудовлетворительными считаются $ДС 0,3-0,35$ усл. единиц.

Щелочность масла. Щелочность один из наиболее важных показателей качества моторных масел, оказывающих значительное влияние на надежность и долговечность двигателей. Запас щелочности особенно важен для масел, предназначенных для форсированных двигателей, где процессы окисления протекают интенсивно и образуется большое количество кислых соединений. «Срабатывание» присадок, то есть уменьшение щелочности масла при работе в двигателе происходит в результате одновременного действия многих факторов. Происходит нейтрализация щелочными присадками кислых продуктов, накапливающихся в масле за счет его окисления и сгорания топлива, разложение щелочных присадок под воздействием высоких температур, взаимодействие щелочных присадок с другими, находящимися в масле.

Кроме щелочности масла для оценки запаса моюще-нейтрализующих свойств используется водородный показатель масла рН. Масла с металлосодержащими присадками обладают эффективными моюще-нейтрализующими свойствами до тех пор, пока величина концентрации водородных ионов в масле рН выше 6. Резкое увеличение износа для таких масел наблюдается при снижении рН ниже 4 – 4,5.

Вязкость масла. Вязкость является важнейшим свойством масла, от которого в значительной степени зависит режим смазки пар трения, отвод тепла от рабочих поверхностей и уплотнение зазоров, величина энергетических потерь в двигателе, его эксплуатационные качества. Вязкость

масла – параметр, реагирующий на изменение работоспособности систем двигателя, режимов работы, уровня технического обслуживания и используется поэтому в качестве диагностического параметра. Интенсивность увеличения вязкости зависит от температурных условий в зонах окисления, качества топлива (содержания в нем серы), совершенства процесса сгорания, эффективности системы фильтрации масла, наличия в нем охлаждающей жидкости и др. В таблице 2 показано влияние качества рабочего процесса двигателя на загрязнение масла и его вязкость.

Таблица 2.

Зависимость вязкости работавшего масла от качества процесса сгорания

№ масла	Вязкость свежего масла 50 ⁰ С,мм ² /с	Работавшее масло Малая дымность отработавших газов Вязкость 50 ⁰ С,мм ² /с	Работавшее масло Высокая дымность отработавших газов Вязкость 50 ⁰ С, мм ² /с
1	81,4	89,7	105,9
2	43,3	49,5	73,8
3	36,2	39,5	60,9
4	41,4	48,7	64,9
5	63,3	72,2	92,7

При работе двигателя в масло может попадать топливо как по причине неполного сгорания, так и вследствие утечек из топливной системы. Утечки топлива из топливной системы заметно снижают вязкость масла и отрицательно влияют на надежность работы двигателя. Особенно сильное влияние вязкость масла оказывает на работоспособность подшипников скольжения коленчатого вала.

Наряду с вязкостью масла, для оценки герметичности топливной системы и степени разжижения масла топливом используется параметр «температура вспышки», характеризующий наличие в масле более легких топливных фракций. Современные масла имеют температуру вспышки выше 200⁰С, дизельное топливо – выше 55⁰С. Считается, что снижение температуры вспышки пробы масла менее 180⁰С достоверно указывает на присутствие в масле топлива.

Значительное увеличение вязкости масла также нежелательно, так как это приводит к ухудшению поступления масла к парам трения, снижению работоспособности системы фильтрации масла, ухудшению пусковых свойств двигателя.

Для диагностирования технического состояния двигателей представляют интерес экспресс-методы, позволяющие оценить уровень

вязкости работавшего масла за короткое время. Большинство методов основано на сравнении времени истечения работавшего и свежего масел из сосудов с калиброванным отверстием.

Содержание воды (охлаждающей жидкости). Обводнение моторных масел в процессе работы является частым явлением. Основной причиной проникновения охлаждающей жидкости в масло является нарушение герметичности системы охлаждения двигателя. Попадание воды в картер приводит к повышению коррозионного износа деталей, интенсивному шлако- и нагарообразованию, снижению диспергирующей и нейтрализующей способности масел. При обводнении масла происходит также интенсивная забивка фильтрующих элементов смолистыми отложениями, преждевременный выход их строя.

В основе большинства методов количественного определения содержания воды лежит химическое взаимодействие воды, растворенной в масле с калим-либо реактивом. Однако, использование их в качестве экспресс - методов нецелесообразно из-за значительных затрат времени на проведение анализа. Простейшие методы, позволяющие экспрессно определить качественное содержание воды, основаны на конденсации водяных паров из нагретого масла. Такие методы применяют для предварительной оценки степени обводнения масла или в полевых условиях.

Список литературы:

1. Замота Т.Н. Усовершенствование системы эксплуатации легковых автомобилей при существующей точности деталей и анализе потока / Т.Н. Замота, О.Н. Замота, Е.Т. Гринько // Научный вестник Луганского государственного аграрного университета. – Луганск: ГОУ ВО ЛНР ЛГАУ. – 2021. – № 3 (12). – С. 283-290.
2. Замота Т.Н. Анализ технико-экономических затрат на эксплуатацию автомобиля в пределах жизненного цикла / Т.Н. Замота, О.Н. Замота, Е.Т. Гринько // Вестник ЛГУ им. В. Даля, №7 (61), 2022. – С. 59–65.
3. Зорин А.И. Повышение эффективности ремонтнообслуживания средств механизации АПК на основе организационно-инженерных мероприятий на примере Удмуртской Республики [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.03 / А.И. Зорин // Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Санкт-Петербург – Пушкин, 2006. – 387 с.
4. Курлышев О.В. Методы и программно-аппаратные средства дистанционного контроля состояния узлов автомобиля [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.11.13 / О.В. Курлышев // Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. – Ижевск, 2006. – 229 с.

МОДИФИКАЦИИ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ VAZ-2121 (НИВА)

Ладанов Владимир Ильич

*доц.,
ФГКВОУ ВО «Пермский военный институт
войск национальной гвардии Российской Федерации»,
РФ, г. Пермь*

Мелконян Артем Сергеевич

*курсант,
ФГКВОУ ВО «Пермский военный институт
войск национальной гвардии Российской Федерации»,
РФ, г. Пермь*

SUSPENSION MODIFICATIONS OF THE VAZ-2121 CAR (NIVA)

Vladimir Ladanov

*Associate Professor,
Perm Military Institute of the National Guard Forces,
Russia, Perm*

Artem Melkonyan

*Cadet,
Perm Military Institute of the National Guard Forces,
Russia, Perm*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрены различные модификации подвески автомобиля VAZ-2121, их необходимость в современных условиях эксплуатации и обеспечение безопасного вождения в сложных условиях местности.

ABSTRACT

This article discusses various modifications of the suspension of the VAZ-2121 car, their need in modern operating conditions and ensuring safe driving in difficult terrain conditions.

Ключевые слова: автомобиль ВАЗ-2121, модификации, подвеска.
Keywords: VAZ-2121 car, modifications, suspension.

Автомобили ВАЗ-2121 «Нива» известны своей надежной и жесткой подвеской, которая позволяет имея ограниченные возможности преодолевать самые сложные дорожные условия. Подвеска данного внедорожника разработана с учетом особенностей эксплуатации в условиях off-road и прочности на местности. История развития подвески Нивы берет свое начало в 1971 году, когда началась разработка данного автомобиля на базе конструкторской документации фирмы «Chevrolet» и итальянской компании «FIAT». Оригинальная подвеска Нивы была создана с учетом того, что автомобиль должен быть способен преодолевать сложные участки бездорожья для чего требовалась жесткость и надежность подвески. Современная подвеска Нивы включает в себя жесткую переднюю балку, простые рычаги подвески и продольные тяги. Особенностью подвески Нивы является отсутствие рессорных листов. Вместо этого использована своеобразная система скручивания стоек амортизаторов, что обеспечивает автомобилю отличную устойчивость на бездорожье и более комфортное передвижение по городу.

Основные преимущества подвески Нивы:

1. Простота и надежность конструкции, что позволяет уменьшить вероятность поломок и увеличить срок службы автомобиля.
2. Уникальные ходовые качества, позволяющие без труда преодолевать сложные бездорожные участки.
3. Отличная управляемость и устойчивость на дороге, благодаря четко настроенной геометрии подвески.

Кроме того, подвеска Нивы позволяет регулировать высоту подвески, что особенно полезно при движении по неровной местности или при пересечении препятствий. Это делает возможным адаптацию автомобиля к различным условиям дороги и повышает комфорт вождения как в городе, так и за его пределами. Уникальной чертой подвески Нивы также является ее простота в обслуживании и возможность самостоятельной настройки. Владельцы автомобиля могут легко проводить проверку и регулировку подвески, что позволяет поддерживать ее в отличном состоянии на протяжении всего срока эксплуатации. Знание особенностей и преимуществ подвески Нивы поможет владельцам этого внедорожника более полно использовать его потенциал и наслаждаться уверенным и комфортным вождением в любых условиях.

Модель "Нива" имеет несколько модификаций, каждая из которых предлагает определенные характеристики и функциональность:

1. ВАЗ-2121 "Нива" - это классическая версия внедорожника, оснащенная средними возможностями и базовым комплектом опций.

2. ВАЗ-21213 "Нива" (Polar) - вариант, адаптированный для работы в суровых климатических условиях, обладает повышенной защитой от воды и холода.

3. ВАЗ-21214 "Нива" (Urban) - более комфортабельная версия с улучшенной отделкой салона, более комфортной подвеской и дорожным просветом.

4. ВАЗ-21215 "Нива" (Pick-up) - вариант с платформой для перевозки грузов, который может быть использован как коммерческое транспортное средство.

5. ВАЗ-2131 "Нива" (Targa) - с откидным верхом, для тех, кто предпочитает открытый тип внедорожника.

Каждая модификация имеет свои особенности и предназначена для определенных целей и потребностей.

Задача модификации подвески ВАЗ 2121 состоит в улучшении основных проблем, с которыми сталкиваются владельцы этого внедорожника. Одной из главных проблем является жесткость подвески, что часто приводит к дискомфорту при езде по неровностям дороги. Кроме того, низкая геометрия подвески может ограничивать проходимость автомобиля и способность преодолевать препятствия на дороге. Для улучшения подвески необходимо внести ряд изменений. Во-первых, можно заменить пружины и амортизаторы на более мягкие и продолжительно действующие. Это позволит снизить удары на неровностях дороги и улучшить комфорт при езде. Во-вторых, стоит обратить внимание на увеличение клиренса подвески, что позволит автомобилю преодолевать больше препятствий на дороге. Помимо этого, можно установить на ВАЗ 2121 дополнительные элементы подвески, такие как стабилизаторы поперечной устойчивости и кросс-бары. Они помогут снизить крен кузова и улучшить управляемость автомобиля. Важно также обратить внимание на качество монтажа подвески, чтобы избежать возможных проблем с шумом и стуки при движении. На протяжении многих лет стандартная подвеска ВАЗ 2121 была предметом модификаций и улучшений со стороны автолюбителей. Анализ существующих модификаций позволяет выявить их достоинства и недостатки. Одной из наиболее популярных модификаций является замена пружин на более жесткие и упругие. Это позволяет улучшить управляемость автомобиля и повысить стабильность на дороге. Однако, более жесткая подвеска может привести к увеличению жесткости передвижения, что может быть неприятным для пассажиров на неровной дороге. Другой модификацией, которая часто используется, является установка амортизаторов повышенной прочности. Эта модификация

обеспечивает более плавное и комфортное движение автомобиля, особенно на пересеченной местности. Однако, стоит учитывать, что амортизаторы повышенной прочности могут быть дороже и требуют более тщательного обслуживания. Также существуют модификации, связанные с заменой рычагов подвески и установкой более надежных и прочных деталей. Это улучшает надежность и долговечность подвески автомобиля, однако может требовать дополнительных затрат на приобретение запчастей и профессиональную установку.

При модификации подвески ВАЗ 2121, необходимо учесть долговечность и надежность компонентов. Один из ключевых этапов - выбор подходящих деталей для улучшения работы подвески. Во-первых, следует обратить внимание на выбор амортизаторов, которые должны быть приспособлены к требованиям эксплуатации автомобиля. Важно учитывать его вес, способность к амортизации ударов и регулируемость. Также необходимо обратить внимание на пружины. Они должны предоставлять подходящую жесткость, особенно если автомобиль будет использоваться в условиях бездорожья. Размер и тип подушек стабилизатора также могут быть приемлемыми вариантами для модификации подвески. Они могут помочь в поддержании стабильности автомобиля на дороге. Кроме того, рекомендуется установить дополнительные детали, такие как поперечные рычаги, регуляторы жесткости и другие элементы, которые позволят улучшить общую работу подвески. Все эти компоненты должны быть правильно установлены и периодически обслуживаться, чтобы обеспечить оптимальную работу подвески ВАЗ 2121. Для успешной модификации подвески ВАЗ 2121 необходимы специальные инструменты, а также следование определенным советам и рекомендациям.

В первую очередь, необходимо подготовить следующие инструменты: тележку для подъема автомобиля, специальные ключи и отвертки для регулировки подвески, пресс или тиски для установки новых пружин и амортизаторов, а также измерительные инструменты для проверки уровня и угла наклона подвески. Советуем начать модификацию с изучения руководства по эксплуатации особенностей и рекомендаций производителя и советоваться с опытными автомеханиками. Это поможет избежать ошибок и повреждений. При модификации подвески следует учитывать тип дорог и условия эксплуатации автомобиля. Например, для плавного движения по городу рекомендуется установить амортизаторы с мягкой настройкой, а для бездорожья – жесткие амортизаторы и пружины. Не забывайте о правильной настройке геометрии подвески – это позволит улучшить управляемость автомобиля и увеличить сцепление с дорогой. Регулировка угла схождения и угла уклона подвески должна производиться с точным соблюдением данных производителя.

При модификации подвески ВАЗ 2121 можно ожидать значительных улучшений в комфорте и управляемости автомобиля. Замена стандартных амортизаторов на более современные и качественные модели позволит снизить уровень вибраций и шума в салоне, что сделает поездку более приятной и комфортной как для водителя, так и для пассажиров.

Также, модернизация подвески позволит существенно улучшить управляемость автомобиля. Новые амортизаторы обеспечат лучшую стабилизацию и адаптацию к дорожным условиям, что позволит автомобилю более уверенно держаться на дороге. Благодаря этому, водитель сможет легче и точнее управлять автомобилем, повысив уровень безопасности передвижения.

Кроме того, модификация подвески способствует улучшению проходимости автомобиля. Замена пружин на более жесткие и устойчивые, а также установка антиролл-прокладок, позволят автомобилю лучше справиться с пересеченной местностью и преодолевать преграды.

Таким образом, модификация подвески ВАЗ 2121 позволяет не только повысить комфорт и улучшить управляемость автомобиля, но и повысить его проходимость.

Список литературы:

1. Каталог узлов, деталей и запасных частей ВАЗ 21213 и модификаций. (Москва «Астрель-аст» 2004). – С. 34-49.
2. Автомобили ВАЗ -21213, ВАЗ 21214 альбом плакатов. (Тольятти – Россия- АО Автоваз 2001 год.). – С. 76-99.
3. Нива ВАЗ-21213, -21214 с двигателями 1,7; 1,7i. Устройство, обслуживание, диагностика, ремонт. Иллюстрированное руководство. – С. 53-65.

МОДИФИКАЦИЯ ПОДВЕСКИ УАЗ "PATRIOT"

Ладанов Владимир Ильич

*доц.,
ФГКВОУ ВО «Пермский военный институт
войск национальной гвардии Российской Федерации»,
РФ, г. Пермь*

Терзян Дмитрий Алексеевич

*курсант,
ФГКВОУ ВО «Пермский военный институт
войск национальной гвардии Российской Федерации»,
РФ, г. Пермь*

MODIFICATION OF THE UAZ "PATRIOT" SUSPENSION

Vladimir Ladanov

*Associate Professor,
Perm Military Institute of the National Guard Forces,
Russia, Perm*

Dmitriy Terzyan

*Cadet,
Perm Military Institute of the National Guard Forces,
Russia, Perm*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрены возможности модификации подвески УАЗ "PATRIOT", что является актуальной проблемой в современном мире.

ABSTRACT

This article discusses the possibilities of modifying the UAZ "PATRIOT" suspension, which is a pressing problem in the modern world.

Ключевые слова: оптимальный тип подвески, стоимость автомобиля и его работоспособность, качество и надежность.

Keywords: optimal type of suspension, vehicle cost and performance, quality and reliability.

УАЗ “Patriot” – это автомобиль, который завоевал популярность среди владельцев внедорожников благодаря своей надежности и простоте в обслуживании. Однако, как и любой другой автомобиль, он имеет свои слабые места. Одной из таких слабых сторон является подвеска, которая не всегда удовлетворяет требованиям владельцев. В этой статье мы рассмотрим возможности модификации подвески УАЗ “Patriot”, чтобы повысить его проходимость и комфортность.

В первую очередь следует отметить, что модификация подвески – это широкий спектр работ, начиная от замены пружин и амортизаторов до установки комплексных систем подвески. Первым шагом может быть замена заводской пружинно-амортизаторной системы на более жесткую или наоборот – более мягкую. Это позволит вам выбрать оптимальный тип подвески для конкретных условий эксплуатации вашего автомобиля. Вторым шагом может быть установка дополнительного амортизатора или устройства для регулировки высоты подвески, что позволит повысить проходимость автомобиля и лучше адаптироваться к различным дорожным условиям. Модификация подвески УАЗ “Patriot” – это не только возможность повысить его ходовые качества, но и сделать поездку на нем более комфортной как для вас, так и для пассажиров.

История подвески УАЗ “Patriot” начинается с исходного варианта, который предоставлял некоторые ограничения и не всегда удовлетворял требованиям владельцев. Основными проблемами были жесткость подвески и недостаточная устойчивость на дороге.

Однако, с течением времени, производитель УАЗ провел ряд модификаций, чтобы улучшить подвеску и сделать “Patriot” более комфортным и управляемым автомобилем.

Одним из самых существенных изменений стала замена задних продольных рессор на поперечные блоки, что позволило улучшить устойчивость при движении по неровностям и повысило комфортность пассажиров.

Также были внесены изменения в переднюю подвеску, включая установку амортизаторов с большим ходом, что снизило степень жесткости и позволило автомобилю лучше справляться с испытаниями на бездорожье.

Кроме того, некоторые владельцы Патриота применяют свои собственные модификации подвески, включая установку подвесного лифта или замену амортизаторов на более продвинутые модели

Стандартная подвеска УАЗ “Patriot” имеет несколько основных проблем, которые негативно сказываются на комфорте и управляемости автомобиля. Во-первых, она характеризуется слишком жестким ходом и плохой амортизацией, что приводит к неприятным тряске и ухабиистой

езде на неровных дорогах. Кроме того, стандартные пружины и амортизаторы быстро выходят из строя, особенно при езде в условиях бездорожья и на загруженном автомобиле.

Однако эти проблемы можно решить с помощью модификации подвески. Например, установка пружин и амортизаторов повышенной жесткости позволит снизить тряску и повысить комфорт при движении. Также стоит обратить внимание на возможность установки оригинальных золотниковых амортизаторов, которые обеспечивают лучшую амортизацию и долговечность.

Другим важным аспектом модификации подвески является увеличение дорожного просвета. УАЗ “Patriot” имеет низкую клиренс, что ограничивает его возможности при езде по бездорожью. Установка подъемной комплектации подвески позволит значительно улучшить проходимость автомобиля и справиться с пересеченной местностью.

Существует несколько типов модификаций подвески для УАЗ “Patriot”, которые могут быть выполнены в заводских условиях или после покупки автомобиля. Одним из наиболее популярных вариантов является небольшое улучшение подвески, которое может включать в себя замену амортизаторов или пружин на более современные и качественные модели. Это может значительно улучшить ездовые характеристики автомобиля, сделав его более комфортным и устойчивым на дороге.

Другой тип модификации подвески – это полная замена заводской подвески на более продвинутую и производительную. В таком случае, все элементы подвески, включая амортизаторы, пружины, балансиры и рычаги, заменяются на более современные и прочные аналоги. Эта модификация может быть более затратной и требует определенных навыков и опыта для установки. Однако, она значительно повысит проходимость и устойчивость уаза, делая его готовым к самым сложным условиям бездорожья.

Таким образом, модификация подвески для УАЗ “Patriot” может быть как небольшим улучшением, так и полной заменой заводских элементов

При модификации подвески УАЗ “Patriot” есть как положительные, так и отрицательные аспекты, на которые стоит обратить внимание перед тем, как приступить к модернизации.

Одним из главных плюсов модифицированной подвески является повышение проходимости автомобиля. Более высокий клиренс позволит легче преодолевать препятствия на бездорожье, а установка более жестких амортизаторов и пружин повысит стабильность и управляемость машины.

Кроме того, модификация подвески может улучшить комфорт во время движения. Более мягкая подвеска придает автомобилю плавность хода и уменьшает вибрации, что особенно актуально при езде по неровным дорогам.

Однако необходимо учитывать и некоторые минусы модифицированной подвески. Она может повлиять на стоимость автомобиля и его работоспособность. Некоторые модификации требуют значительных финансовых затрат, а также возможно переоборудование других систем автомобиля, таких как рулевое управление или тормоза.

Важно также отметить, что модифицированная подвеска может привести к ухудшению управляемости и стабильности автомобиля при высоких скоростях на асфальтированных дорогах

При выборе и установке модифицированной подвески для УАЗ “Patriot” следует учесть несколько важных факторов. В первую очередь необходимо определиться с целями и ожиданиями от изменения подвески. Если целью является повышение проходимости автомобиля, то рекомендуется выбирать подвеску с большим клиренсом и более жесткими пружинами. Такая подвеска позволит более безопасно преодолевать препятствия на дороге и улучшит управляемость автомобиля.

Также следует учитывать специфику эксплуатации автомобиля. Если Патриот используется преимущественно для городской езды и возможность повышения проходимости не является приоритетной, то можно выбрать подвеску с комфортной настройкой. Это позволит увеличить уровень комфорта во время движения и снизить утомляемость.

При выборе модифицированной подвески также следует обратить внимание на качество и надежность производителя. Оптимальным вариантом является приобретение подвески у проверенных и рекомендованных производителей. Такой выбор обеспечит долговечность и надежность установленной системы.

Установку модифицированной подвески лучше доверить профессиональным механикам. Они имеют необходимые знания и опыт, чтобы провести установку качественно и безопасно.

Список литературы:

1. Руководство по эксплуатации автомобиля УАЗ “Патриот”
2. Международный военно-технический форум “Армия - 2020” - официальный сайт. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://rusarmyexpo.ru/army2022/army_archive/armyarchive2020
3. Семейство УАЗ “Патриот” - официальный сайт. [Электронный ресурс] - Режим доступа - http://www.uazservice.ru/stati/models_uaz.html

НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ. АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Фёдоров Владислав Борисович

*аспирант,
Псковский государственный университет,
РФ, г. Псков*

NEW HORIZONS IN PRODUCTION. ADDITIVE TECHNOLOGIES AND THEIR APPLICATION

Vladislav Fedorov

*Graduate student,
Pskov State University,
Russia, Pskov*

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматриваются прогрессивные методы получения заготовок, в основе которых лежит применение аддитивных технологий. На сегодняшний день аддитивное производство входит в третье десятилетие своего развития, ежегодно совершенствуя существующие и внедряя новые технологии, которые необходимо рассмотреть, а также выделить их достоинства и недостатки. При изучении направлений развития аддитивного производства стоит обратить внимание на более перспективные методы, комплексное исследование которых способствует темповому росту уровня современной промышленности.

ABSTRACT

This paper discusses advanced methods for producing workpieces, which are based on the use of additive technologies. Today, additive manufacturing is entering the third decade of its development, annually improving existing and introducing new technologies that need to be considered, as well as highlighting their advantages and disadvantages. When studying the directions of development of additive manufacturing, it is worth paying attention to more promising methods, the comprehensive study of which contributes to the rapid growth of the level of modern industry.

Ключевые слова: аддитивное производство, аддитивные технологии, перспективные методы производства, современная промышленность.

Keywords: additive manufacturing, additive technologies, advanced production methods, modern industry.

Новые технологии играют ключевую роль в развитии промышленности, стимулируют рост, производительности и конкурентоспособности компаний. Без внедрения новых разработок производство быстро становится неэффективным, продукция перестает быть востребованной, а значит, не приносит прибыль. Несмотря на то, что инновации кажутся глобальным трендом лишь нескольких последних десятилетий, человечество внедряет такие решения давно. Тысячелетия назад ими стали изготовление металлических орудий труда, колеса и т.д. Несколько столетий назад – появление электричества, конвейера и мануфактур. Называть их инновациями не принято – термин относится скорее к последним достижениям научно-технического прогресса. Однако когда-то именно они были инновациями. И направлены они были в первую очередь на повышение производительности труда.

Современное производство либо является экономически нецелесообразным, либо невозможно без внедрения определённых инноваций:

- Цифровизация и индустрия.
- Искусственный интеллект (ИИ).
- 3D-печать.
- Робототехника и автоматизация.
- Современные материалы.
- Цифровые двойники.

Аддитивное производство, включающее в себя все приведённые выше тенденции – это создание изделий, основанное на поэтапном добавлении материала на основу в виде плоской платформы или осевой заготовки. Суть аддитивного производства – в сложении, а не вычитании [1]. Если при традиционном производстве вначале имеется заготовка, от которой потом отсекается все лишнее, то в случае с аддитивными технологиями новое изделие создается из расходного материала: пластика, металла, бетона и, возможно, в будущем – человеческой ткани.

К основным преимуществам аддитивного производства можно отнести [3]:

1. Стоимость изделия.
2. Экономия энергии и минимизация материальных отходов.
3. Рентабельность изготовления прототипов.
4. Краткосрочные производственные циклы.

5. Сокращение номенклатуры оснастки.
6. Возможность воссоздания и оптимизации существующих изделий.
7. Повышение надёжности и долговечности деталей.
8. Исключение операции сборки для сложных деталей, посредством создания цельной.
9. Уникальная поддержка новых методов проектирования, основанных на ИИ.
10. Поддержка решетчатых структур.

Недостатки аддитивных технологий:

1. Возможность образования пор в структуре изделия.
2. Стоимость расходных материалов (порошковые материалы, инертный газ).
3. Отклонения и неточности из-за скоростного процесса изготовления.
4. Необходимость удаления подложки и поддерживающего материала на заключительном этапе производства.

Аддитивное производство все больше входит в современную жизнь, несмотря на имеющиеся недостатки. Впрочем, с развитием технологий многие из них со временем можно устранить. По оценкам экспертов, применение аддитивных технологий будет охватывать до половины всего производства, в особенности области, где требуется точность геометрических форм и размеров.

Основными отраслями, имеющими строгий регламент качества производимых и применяемых изделий, являются:

- Авиационная и аэрокосмическая промышленность
- Машиностроение
- Судостроение
- Медицина

Аддитивное производство обретает все более важную роль в авиастроительной отрасли за счет более коротких производственных циклов, повышенной экономичности и практически неограниченной свободы дизайна [2].

К аддитивным технологиям, имеющим наибольшие перспективы в авиационной отрасли, относятся: селективное сплавление металлических порошков, спекание высокотемпературных пластиковых материалов, изготовление деталей из керамических порошков, а также лазерная наплавка металлических порошков.

Селективное сплавление позволяет получать детали непосредственно из порошка, минуя или минимизируя промежуточные и подготовительные операции (разработка и изготовление литейной или штамповой

оснастки, механическая обработка и т. д.). По предварительно построенной CAD модели происходит послойное «выращивание» детали, толщина слоя при этом может варьироваться от 20 до 100 мкм.

Лазерная порошковая наплавка связана с наплавлением порошка, подаваемого роботизированным дозировщиком в виде газопорошковой смеси через специальную дюзу малого сечения. Такая технология может быть востребована не только для ремонта и упрочнения поверхности детали, но и для создания принципиально новых градиентных материалов или деталей с внутренними силовыми элементами и внешними износостойкими покрытиями, которые могут быть получены за один технологический цикл производства.

Применение аддитивных технологий в авиационной промышленности обеспечивает [6]:

- изготовление сложнопрофильных и уникальных деталей с минимальным использованием дорогостоящей оснастки и механообработки;
- повышение рентабельности производства малой серии и эксклюзивных вариантов;
- снижение веса деталей газотурбинного двигателя за счет оптимизации топологии деталей (уменьшения толщины стенок, элементов, создания сотовых и иных структур, в том числе и т. н. бионического дизайна);
- возможность создания комплексных, интегрированных деталей за один технологический цикл;
- управление физико-механическими свойствами создаваемого изделия.

Для машиностроения, как одной из ключевых отраслей российской экономики, так же исключительно важны разработки нового оборудования и применение передовых решений. 3D-технологии всецело отвечают этим потребностям. Совершенствуясь, они обеспечивают все большую эффективность, позволяя предприятиям сократить и упростить технологический процесс и оптимизировать расходы на производство.

Посредством 3D-печати в машиностроении решаются следующие задачи [4]:

- Функциональное тестирование и прототипирование.
- Изготовление технических прототипов для отработки конструкции изделий.
- Проведение технологических экспериментов.
- Проверка изделий на эргономичность.
- Создание мастер-моделей для литья, в том числе по выплавляемым и выжигаемым моделям.
- Быстрое изготовление оснастки.

- Производство формообразующих элементов пресс-форм для литья термопластов и легких материалов.
- Изготовление функциональных деталей для разнообразных агрегатов и узлов.
- Создание сложных конструкций, в том числе цельных, которые ранее собирались из многих элементов.

Судостроение – отрасль, которую принято считать консервативной, однако и она неизбежно вступает в мир 3D. Трехмерное сканирование и печать обладают уникальным потенциалом, так как позволяют воспроизводить сложнейшие пространственные формы и объекты. Для судостроения и судоремонта это – возможность добиться значительных результатов в оптимизации производственного процесса.

Аддитивные технологии позволяют снизить себестоимость продукта, уменьшить расходы, сэкономить время производства и, в конечном итоге, увеличить доходы предприятия. Владельцы бизнеса, технологи, конструкторы, инженеры-судостроители осознают, что многие традиционные методы устарели и препятствуют воплощению передовых проектов. 3D-технологии диктуют потребность в кардинальных переменах, которые заставят пересмотреть существующие стандарты, нормативы, требования к безопасности и экологии.

Что касается 3D-печати, то она способна произвести в судостроении настоящую революцию. Сейчас на 3D-принтерах печатаются небольшие детали, прототипы, выполняется ремонт деталей. В перспективе они смогут решить такую насущную проблему, как транспортировка и хранение запчастей [5]. Неисправную деталь можно будет просто отсканировать и напечатать прямо на борту корабля, а материалы для печати будут храниться на судне в компактном виде. Таким образом, сократится логистическая цепочка, у судна уменьшится лишняя нагрузка и увеличится полезная площадь.

На данный момент, в судостроении изготавливают изделия и детали, для которых не требуется обязательная процедура сертификации. Номенклатура данной продукции включает в себя маломерные пластмассовые суда, некоторые виды изделий машиностроительной техники, отдельные части судовых систем, неотчетственные узлы и детали, испытательные модели и т.д. В перспективе должны быть разработаны новые стандарты, и должны быть учтены все особенности аддитивного производства в морской отрасли.

В настоящее время в медицине отмечается большой интерес к применению аддитивных технологий. С каждым годом увеличивается количество клиник и хирургов, использующих 3D-печатные макеты для предоперационного планирования. Также на медицинском Российском рынке

отмечается рост числа компаний, использующих аддитивные технологии в изготовление имплантов. Благодаря аддитивным технологиям, появляется возможность персонализации изделий медицинского назначения и всесторонней визуализации зоны хирургического вмешательства.

С появлением аддитивного производства позвоночник, коленные и бедренные суставы, на которые оказывается наибольшая нагрузка и которые чаще всего требуют интенсивной терапии и даже замены, стали предметом для активных исследований. Есть надежда, что в будущем замена суставов 3D-печатными искусственными аналогами (которые в точности будут соответствовать оригиналу) станет обычным делом.

Протезы конечностей уже завоевали определенную популярность, однако на их изготовление уходит много времени, потому что все их детали нужно изготавливать по отдельности. Теперь с помощью 3D-печати можно одним махом изготовить целый протез, причем подогнать его под индивидуальные параметры пациента.

Биопечать – олицетворение одной из самых блестящих разработок человечества на сегодняшний день. Это будущее трансплантологии. Искусственное создание живых тканей и органов на основе живых клеток с использованием 3D-клеток в качестве основы для 3D-печати. Исследования показали, что 3D-печать искусственных органов может происходить в их собственных стволовых клетках, вызывая дифференцировку живых клеток в качестве сырья, прямую печать живых органов или тканей. Эта замена, в некоторой степени, решает проблему дефицита донора трансплантата. Искусственные ткани, созданные при помощи 3D-печати, были использованы в области трансплантации следующих органов: искусственных кровеносных сосудов, коже, костей, структуры тканей сердца, хрящей и других аспектах применения.

Традиционные методы Моделирование коронок и мостовидных протезов с использованием литья, воска и длительных доработок уходят в прошлое. Многочисленные ручные операции требуют массу времени, высокой квалификации и в итоге не гарантируют необходимую точность. Применимая для этих задач аддитивная технология проста, точна, удобна в использовании, позволяет значительно сократить время подготовки и изготовления, и, кроме того значительно удобней для хранения и работы с данными, обеспечивая стопроцентную повторяемость изготовления стоматологических изделий (что важно в случае их поломки или утери). Полученные модели максимально соответствуют форме и положению в полости рта. А быстрое цифровое производство позволит оперативно подобрать необходимые параметры и геометрию будущих протезов, а самое главное, в точности с представлением хирурга и ожиданиями пациента. Сканирование, обработка файлов и печать всего три автоматизированные

операции в технологическом процессе, и на выходе - качественный результат.

Исходя из предложенного материала, смело можно говорить о том, что применение аддитивных технологий в современном мире целесообразно и необходимо. Производство становится очень гибким, при чём не только в номенклатуре производимой продукции, но и в её геометрической форме. Тенденция развития ПЛВ необратимо ведёт к тому, что в обозримом будущем у человечества появится возможность «выращивать» изделия, которые смогут удовлетворить потребности одного конкретного человека. Кажется, совсем недавно это было практически невозможно, но мир современных технологий отчётливо доказывает нам обратное.

Список литературы:

1. Аддитивное производство : учебное пособие для вузов / Тарасова Т.В. ; Моск. гос. технологический ун-т "Станкин". - М. : Инфра-М, 2019. - 194 с. : ил. - (Высшее образование: Специалитет). - Библиогр.: с. 189-193. - ISBN 978-5-16-014676-8. - ISBN 978-5-16-107186-1.
2. Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники : учебное пособие для вузов / А.Л. Галиновский, Е.С. Голубев, Н.В. Коберник, А.С. Филимонов ; под общей редакцией А.Л. Галиновского. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 145 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-16005-5.
3. Гибсон, Ян. Технологии аддитивного производства [Текст] / Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер ; пер. с англ. И.В. Шишковского. - Москва : Техносфера, 2016. - 646 с. : ил., табл., цв. ил.; 24 см. - (Мир станкостроения; XVII, 1).; ISBN 978-5-94836-447-6 : 500 экз.
4. Зленко Михаил Александрович. Аддитивные технологии в машиностроении [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки магистров "Технологические машины и оборудование" / М.А. Зленко, А.А. Попович, И.Н. Мутылина ; М-во образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский гос. политехнический ун-т. - Санкт-Петербург : Изд-во Политехнического ун-та, 2013. - 222 с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-7422-4025-9.
5. К.Б. Пальчик, О.П. Коперчак. Основы технической эксплуатации флота и судоремонт; учебное пособие. Новороссийск: МГА им. адм. Ф.Ф. Ушакова, 2011.- 152 с.
6. Тилинин М.В. Аддитивные технологии в отечественном авиастроении: текущие позиции и направления развития / М.В. Тилинин, Б.М. Прибытков. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 47 (285). – С. 133-138.

ИСТОРИЯ И ПРОЦЕСС РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ

Чупашев Сергей Владимирович

*преподаватель кафедры
конструкции автобронетанковой техники,
ФГКВОУ ВО «Пермский военный институт
войск национальной гвардии Российской Федерации»,
РФ, г. Пермь*

Терзян Дмитрий Алексеевич

*курсант,
ФГКВОУ ВО «Пермский военный институт
войск национальной гвардии Российской Федерации»,
РФ, г. Пермь*

Бутолин Егор Дмитриевич

*курсант,
ФГКВОУ ВО «Пермский военный институт
войск национальной гвардии Российской Федерации»,
РФ, г. Пермь*

HISTORY AND PROCESS OF ENGINE DEVELOPMENT

Sergey Chupashev

*Lecturer of the Department of Armored Vehicle Engineering,
Perm Military Institute of the National Guard Forces,
Russia, Perm*

Dmitry Terzyan

*Cadet,
Perm Military Institute of the National Guard Forces,
Russia, Perm*

Egor Butolin

*Cadet,
Perm Military Institute of the National Guard Forces,
Russia, Perm*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрен процесс перехода и развития двигателей, а также высокий прогресс промышленного производства, что является актуальной информацией для изучения истории производства.

ABSTRACT

This article examines the process of transition and development of engines, as well as the high progress of industrial production, which is relevant information for studying the history of production. This article examines the process of transition and development of engines, as well as the high progress of industrial production, which is relevant information for studying the history of production.

Ключевые слова: нагрузки на ведущую ось, двигателей внутреннего сгорания.

Keywords: loads on the driving axle, internal combustion engines.

Современный рост научно-технического прогресса показывает огромные темпы развития, которые можно заметить “невооруженным глазом”. Мир начал делиться на до и после, люди старшего возраста развиты не так прогрессивно, как более молодое поколение. Дело доходит до того, что внуки обучают своих бабушек и дедушек в пользовании мобильных телефон или компьютеров.

В начале XXI века двигатели внутреннего сгорания (ДВС), которые в XX веке приобрели огромную популярность и ставшие основным источником энергии для техники, пришли в новое столетие с большим успехом в самом расцвете сил. В наше время транспорт является незаменимой вещью для жизни людей, которые в свою очередь предпочитают именно технику на двигателях внутреннего сгорания. Считается, что первый автомобиль был создан в 1886 году (изобретение К. Бенца), российское авто – 1896-й (творение Е.А. Яковлева и П.А. Фрезе). Но автомобилестроение началось не с легковых автомобилей, а с грузовиков и тягачей. Позже начали появляться на свет омнибусы, и только потом легковые автомобили. Такое производство отчасти определялось из возможностей двигателей, с дальнейшим их уменьшением веса и размеров.

С увеличением прогресса и темпов производства двигателей, начали появляться и новые требования к ним. В связи с ограниченностью природных ресурсов для их питания, остро стоит вопрос о переходе на альтернативные источники энергии. А также нельзя забывать про экологию, ведь чем больше автомобилей, тем больше и вредных веществ уходит в

атмосферу. Одни из первых конкурентов для ДВС – электродвигатели, которые принимают участие в создании гибридных силовых установок.

Так как XX век стал веком двигателей внутреннего сгорания, то XIX век можно считать эпохой паровых двигателей. По сравнению с ветряными, водяными и живыми источниками энергии, по праву можно сказать, что паровые машины совершили революцию. Прародителем автомобилей, тракторов и паровозов является автомобиль Н. Кюньо. Профессия “Шофер” (в переводе с французского – “кочегар”) появилась тогда же, что и этот автомобиль. Паровые двигатели, в связи со своими техническими характеристиками (веса и мощности), ставили в относительно крупные машины. Там они и начали свой путь развития и распространения.

Пароходы начали вытеснять парусный флот, за счет паровозов началось сильное развитие железнодорожных путей, а стационарные установки стали обеспечивать электроэнергией различные производства. Также развивались самоходы для обычных дорог. В основном это были тяжелые колесные машины, перевозившие большие грузы – паровозы, которые могли двигаться по обычным дорогам без рельс. Обычные дороги XIX века – это что-то больше похожее на бездорожье, а не на современные автострады. Но преимущество по грузопотокам имели локомотивы, вставшие на рельсы. На обычных дорогах гужевой транспорт всё же оставался основным. В связи с тем что армии во времена военных компаний нужны были мощные транспортные средства для перевозки артиллерии, боеприпасов и других различных грузов на полях боевых действий, в основном не оборудованными железнодорожными путями, приходилось использовать именно колесную технику.

Рутьеры (в переводе с французского – “дорожные”) – в XIX веке так называли паровые колесные тягачи за рубежом. Их изготавливали промышленные страны, такие как: Англия, США, Германия и Франция. Особенно в этом преуспела Англия. Достаточно большое количество фирм занимались именно изготовлением таких тягачей. Во времена Крымской войны (1853-1856 гг.) английская армия довольно таки часто применяла их для перевозок различных военных грузов. В конце 60-х годов XIX века пристальное внимание у русского военного командования заострилось на паровые сухопутные экипажи. Таким образом, уже в апреле 1871 г. начался рассматриваться вопрос о применении паровых двигателей для перевозок военных грузов по обычным дорогам. Франция и Англия собираю всю необходимую информацию о них. В сентябре 1871 г. барон Буксгевден, имевший имение под Ригой, приобрел 18-сильный рутьер системы Томсона. Военные с разрешения барона ознакомились с машиной. В

последовавших выводах были рекомендации по использованию локомотивов в войсках. Начались закупки машин за границей.

В начале 1873 года конструктор С.И. Мальцов приобрел в Англии паровой автомобиль марки “Aveling & Porter”(Фирма “Aveling & Porter” основана в 1865 году Т. Эвеленгом и Р.Т. Портером; в настоящее время эта фирма производит самосвалы). Это был первый самосвал сконструированный для военных целей. Данная машина весила около 7 т., мощность которой составляла 6 л. с. Имела два цилиндра, горизонтальный котел и работала на низком давлении пара (около 10 атмосфер). Через шестерни мощность передавалась на задние ведущие колеса. Передние управляемые колеса поворачивались рулевым механизмом посредством цепей вместе с осью. Полностью изучив английский тягач, Мальцовские специалисты, в 1874 году на Людиновском заводе разработали свою машину. Эта машина приобрела имя – “Сухопут”. Мощность двигателя подняли до 10 л. с., переделали к другой системе питания не углем а, дровами. В связи с этими изменениями машина стала вес машины изменился до 1 146 килограмм. “Сухопут” перевозил грузы до 19 тонн, со скоростью 4 км/ч мог преодолевать подъемы 0,08. Состав экипажа локомотива была из машиниста и двух помощников. Работа была не из легких. За один час работы расходовалось до 3 кубических сантиметра топлива, 0,5 кг масла и 1,4 кг дегтя.

В 1876 г. С.И. Мальцов провел испытания двух своих и английского автомобилей в присутствии приглашенных специалистов. От военного ведомства присутствовал генерал-майор Анненков. Мальцовские машины показали свои преимущества. Во время русско-турецкой войны 1877–1878 гг. русская армия применила для перевозки военных грузов 12 шоссейных паровозов с повозками: шесть «Эвелинг-Портер», четыре «Клейтон» и два – производства Мальцовского завода. Использовались они в Болгарии, перевезли 9300 т разных военных грузов. Опыт эксплуатации тягачей. а также колесных тракторов на фронте, показал, что данная техника тяжела и не соответствует состоянию дорог, особенно с наступлением дождей.

Рутьеры имели колесный ход, гусеницы еще были несовершенны. Привод только на одну ось. Для увеличения тяги требовалось увеличение нагрузки на ведущую ось. Но маленькая несущая способность дорог ограничивала допустимые осевые нагрузки. Невысокая надежность, а также большая трудоемкость эксплуатации – все это в совокупности мешало распространению паровых автомобилей/тракторов. На Мальцовском заводе изготовили семь «сухопутов». Два перевозили грузы из Букани в Людиново, два закупило военное ведомство и они участвовали в русско-турецкой войне, один использовался как стационарный двигатель, два

продали помещикам. После чего завод был переведен на более выгодные заказы для железнодорожного строительства. Позднее началось производство локомотивов – паровых двигателей, перевозимых на тележке. В 1930-х гг. на этом же заводе был построен гусеничный трактор.

В Людиново на Мальцовском заводе с 1874 года производились паровые тягачи – трактора/автомобили. В Балаково Саратовской губернии были сконструированы гусеничный самоход Ф.А. Блинова (1831 – 1902), а также в Санкт-Петербурге – автомобиль Е.А. Фрезе, электромобиль И.В. Романова. Вероятно стоит включить мальцевские сухопуты в хронологию развития отечественных автомобилей/тракторов. Тем более что в конце XIX – начале XX века для современников представлялось далеко не очевидным, с каким из двигателей – паровым, внутреннего сгорания или электрическим – было связано дальнейшее будущее автомобилей.

Прошло более ста лет, а двигатель внутреннего сгорания остался таким же незаменимым. Но у него есть сильный конкурент – электродвигатель: бесшумный, без выхлопа, простое управление, высокий КПД, хорошо комплектуется и автоматизируется, в кислороде не нуждается. На этом фоне двигатель внутреннего сгорания выглядит так, как когда-то на его фоне выглядела паровая машина.

Автомобиль Н. Кюньо хранится в Национальном музее искусств и ремесел в Париже. Рутьер можно посмотреть в стамбульском техническом музее. От российских «сухопутов» не осталось почти ничего, кроме отрывочных сведений. Даже его изображения, имевшиеся в архиве, исчезли. Недавно в музей техники В. Задорожного в Московской области привезли детали несамходного локомотива мальцовского завода. В небольшом музее латвийского колхоза “Uzvara” («Победа») еще в конце 1980-х гг. бережно хранился самоходный локомотив, выпущенный в конце XIX – начале XX века. Надеюсь, что он до сих пор цел.

Список литературы:

1. Белов П.М. Двигатели армейских машин : В 2 ч / П.М. Белов, В.Р. Бурячко, Е.И. Акатов. - М., 1971. - Ч. 1. - 512 с. ; М., 1972. - Ч. 2. - 568 с.
2. Глезер Г.Н. Автомобильные электронные системы зажигания / Г.Н. Глезер, И.М. Опарин. - М. : Машиностроение, 1977. - 144 с.
3. Автомобильные и тракторные двигатели : учеб. для вузов в 2 ч. / под ред. И.М. Ленина. - М. : Высш. шк., 1976. - Ч. 1. - 368 с. ; Ч. 2. - 280 с.
4. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинированных двигателей : учеб. для вузов / под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. - М. : Машиностроение, 1985. - 456 с.
5. Дизели : справочник / Б.П. Байков, В.А. Ванштейдт [и др.] ; под общ. ред. В.А. Ванштейдта [и др.]. - М. : Машиностроение, 1977. - 480 с.

СЕКЦИЯ 6.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Минина Анастасия Сергеевна

аспирант,

*Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ»,
РФ, г. Санкт-Петербург*

STATISTICAL METHODS AS A TOOL FOR EFFECTIVE PRODUCTION MANAGEMENT OF FINISHED METAL PRODUCTS

Anastasia Minina

Graduate student,

*St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI",
Russia, St. Petersburg*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается использование статистических методов в менеджменте качества на российских предприятиях. В ней подробно описываются основные подходы к применению статистических методов, классификация этих методов и особенности их внедрения. Также анализируются вопросы статистического анализа факторов и условий, влияющих на качество изделий. Исследование выявило, что многие менеджеры используют эти методы формально, что не позволяет полностью раскрыть их потенциал. В результате анализа предложены рекомендации по решению выявленных проблем.

ABSTRACT

The article discusses the use of statistical methods in quality management at Russian enterprises. It describes in detail the main approaches to the application of statistical methods, the classification of these methods and the features of their implementation. The issues of statistical analysis of factors and conditions affecting the quality of products are also analyzed. The study found that many managers use these methods formally, which does not allow them to fully realize their potential. As a result of the analysis, recommendations were proposed to solve the identified problems.

Ключевые слова: управление качеством, система менеджмента качества, статистические методы, статистический анализ, российские предприятия.

Keywords: quality management, quality management system, statistical methods, statistical analysis, Russian enterprises.

Статистические методы играют важную роль в промышленности и широко применяются для анализа и обобщения информации о качестве продукции. В последние десятилетия эти методы активно изучаются и совершенствуются учеными и специалистами-практиками. Они успешно интегрируются в комплексные системы управления качеством на предприятиях, позволяя полностью удовлетворять требованиям заказчиков, контролировать выходные параметры изделий и своевременно корректировать производственные процессы. Использование статистических методов в менеджменте качества позволяет существенно сократить затраты на контрольные мероприятия и повысить точность определения необходимых параметров объектов контроля. [3].

Статистические методы менеджмента качества основаны на статистических подходах и описывают методы работы с выборками при помощи математической статистике и теории вероятностей [5]. Существуют два основных подхода к управлению качеством продукции: разбраковка изделий и повышение точности и качества используемых производственных технологий. Ранее массовая проверка заготовок и готовых деталей на наличие дефектов была основным контрольным процессом. Однако, в случае крупносерийного производства, такая процедура сопряжена с высокими затратами. Поэтому многие производители перешли от непрерывного контроля к выборочному и использованию статистических методов для анализа данных.

Выборочный контроль эффективен только при хорошо отлаженных и стабильных производственных процессах, что значительно уменьшает

вероятность дефектов. Поэтому перед внедрением статистических методов необходимо провести начальные мероприятия по отладке производственных процессов и операций.

Использование статистических методов в системе управления качеством помогает повысить стабильность процессов и достичь производства устраивающей заказчика продукции при низких затратах. Стабильные процессы гарантируют качество изделий и эффективное использование ресурсов [4].

Существуют три базовые группы статистических методов: графические методы, методы анализа статистических совокупностей и экономико-математические методы. Классификация методов приведена на рисунке 1.

На начальном этапе рекомендуется использовать графические методы для выявления основных проблем, затем можно применять более сложные и репрезентативные экономико-математические и методы анализа статистических совокупностей. Эти методы могут быть использованы на всех этапах жизненного цикла продукции для анализа уровня качества и отклонений от нормативных значений, а также оценки стабильности производственных процессов.



Рисунок 1. Классификация статистических методов управления качеством [2]

Приемочный контроль качества изделий, основанный на статистических методах, представляет собой выборочный анализ качественных характеристик продукции с использованием математической статистики. В процессе контроля оценивается соответствие этих характеристик установленным нормативам.

Контролируемая партия продукции – это образец изделий, отобранный из одного и того же наименования, типоразмера или типонаминала,

произведенных в одинаковых условиях в течение определенного временного интервала. Необходимо различать понятия «контролируемая партия продукции», «партия закупки» и «партия поставки». В определенных ситуациях эти партии могут совпадать или отличаться друг от друга.

Критерии статистического приемочного контроля могут быть разделены на три типа: качественный, количественный и альтернативный [9]. Существует несколько видов статистического приемочного контроля, включая одноступенчатый, двухступенчатый, многоступенчатый и последовательный. Одноступенчатый контроль подразумевает оценку контролируемой партии продукции только на основе результатов анализа одной выборки. Этот вид контроля считается наименее трудоемким. В случае использования двухступенчатого контроля контролируемая партия оценивается на основе анализа двух выборок. При этом вторая выборка формируется на основе результата оценки первой выборки. Таким образом, на начальном этапе проверки отбирается небольшое количество изделий. Если во время проверки обнаруживается много брака в этой выборке, вся партия считается непригодной. В противном случае партия принимается. Если контролеры сомневаются в репрезентативности первой проверки, формируется вторая выборка, проводятся дополнительные контрольные мероприятия и окончательное решение принимается на основе результатов обеих проверок.

Метод двухступенчатого контроля, при равных условиях, позволяет использовать на 20% меньше образцов для оценки, чем метод одноступенчатого контроля. Однако этот метод более сложен и требует опытных специалистов. Методы последовательного и многоступенчатого контроля предполагают формирование выборок на основе анализа предыдущей выборки. Многоступенчатый контроль требует меньшего количества образцов, но преимущества от уменьшения выборок невелики по сравнению с дополнительными трудозатратами на применение этого метода. Поэтому многоступенчатый контроль широко не распространен, но применяется в ресурсном тестировании на надежность.

При использовании статистического приёмочного контроля предприятие должно составить план контроля, указывающий на методики и стандарты, которые применяются. В этом плане должны быть определены допустимое количество дефектов, а также риски для производителя и заказчика. Риск заказчика связан с принятием партии товаров с недопустимым уровнем брака, а риск производителя - с отклонением партии товаров с допустимым уровнем дефектности.

При приёмке изделий устанавливается приемочный уровень дефектности - максимальное количество дефектов для отдельных партий

или среднее количество дефектов для партий, приемка которых происходит последовательно [6].

Браковочный уровень дефектности - это минимальное количество дефектов, при котором партия может быть принята. Уровни риска для заказчика и производителя определяются на основе переговоров, где учитываются экономические факторы, такие как затраты на контрольные процедуры и потери от возможного брака. Для определения этих параметров используются специальные таблицы, которые содержат значения для размера выборки и уровней браковочности и приемки.

Важно помнить, что браковочные и приемочные нормативы не являются однозначными с браковочными и приемочными уровнями дефектности, которые характеризуют удельный вес дефектных образцов в выборке. Нормативы, напротив, являются предельными значениями оцениваемого параметра.

Помимо планов контроля, в технических условиях, стандартах на готовые изделия и других документах необходимо установить процедуры обращения с неприятыми партиями товаров. Эта продукция может быть реализована со скидкой, возвращена производителю, полностью разобрана и т.д.

В России действуют специальные стандарты, такие как ГОСТ Р (18242-72, 20736-75, 16493-70), МС ИСО 2859 и ряд федеральных стандартов, которые регулируют проведение статистического приемочного контроля по количественным и альтернативным критериям, а также содержат таблицы контрольных планов для различных условий.

Статистический анализ факторов и условий, определяющих уровень качества изделий, играет важную роль в управлении качеством. Для сбора исходной информации для анализа проводятся следующие мероприятия [8]:

1. Инспекционный контроль: сбор контрольной информации о входящих сырье и материалах, готовой продукции, а также информации о промежуточном контроле.

2. Контроль производственных процессов и операций: регулярный сбор данных о процессах и работах, состоянии оборудования и инструментов, а также проведении процедур технического обслуживания и ремонта.

3. Контроль логистических операций: фиксация данных о материальных потоках (движении сырья, материалов и готовой продукции на предприятии) и соответствующих информационных потоках.

4. Контроль взаимоотношений с покупателями: отгрузка и возврат продукции, процедуры обслуживания заказчиков, материалы маркетинговых исследований и т.д.

5. Контроль финансовых потоков: фиксация информации о затратах, финансовых результатах, активах и пассивах.

Для внедрения статистических методов в систему управления качеством необходимо изменить организационную культуру и оптимизировать бизнес-процессы. Это помогает выявить проблемы в процедурах и их причины. С использованием статистических методов проводится мониторинг производственных процессов и анализ отклонений. Существуют программы для обработки статистических данных, позволяющие моделировать и анализировать бизнес-процессы управления качеством.

В развитых странах на крупных предприятиях внедрен инструмент автоматизированного сбора данных, интегрированный в производственные технологические системы [7]. Процесс оптимизации качества продукции можно разделить на четыре стадии: отсутствие контроля, стабилизация, разовая оптимизация и постоянная оптимизация. Для достижения максимального уровня качества продукции и бизнес-процессов на предприятии рекомендуется внедрить комплексную автоматизированную систему менеджмента качества, которая обеспечит сбор и обработку данных, а также информационный обмен между сотрудниками. Это позволит руководителям и специалистам оперативно получать полную и достоверную информацию для принятия обоснованных решений.

Статистические методы управления качеством широко распространены во многих развитых странах, но не получили широкого распространения в России, за исключением автомобилестроительной отрасли [1]. Проблемы внедрения этих методов на отечественных предприятиях включают недостаток знаний и мотивации у руководителей, дефицит специалистов, сопротивление переменам, нежелание персонала выполнять дополнительную работу и отсутствие экономических стимулов.

Один из базовых принципов управления качеством - лидерство топ-менеджмента. Однако многие руководители российских предприятий не считают возможным внедрение статистических методов из-за высоких затрат труда и ресурсов. Кроме того, проблема заключается в дефиците квалифицированных специалистов, вызванном кризисом в системе образования и несогласованным внедрением западных стандартов. Некоторые специалисты связывают проблемы с менталитетом населения, но автор считает, что основная проблема - недостаток заинтересованности работников в результатах своего труда.

Для успешного внедрения статистических методов управления качеством на предприятиях требуется соответствующее ресурсное обеспечение. Однако, в большинстве отечественных производственных компаний финансирование управления качеством осуществляется на остаточной основе.

Тем не менее, несмотря на наличие ряда сложностей, в России существует значительный потенциал для внедрения статистических методов в системы управления качеством. Нормативная база, необходимая для этого, уже создана в нашей стране, что позволяет предприятиям системно внедрять статистические методы.

С начала века Технический комитет 125 Госстандарта РФ активно работает над разработкой стандартов по статистическим методам, включая серию ГОСТ Р 50779 и другие серии. Кроме того, в последние годы были приняты отечественные интерпретации международных стандартов, такие как ISO/TR 13425:2006 "Руководство по выбору статистических методов при разработке стандартов и технических условий", ГОСТ Р ИСО/ТО 10017-2005 "Статистические методы. Руководство по применению в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001" и ГОСТ Р ИСО 11462-1-2007 "Статистические методы. Руководство по внедрению статистического управления процессами. Часть 1. Элементы".

Эти шаги позволяют российским предприятиям активно применять статистические методы и повышать качество управления процессами. Внедрение статистического управления качеством становится возможным благодаря правильной нормативной базе и готовности предприятий к системному подходу.

Перед внедрением статистических методов на предприятии необходимо провести комплексный анализ производственных процессов - экономический, технический и организационный. На основе этого анализа оценивается потенциальная экономическая эффективность новых методов. Если решение положительное, разрабатывается техническое задание и план проекта. Руководство проекта получает полномочия на изменение производственных процессов и процедур, а также на корректировку внутренней документации. В рамках проекта проводится обучение работников использованию статистических методов, с акцентом на изучение методологии анализа процессов и принципов цикла Шухарта-Деминга: планирование, действие, проверка и корректировка. Основное внимание уделяется передаче как практических навыков, так и основ теории, чтобы работники полностью понимали философию использования статистических методов в системе управления качеством на производстве.

Статистические методы управления качеством помогают повысить эффективность производства. Компании, которые внедряют эти методы, становятся лидерами на рынке. В России массовое использование статистических методов поможет предприятиям улучшить свою конкурентоспособность и предложить потребителям качественную продукцию по минимальным затратам.

Список литературы:

1. Егоров А.М. Статистические методы. Технология подготовки кадров // Методы менеджмента качества. 2008. № 8.
2. Ефимов В.В. Спираль качества. Ульяновск, 2002.
3. Кайнова В.Н., Зимина Е.В. Статистические методы в управлении качеством: учебное пособие для СПО. СПб., 2021.
4. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж., Темасова Г.Н. Статистические методы в управлении качеством: учебник. СПб., 2019.
5. Леонов О.А., Темасова Г.Н. Статистические методы контроля и управления качеством. М., 2014.
6. Никитин В.А., Филончева В.В. Управление качеством на базе стандартов ИСО 9000:2000: политика, оценка, формирование. СПб., 2005.
7. Пипия Г.Т., Черненькая Л.В. Модель мониторинга показателей качества в многокритериальной среде // Стандарты и качество. 2019. № 3.
8. Шишкин И.Ф. Квалиметрия и управление качеством: учебник для вузов. М., 1992.
9. Шкаруба Н.Ж., Лещанова Е.А. Анализ основных элементов системы менеджмента измерений // Международный технико-экономический журнал. 2014. № 5.

СЕКЦИЯ 7.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СПОСОБОВ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ

Букал Надежда Сергеевна

*студент,
Поволжский государственный
технологический университет,
РФ, г. Йошкар-Ола*

Вайнштейн Виктор Мейлехович

*канд. техн. наук, доц.,
Поволжский государственный
технологический университет,
РФ, г. Йошкар-Ола*

HISTORY OF DEVELOPMENT OF METHODS FOR STRENGTHENING SOILS

Nadezhda Bukal

*Student,
Volga State University of Technology,
Russia, Yoshkar-Ola*

Victor Weinstein

*Candidate of technical sciences, associate Professor,
Volga State University of Technology,
Russia, Yoshkar-Ola*

АННОТАЦИЯ

Цель представленной статьи – взглянуть на процесс устройства верха рабочего слоя земляного полотна из грунтов, укрепленных

неорганическими вяжущими, отстраниться и охватить его с исторической точки зрения.

ABSTRACT

The purpose of the presented article is to look at the process of constructing the top of the working layer of the roadbed from soils strengthened with inorganic binders, to step back and cover it from a historical point of view.

Ключевые слова: земляное полотно автомобильной дороги; история вопроса; национальный проект; свойства грунтов; геосинтетические материалы.

Keywords: the roadbed; history of the issue; national project; soil properties; geosynthetic materials.

Несмотря на благоприятные тенденции в работе отдельных видов транспорта, транспортная система не в полной мере отвечает существующим потребностям и перспективам развития Российской Федерации. На сегодняшний день протяженность автомобильных дорог общей сети составляет 1,75 млн км, из которых 57,3 тыс. км – дороги федерального значения, больше 500 тыс. км – дороги регионального значения, более 1 млн км – дороги местного значения. Из них доля протяженности федеральных дорог, соответствующих нормативным требованиям, составляет 84,7%, доля дорог регионального и местного значения – 56,7 %.

В настоящее время в Российской Федерации реализуется национальный проект «Безопасные и качественные дороги (2019-2030 годы)». После ее завершения должна быть увеличена доля автомобильных дорог регионального значения, соответствующих нормативным требованиям, в их общей протяженности не менее чем до 60 процентов, в крупнейших городских агломерациях – до 85 процентов, доля автомобильных дорог Минобороны России, соответствующих нормативным требованиям, с 34 до 60 процентов.

К наиболее важной задаче дорожного строительства относится обеспечение требуемой надежности и долговечности дороги и ее отдельных конструктивных элементов – земляного полотна, дорожной одежды, искусственных сооружений, а также повышение срока службы. Новым нормативным документом [1] предписывается довести общий модуль упругости на поверхности рабочего слоя земляного полотна минимум до 60 МПа. В то же время следует отметить, что территория Российской Федерации расположена в основном в I-II дорожно-климатической зоне. И в лучшем случае модуль упругости на поверхности земляного полотна из местных грунтов (при проектировании по действующим нормам) будет

принят не выше 25 МПа, а по данным работы [2] еще меньше – 16-20 МПа.

Следовательно, представляется целесообразным для продления межремонтных сроков службы дорожных одежд в Российской Федерации идти по пути обязательного улучшения свойств грунтов земляного полотна и подстилающего основания, достигнув их стабильных характеристик в течение всего периода эксплуатации автомобильной дороги.

В настоящее время известно о технической и экономической эффективности устройства дорожных одежд со слоями из местных грунтов, укрепленных различными вяжущими. Многолетние обследования эксплуатируемых участков дорог с основаниями из укрепленных грунтов показывают, что такие материалы обладают высокими технико-экономическими и эксплуатационными качествами [3, 4].

Следует отметить огромный опыт и знания по методам укрепления грунтов с использованием различных добавок: органических (жидких битумов и каменноугольных дегтей) и неорганических (извести, портландцемента и др.) вяжущих материалов, которые используются более 50 лет в дорожном строительстве. С каждым годом расширялся диапазон используемых вяжущих материалов, так, дополнительно вышеупомянутым органическим вяжущим широкое применение нашли битумные эмульсии, пасты и вспененные битумы, а ассортимент минеральных вяжущих пополнили активные золы уноса, тонкомолотые гранулированные шлаки, белитовые шламы (нефелиновые и бокситовые) и другие отходы промышленности, обладающие в большей или меньшей степени вяжущими свойствами.

Мысль об улучшении свойств грунтов для строительных и дорожных целей давно занимала умы инженерно-технических работников. Ещё в 60-е годы XIX века русские инженеры-дорожники пришли к выводу о необходимости искусственного улучшения грунтов для устройства проезжей части грунтовых дорог. Так, в работах Е.С. Головачёва [5] излагались методы улучшения грунтов путём уплотнения, а также смешения песка и гравия с глинистым грунтом. Методы укрепления грунтов гранулометрическими добавками получили дальнейшее развитие в работе профессора Г.Д. Дубелира [6].

В 1926 году в Ленинградском дорожно-исследовательском бюро были проведены опыты по известкованию грунтов. В ходе опытов было установлено, что добавки гашёной извести в количестве 5 % от массы грунта уменьшает липкость и пластичность глинистых грунтов и увеличивает сопротивление размоканию. С 1927 по 1931 год под Москвой были проведены опытные работы по укреплению известью глинистых и чернозёмных грунтов [7]. В послевоенный период известкование грунтов

получило дальнейшее развитие в работах ДорНИИ, Саратовского автодорожного института и других НИИ. Были разработаны практические рекомендации по внедрению метода известкования грунтов в дорожном строительстве. С 1950 по 1955 год был построен ряд опытных участков дорог, где в качестве оснований, а также покрытий, использовался местный грунт, укрепленный известью. По данным С.А. Морозова [7], известкование дерновоподзолистых грунтов обеспечило во всех опытных участках более высокие показатели прочности образцов на сжатие в водонасыщенном состоянии, чем при укреплении цементом. Однако известкованные грунты имеют низкую морозостойкость, поэтому их надо применять главным образом в основаниях дорожных одежд.

За границей, цементно-грунтовые технологии начали развиваться в первой половине XX века. В 20-х годах в США из цементогрунтов делали покрытия проселочных дорог. После II мировой войны этот метод получил распространение в Англии, Бельгии, Голландии и других европейских странах. Так, в Голландии, начиная с 1956 года, было укреплены десятки миллионов квадратных метров почвы. Почти всюду она была песчаной и поэтому данная технология получила название пескоцементной. В 80-х годах прошлого века в ФРГ ежегодно около 1 млн. т цемента расходовалось на стабилизацию песков на севере страны (портовые сооружения Гамбурга, складские площадки), при строительстве проселочных дорог. Также в США цементогрунт использовали на строительстве 60 водохранилищ для защиты берегов от эрозии, а также при устройстве земляных плотин.

В 1974 году во Франции была построена автодорога А62 (к северу от Бордо). Дорожная одежда состоит из цементно-песчаной смеси толщиной 30 см., гравийно-песчаной смеси, укрепленной цементом толщиной 30 см, и асфальтобетона толщиной 68 см. Цемент (шлакопортландцемент) вводили в смесь в количестве 6 % от сухой массы песка. Содержание воды в смеси колебалось от 8 до 10 %. Смешивание производилось на месте, машиной с 200 вертикальными лопатками диаметром 12 см и производительностью 4000–5000 м²/сут. Для уплотнения применяли виброкатки и уплотнители на пневматическом ходу. Во Франции, начиная с 80-х годов прошлого столетия, ежегодно укрепляется более 10 000 км покрытия проселочных дорог.

С 1980 по 1990 год в Японии разработано 13 типов установок для изготовления свай различными методами из грунтобетона. В Италии объем свай из цементогрунта составил 11 млн. м³.

В России в 1958–1976 годах лесхозами Ленинградской области, совместно со специалистами Ленинградской лесотехнической академии, было построено и испытано 40 опытных участков проселочных дорог с

применением побочных продуктов и отходов лесохимической промышленности – древесной смолы, древесносмолистого пека, а также цемента, извести, жидкого стекла, чёрного сульфатного щёлока (ЧСЩ), хлористого кальция и др. Особенно хорошие результаты показали опытные участки Новгородской дороги Лисинского лесхоза Ленинградской области. При строительстве этих участков в качестве добавок для укрепления грунтов использовались цемент и ЧСЩ. Перемешивание грунтов с реагентами производили дорожной фрезой Д-530, а также с помощью передвижного смесителя Д-370.

Обычный грунт, укрепленный портландцементом для производства дорожного покрытия, испытывающего интенсивную транспортную нагрузку – это эффективное и недорогое решение многих проблем, к которому обращаются сегодня инженеры при проектировании автодорог.

Там, где необходимо строительство автомобильных дорог: для транспортировки товаров, для городского трафика или для сельскохозяйственных нужд, рабочий слой земляного полотна из грунтов, укрепленных неорганическими вяжущими является оптимальным материалом в сфере строительства дорог! Во всех регионах страны грунтобетон обеспечивает создание надежной и долговечной транспортной инфраструктуры, необходимой для регулярного дорожного движения. Строительство экономически выгодных, первоклассных дорог, требующих незначительного последующего обслуживания, способствует не только настоящему процветанию, но и будущему развитию всей дорожной сети государства!

Список литературы:

1. ПНСТ 542-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования. /М. Стандартиформ. 2021. – 151 с.
2. Ефименко С.В. Некоторые особенности обоснования свойств прочности и деформируемости глинистых грунтов для проектирования дорожных одежд / С.В. Ефименко, В.Н. Ефименко, М.В. Бадина // ДОРОГИ И МОСТЫ. – 2016. – № 35/1. – С. 70-82.
3. Славуцкий А.К. Автомобильные дороги: Одежды из местных материалов. М.: Транспорт, 1987. – 255 с.
4. Могилевич В.М. Дорожные одежды из цементогрунта / В.М. Могилевич, Р.П. Щербакова, О.В. Тюменцева. – М.: Транспорт, 1973. – 216 с.
5. Головачев Е.С. Об устройстве земских дорог и отношении их к железным путям для развития производительности России. Киев: 1870. – 23 с.
6. Дубелир Г.Д. Грунтовые дороги, их постройка и уход за ними. – Санкт-Петербург: журн. "Зем. дело", 1912. – 34 с.

7. Морозов С.А. Строительство лесовозных автомобильных дорог из стабилизированного грунта [Текст]. - Москва; Ленинград: Гослесбуиздат, 1960. - 199 с.

АНАЛИЗ И ДИАГНОСТИКА ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МИКРОРАЙОНА ГОРОДА

Закирьянова Диляра Ильхамовна

*студент,
Поволжский государственный
технологический университет,
РФ, г. Йошкар-Ола*

Вайнштейн Виктор Мейлехович

*канд. техн. наук, доц.,
Поволжский государственный
технологический университет,
РФ, г. Йошкар-Ола*

ANALYSIS AND DIAGNOSTICS OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE OF A CITY MICRODISTRICT

Dilyara Zakiryanova

*Student,
Volga State University of Technology,
Russia, Yoshkar-Ola*

Victor Weinstein

*Candidate of technical sciences, associate Professor,
Volga State University of Technology,
Russia, Yoshkar-Ola*

АННОТАЦИЯ

Одной из важнейших проблем современного города является отсутствие оптимального распределения и организации парковочных мест. Проведен анализ и диагностика транспортной инфраструктуры

микрорайона города Йошкар-Олы. Выявлены транспортные и эксплуатационные характеристики рассматриваемого микрорайона. Предложены варианты размещения дополнительных парковочных мест.

ABSTRACT

One of the most important problems of a modern city is the lack of optimal distribution and organization of parking spaces. An analysis and diagnostics of the transport infrastructure of the microdistrict of the city of Yoshkar-Ola was carried out. The transport and operational characteristics of the microdistrict under consideration have been identified. Options for placing additional parking spaces have been proposed.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура, парковочное место, автостоянка.

Keywords: transport infrastructure, parking space, parking lot.

Развитие городов, в том числе новых городских территорий, предполагает не только решение архитектурно-планировочных задач, но и развитие транспортной инфраструктуры. По мере расширения городов и заселения новых микрорайонов увеличивается площадь города и удлиняются маршруты городских коммуникаций. В результате увеличения количества автомобилей в городе приводит к росту потребности в парковочных местах и строительству новых дорог и проездов с высокой пропускной способностью.

Необходимая площадь автостоянок зачастую превышает площадь застройки. Помимо недостаточного количества парковочных мест, имеется неудовлетворительное состояние дорожного покрытия проездов, тротуаров, отсутствие дорожного полотна, грунтовые дороги, отсутствие возможности подъезда спецтехники и т.д.

В настоящее время объемы жилищного строительства имеют возрастающую тенденцию. Так по данным министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации за последние три года в Российской Федерации наблюдалась положительная динамика по объему ввода жилья [2]. В 2021 году ввод жилья на территории Российской Федерации составил 92,6 млн кв. м, что на 12,6 % выше показателя аналогичного периода 2020 года. По данным Росстата в 2022 г. ввод жилья на территории Российской Федерации составил 102,7 млн кв. м, что на 11 % выше показателя аналогичного периода 2021 года. По состоянию на 1 сентября 2023 г. ввод жилья на территории Российской Федерации составил 70,2 млн кв. м, что на 0,7 % выше показателя аналогичного периода 2022 года. Строительство новых районов в городах продолжается и сейчас, спрос остается на прежнем, высоком, уровне.

Также наблюдается рост числа автомобилей. Эксперты аналитического агентства «АВТОСТАТ» подсчитали, что за последние 10 лет парк транспортных средств в нашей стране вырос на треть [3]. Если на начало 2010 года его объем составлял 43,9 млн единиц, то в 2020 году он достиг 58,7 млн штук.

Наиболее остро транспортная проблема ощутима в новых застраиваемых микрорайонах города. Строятся многоквартирные жилые дома, увеличивается численность населения, следовательно, нагрузка на существующую транспортную сеть растет, но дорожная сеть не всегда рассчитана на дополнительные нагрузки и местами остается неразработанной совсем, при том, что новый район уже заселен.

Так подобная ситуация сложилась в микрорайоне 9Б города Йошкар-Олы: дорожное полотно, тротуары в неудовлетворительном состоянии или отсутствуют, автомобили едут по грунтовой дороге, отсутствие малых архитектурных форм, элементов благоустройства, количество зеленых насаждений на территории новостроек минимально. Из-за отсутствия необходимого количества парковочных мест вблизи придомовой территории многоквартирных домов по адресу ул. Васильева, 6Б, 6В, 8Б в качестве парковочных мест используются газоны, детские площадки, хозяйственные площадки, проезжие части и проезды, тротуары, как с частичным заездом, так и с полным заездом.

Недостаток автостоянок ведет к тому, что отсутствует возможность парковки в соответствии с правилами. Это влечет за собой следующие проблемы – искусственное сужение ширины проезжей части, ухудшение экологической обстановки, порча элементов благоустройства, газонов, детских площадок, затруднен проезд спецтехники, проход пешеходов, создаются условия ограниченной видимости, понижается безопасность для движения пешеходов и велосипедистов, повышается порча автомобилей вследствие случайных ДТП во дворах.

Загрузка придомовой территории особенно заметна в вечернее и ночное время, когда заняты все доступные к парковке участки, в т.ч. тротуары, газоны и т.д.

В настоящее время микрорайон 9Б, ограниченный ул. Йывана Кырли, ул. Строителей, ул. Васильева и ул. Чернякова включает в себя 29 многоквартирных домов общей площадью 267 000 кв.м., магазины, встроенные в первые этажи жилых домов, фитнес-клуб, автомойка, мини-рынок. В 2018 году введены 19 824,07 кв.м, в 2019 году – 28 044,69 кв.м, в 2020 году – 57 637,84 кв.м жилья. Для обеспечения жителей микрорайона образовательными учреждениями на его территории также предусмотрены земельные участки для размещения детского сада на 300 мест и общеобразовательной школы на 825 мест.

Транспортная сеть микрорайона включает в себя магистральные улицы общегородского значения регулируемого движения, магистральные улицы районного значения, улицы и дороги местного значения в жилой застройке, внутренние и вспомогательные (противопожарные) проезды, автостоянки.

Согласно табл.3.1.8 постановления от 31 марта 2022 года №159 «Об утверждении региональных нормативов градостроительного проектирования Республики Марий Эл» расчетное число машиномест рекомендуется принимать для данной категории жилого фонда 1 на 100 кв. м общей площади квартир [4].

Для жителей микрорайона 9Б города Йошкар-Олы предусмотрено устройство парковок общим количеством 1675 машиномест. Что не соответствует расчетному числу машиномест, принятому в нормативных документах.

Для рассматриваемого микрорайона приемлемы варианты размещения машиномест в одном уровне в пределах придомовой территории и вдоль магистральных улиц вблизи придомовой территории, в уровне земли с размещением дворовых площадок на втором уровне над стоянкой.

Список литературы:

1. СП 42.13330.2016. Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – Утв. Приказом Минстроя России от 30.12.2016 № 1034/пр. – 125 с.
2. Мониторинг объемов жилищного строительства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minstroyrf.gov.ru/> - Дата обращения (12.02.2024).
3. Парк транспортных средств в России: как он изменился за 10 лет? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.autostat.ru/infographics/43122/> - Дата обращения (20.02.2024).
4. Постановление от 31 марта 2022 года №159 «Об утверждении региональных нормативов градостроительного проектирования Республики Марий Эл»

**МЕРОПРИЯТИЯ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ
И УЛУЧШЕНИЮ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО
ПОКРЫТИЯ И СВЯЗАННОЙ С НИМ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

Закирьянова Диляра Ильхамовна

*студент,
Поволжский государственный
технологический университет,
РФ, г. Йошкар-Ола*

Вайнштейн Виктор Мейлехович

*канд. техн. наук, доц.,
Поволжский государственный
технологический университет,
РФ, г. Йошкар-Ола*

**MEASURES TO RESTORATE AND IMPROVE
THE CONDITION OF ROAD PAVEMENT AND RELATED
INFRASTRUCTURE**

Dilyara Zakiryanova

*Student,
Volga State University of Technology,
Russia, Yoshkar-Ola*

Victor Weinstein

*Candidate of technical sciences, associate Professor,
Volga State University of Technology,
Russia, Yoshkar-Ola*

АННОТАЦИЯ

Предложены мероприятия, ориентированные на восстановление или улучшение состояния дорожного покрытия и связанной с ним инфраструктуры для обеспечения безопасности и комфорта передвижения транспортных средств и пешеходов, а также продления срока эксплуатации покрытия и инфраструктуры. Описан технологический регламент по восстановлению дорожного покрытия.

ABSTRACT

Measures are proposed aimed at restoring or improving the condition of the road surface and related work in order to ensure the safety and convenience of movement on sidewalks and pedestrians, as well as extending the life of pavements and their wearing. The technological regulations for restoring road surfaces are described.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура, дорожное покрытие, ремонт, реконструкция.

Keywords: transport infrastructure, road surface, repair, reconstruction.

Дорожное покрытие подвержено постоянному давлению со стороны эксплуатирующих и других негативных факторов, таких как нагревание, промерзание, увлажнение. Одним из самых распространенных дефектов дороги являются трещины. Несвоевременное устранение этого дефекта приводит к процессу раскрытия трещин – на дороге появляются ямы, вследствие чего дорога перестает отвечать нормативным требованиям и ей требуется дорогостоящий ремонт.

Мероприятия, ориентированные на восстановление или улучшение состояния дорожного покрытия, и связанной с ним инфраструктуры могут включать в себя как небольшие ремонтные работы в виде заполнения ям и трещин, так и крупные мероприятия, например, замена покрытия или основания.

Существует несколько видов ремонта автомобильных дорог, которые могут применяться в зависимости от типа повреждений и состояния покрытия:

- Поверхностный ремонт автомобильных дорог
- Капитальный ремонт автомобильных дорог
- Реконструкция автомобильных дорог

На величину стоимости реконструкции, капитального ремонта, поверхностного ремонта и содержания автомобильных дорог влияет целый ряд ценно-образующих факторов.

Условно при рассмотрении средней стоимости можно выделить следующие категории автомобильных дорог [1]:

- автомагистраль (IA) – 58,8 млн. рублей за 1 км;
- скоростная дорога (IB) – 42,5 млн рублей за 1 км;
- обычного типа (IV) – 37,1 млн рублей за 1 км.
- обычного типа (II) – 15,7 млн. рублей за 1 км;
- обычного типа (III) – 14,5 млн. рублей за 1 км;
- обычного типа (IV) – 11,1 млн. рублей за 1 км;
- обычного типа (V) – 8,3 млн. рублей за 1 км.

Для сравнения в США ремонт 1 км автомобильной дороги I категории обходится в 127,05 млн. рублей, в Германии – 81,2 млн. рублей, в Китае – 29,03 млн. рублей [2].

Подготовительные работы.

До начала производства основных работ по ремонту автомобильной дороги необходимо выполнить восстановление и закрепление трассы, разбивка оси дороги, пересечений и примыканий, работу по демонтажу сущ. знаков, автопавильонов.

Работы по фрезерованию существующего асфальтобетонного покрытия.

При фрезеровании асфальтобетонного покрытия выполняются следующие операции:

- (за 2 часа до начала работ):
 - установка временных дорожных знаков и ограждений;
 - заправка фрезы водой;
 - приведение фрезы в рабочее положение;
 - при необходимости замена резцов;
 - приведение фрезы в транспортное положение.
- фрезерование покрытия с погрузкой асфальтогранулята в автосамосвал.

Снятие асфальтобетонного покрытия методом холодного фрезерования выполняется фрезой «WIRTGEN W-200» с гидравлическим приводом на гусеничном ходу.

Таблица 1.

Машины и технологическое оборудование

Фрезерование слоя	WIRTGEN W-200
Транспортировка асфальтогранулята	Автосамосвал
Замена резцов	Резцевыбиватель
Заправка фрезы водой	КДМ-130
Щетка	МТЗ-80
Перевозка людей	Газель

Таблица 2.

Технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления

Измерительные работы	нивелир В 30
Измерительные работы	универсальная трехметровая рейка
Измерительные работы	рейка нивелирная телескопическая VEGA TS3M
Подборка и перемещение асфальтобетонного гранулята	лопата совковая
Измерительные работы	рулетка измерительная металлическая TS 50/2

Таблица 3.

**Затраты времени на смену и затраты времени бригады
составляют 14 часов**

Дорожный рабочий	2 человека	14 часов
ИТР	1 человек	14 часов

Контролируемыми параметрами фрезерования существующего а/б покрытия являются:

- высотные отметки по оси (толщина снимаемого слоя)
- ровность фрезерованной поверхности существующего покрытия
- поперечные уклоны

При очистке фрезерованной поверхности проверяют чистоту покрытия.

Устройство новой дорожной одежды.

В состав работ по устройству слоя из асфальтобетонной смеси SP, SMA входят следующие операции:

1. Подготовительные работы за 3 часа перед началом работ:

- выставляются временные знаки согласованные с заказчиком схемы ОДД;
- очистка нижележащего конструктивного слоя дорожной одежды от пыли и грязи. Перед подгрунтовкой поверхность основания обязательно должна быть очищена от всевозможного мусора при помощи механизированных щеток;
- геодезические разбивочные работы;
- установка копирных струн с выставлением высотных отметок укладки;
- заготовка поперечного шва нарезчиков швов с дальнейшей очисткой;
- заправка звена катков водой с доставкой поливомоечной машиной;
- настройка систем автоматики и рабочих органов асфальтоукладчика;
- розлив битумного вяжущего на очищенный нижележащий слой.

Работы по подгрунтовке нижележащего слоя рекомендуется проводить за 1 - 2 часа до начала укладки;

- установка рабочих органов в рабочее положение.

2. Основные виды работ:

- погрузка и транспортировка асфальтобетонной смеси до объекта.

Для минимизации сегрегации автосамосвалы должны быть загружены в соответствии с рисунком. Загрузка осуществляется сначала ближе к

кабине кузова, затем на противоположной стороне и последним нагружается центр кузова.

- приемка асфальтобетонной смеси и транспортной документации ответственным лицом (прорабом, мастером);
- в случае, если время до выгрузки составляет более двух часов, рекомендуется применять перегружатель асфальтобетонной смеси во избежание сегрегаций. (оборудование, помогающее устранять температурную и фракционную сегрегацию смеси);
 - далее следует выгрузка смеси в бункер асфальтоукладчика;
 - распределение смеси асфальтоукладчиком, для обеспечения заданного поперечного и продольного профиля слоя дорожной одежды, укладка асфальтобетонного слоя производится по заданным высотным отметкам с применением встроенной системы двухстороннего нивелирования;
 - уплотнение асфальтобетонной смеси следует начинать после ее укладки на расстоянии 8-10 м, соблюдая соответствующий температурный режим;
 - для достижения наилучших характеристик уплотнения в процессе пробной укатки, после каждого прохода катка необходимо контролировать степень уплотнения неразрушающими методами контроля прибором PaveTracker Plus Model 2701-B, для выявления оптимального количества проходов катков. Также при уплотнении асфальтобетонной смеси необходимо контролировать ее температуру (определение температурного профиля укладываемого асфальтобетонного покрытия) при помощи тепловизора (допустимо использовать инвентарные поверенные термометры) для выявления возможной температурной сегрегации.

Таблица 4.

Машины и технологическое оборудование

Розлив вяжущих материалов	Автогудронатор MASSENZA
Перегружатель асфальтобетона	Дунарас
Распределение асфальтобетона	Дунарас F-2500
Начальное уплотнение*	Дунарас: СС-2200
Основное уплотнение*	Дунарас: СР-2100 пневм.
Окончательное уплотнение*	Дунарас(кр): СС-2200
Звено катков	Дунарас: СС-6200
Очистка основания от пыли и грязи, заправка катков	КДМ-130
	Воздуходув
Транспортировка смеси	Автосамосвал Scania 25 тн. (возможно использование наемных машин грузоподъемностью 25-30 т)
Минипогрузчик	NEW HOLLAND L225
Перевозка людей	Газель

Таблица 5.**Технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления**

Измерение температуры смеси	Пирометр (тепловизор или инвентарные поверенные термометры)
Организация дорожного движения	Светофор дорожный 2 секции
	Аккумулятор
	Фишки дорожные
Разбивка для укладки	Дюбель-гвоздь
Подг. продольного шва	Нарезчик швов, отбойный молоток, бензогенератор
Разбивка по обочине	Сталь арматурная, шнур
Перемещение асфальтобетона	Грабли металлические, лопата совковая
	Брусья упорные
Изм. поперечного уклона	Универсальная трехметровая рейка
Измерение толщины слоя	Мерник толщины
Измерение ширины слоя и других геометрических параметров	Комплект рулеток
Уст. временных дорожных знаков	Комплект средств организации дорожного движения и ограждения мест производства работ
Проверка качества уплотнения асфальтобетона	Pave Tracker Plus™ Model 2701-B

Таблица 6.**Затраты времени на смену и затраты времени бригады составляют 15 часов**

Дорожный рабочий	5 человек	15 часов
ИТР	1 человек	15 часов

При приемке выполненных работ по устройству слоя из SP, SMA следует проверять состояние поверхности покрытия на предмет отсутствия сегрегации и ровность, качество уплотнения продольных и поперечных сопряжений покрытия, соответствия толщины, ширины, уклонов, высотных отметок, их контроль следует проводить с использованием поверенных в установленном порядке инструментов.

Основные нормативные требования, которые надлежит выполнять и контролировать при устройстве и приемо-сдаточных испытаниях асфальтобетонного покрытия приведены в таблице операционного контроля СП 34.13330.2021 [3].

Список литературы:

1. Доклад о стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, ремонта и содержания 1 км автомобильных дорог общего пользования Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://rosavtodor.gov.ru/eye/page/4551/596881?ysclid=ltu1wdqcnn16143004>
6 Дата обращения (15.02.2024).
2. Исследование НИУ ВШЭ, журнал «Экономика. Налоги. Право»
3. СП 34.13330.2021. Свод правил. Автомобильные дороги.

СЕКЦИЯ 8.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Жиеней Айдана Едиловна

магистрант,

Казахский университет технологии и бизнеса

имени Куралбека Кулажанова,

Казахстан, г. Астана

Омаралиева Айгуль Махмудовна

научный руководитель, канд. техн. наук,

Казахский университет технологии и бизнеса

имени Куралбека Кулажанова,

Казахстан, г. Астана

Развитие технологий безглютеновых макаронных изделий имеет огромный потенциал, учитывая растущий спрос на здоровое питание и диеты, основанные на ограничении глютена. Это предоставляет возможности для инноваций в производстве, включая использование альтернативных зерновых культур, таких как кукуруза, рис, киноа и амарант. Кроме того, исследования в области добавок и улучшителей текстуры могут помочь создать безглютеновые макаронные изделия с аналогичной текстурой и вкусом традиционных видов.

С ростом осведомленности о здоровом образе жизни и увеличением числа людей, страдающих аллергией на глютен или придерживающихся безглютеновой диеты, интерес к безглютеновым продуктам, включая макаронные изделия, значительно выросло.

Основным вызовом при создании безглютеновых макаронных изделий является замена традиционной пшеничной муки безглютеновыми альтернативами. Популярными выборами являются кукуруза, рис, киноа и амарант. Каждый из этих ингредиентов имеет свои особенности в плане текстуры, вкуса и питательных свойств, что требует тщательного исследования и адаптации формул.

Создание безглютеновых макаронных изделий требует разработки оптимальных пропорций ингредиентов для достижения желаемой текстуры и вкуса продукта. Это может потребовать экспериментов с различными сочетаниями ингредиентов и процессов их обработки.

Производство безглютеновых макаронных изделий также требует специальных технологических процессов обработки и приготовления. Например, из-за отсутствия глютена, который обеспечивает эластичность теста, может потребоваться использование специальных методов формовки и сушки.

Для улучшения текстуры и структуры безглютеновых макаронных изделий могут применяться различные добавки и улучшители. Это могут быть стабилизаторы, загустители, а также натуральные ингредиенты, такие как крахмал или клейковина.

Проведение тщательного тестирования является необходимым этапом в разработке безглютеновых макаронных изделий. Оценка органолептических свойств продукта (вкус, текстура, аромат) и его сохранности помогает достичь оптимального качества.

С ростом спроса на безглютеновые продукты важно не только развивать технологии производства, но и информировать потребителей о преимуществах безглютеновой диеты и качестве безглютеновых макаронных изделий.

Развитие технологий производства безглютеновых макаронных изделий представляет собой перспективное направление и в Казахстане, отвечая на растущий спрос на здоровые и адаптированные к специфическим диетическим потребностям продукты. Однако для успешной реализации этого потенциала необходимы дальнейшие исследования, инновации.

В настоящее время для Казахстана проблема обеспечения больных целиакией безглютеновой продукцией становится социально значимой, играющей существенную роль в обеспечении качества жизни населения страны. Для устранения этой проблемы необходимо наладить производство качественных отечественных безглютеновых продуктов за счет использования отечественной сырьевой базы и новых подходов в технологии их производства, что приведет, с одной стороны, к повышению качества и конкурентоспособности, а с другой, удовлетворит потребительский спрос в Казахстане.

В настоящее время в Казахстане в достаточном объеме выращиваются все зерновые, зернобобовые и масличные культуры, такие как гречиха, кукуруза, рис, пшено, лен и др., которые могут быть полноценным сырьем для получения муки с целью производства безглютеновых продуктов.

Для выбора конкретных видов зерновых и масличных культур, а также для последующей их переработки и введения в рецептуру безглютеновых продуктов, целесообразно провести более детальный анализ пищевой ценности данных культур. Проанализирован химический состав безглютенового растительного сырья (таблица 1).

Таблица 1.

Химический состав безглютенового растительного сырья

Культура	Влажность, г	Белки, г	Жиры, г	Зола, г	Крахмал, г	Клетчатка, г	Энергетическая ценность, ккал
Гречка	14,0	12,6	3,3	1,7	63,7	1,1	313
Горох	14,0	23	1,2	2,8	46,5	5,7	302,7
Нут	14,0	20,1	5	3	43,2	3,7	328,6
Чечевица	14,0	24,8	1,1	2,7	39,8	3,7	310,5
Лен	6,96	18,29	42,16	3,27	-	27,3	534
Рис	14,0	7,3	2,0	4,6	55,2	9,0	283,8
Кукуруза	14,0	10,3	4,9	1,2	56,9	2,1	338,4

Витаминно-минеральный состав безглютенового сырья представлен в таблице 2.

Таблица 2.

Витаминно-минеральный состав безглютенового сырья

Культура	Содержание витаминов в 100 г продукта, мг						Содержание минералов в 100 г продукта, мг			
	РР	А	В ₁	В ₂	В ₆	Е	Са	Mg	К	Na
Гречка	6,3	-	0,4	0,18	0,5	-	42	48	130	3
Горох	2,2	2	0,81	0,15	0,27	0,7	115	107	873	33
Нут	3,33	15	0,08	-	-	-	193	126	968	72
Картофель	1,3	3	0,12	0,07	0,3	0,1	10	23	568	5
Фасоль	2,1	-	0,5	0,18	1,2	0,6	150	103	1100	40
Чечевица	1,8	5	0,5	0,21	-	0,5	83	80	672	55
Лен	3,08	-	1,64	0,16	0,47	0,3	255	392	813	30
Рис	3,8	-	0,34	0,08	0,54	0,8	40	116	314	30
Кукуруза	0,95	3,3	0,02	0,05	-	-	42	13	-	400

На основе полученных данных можно отметить, что показатели белка выше в некоторых культурах, таких как, фасоль, нут, чечевица и горох. Учитывая энергетические показатели, можно выделить среди безглютеновых культур лен и кукурузу.

Теоретический материал о возможности использования нетрадиционного растительного сырья указывает на целесообразность обогащения безглютеновых полуфабрикатов полноценным белком, ненасыщенными жирными кислотами, клетчаткой, витаминами, макро - и микронутриентами.

Для Казахстана в настоящее время характерно такое состояние дел, когда лечебные учреждения, в которых наблюдаются больные целиакией, вынуждены сами изыскивать пути обеспечения специальными продуктами, т.к. нет предприятий, выпускающих подобную продукцию для данного сегмента потребителей. В настоящее время безглютеновые продукты импортируются из стран ближнего и дальнего зарубежья, имеют высокую стоимость, к тому же в стране нет возможности подтвердить или опровергнуть информацию об их пищевой ценности.

Таким образом, разработка отечественных инновационных технологий безглютеновых макаронных изделий для Казахстана является перспективным направлением взамен дорогостоящих импортных продуктов, присутствующих на рынке Казахстана и несомненно, особенно важным для людей больных целиакией.

Список литературы:

1. Электронный ресурс:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844021001336>.
2. Марти А., Пагани М.А. (2013) Какую роль глютен может играть макаронах без глютена? Тенденции Food Sci Technol 31.
3. Чанд Н. , Михас А.А. 2006 год. Целиакия: современные концепции диагностики и лечения.

СЕКЦИЯ 9.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

СЖИЖЕННЫЕ УГЛЕВОДОРОДНЫЕ ГАЗЫ. ГАЗОФРАКЦИОНИРОВАНИЕ

Курдиян Елизавета Андреевна

*студент,
Самарский государственный технический университет,
РФ, г. Самара*

Сафронов Евгений Геннадьевич

*канд. экон. наук, доц.,
Самарский государственный технический университет,
РФ, г. Самара*

LIQUEFIED HYDROCARBON GASES. GAS FRACTIONATION

Elizaveta Kurdian

*Student,
Samara State Technical University,
Russia, Samara*

Evgeny Safronov

*Candidate of economic sciences, associate Professor,
Samara State Technical University,
Russia, Samara*

АННОТАЦИЯ

В данной статье будут рассмотрены процессы переработки ПНГ и выделения сжиженных углеводородных газов, а также особенности и варианты использования конечных продуктов переработки.

ABSTRACT

In this article the processes of APG processing and separation of liquefied hydrocarbon gases will be considered, as well as features and options for utilization of end products of processing.

Ключевые слова: ректификация, цгфу, фракция, бутан, изобутан, пентан, изопентан, гексан.

Keywords: rectification, cgfu, fraction, butane, isobutane, pentane, isopentane, hexane.

При добычи такого ценного ископаемого, как нефть неизбежно выделяется попутный нефтяной газ (ПНГ), представляющий собой газовую смесь, растворенную в нефти. Раньше такой газ выпускался в атмосферу через сжигание, что приводило к загрязнению воздуха углекислым газом. Однако в настоящее время ПНГ подвергают переработке для получения различных ценных продуктов, что уменьшает негативное влияние на окружающую среду. Следовательно, попутный нефтяной газ в настоящее время является источником ценных ресурсов.

Целью данной статьи является рассмотрение процесса переработки ПНГ и выделения сжиженных углеводородных газов, а также особенностей и вариантов использования конечных продуктов переработки.

Индивидуальные газы, такие, как пропан, бутан или изобутан, а также их смеси разного состава сами по себе являются важным и законченным товарным продуктом нефтехимической промышленности. Эти газы или их смеси носят общее название сжиженные углеводородные газы (СУГ). СУГ находят широкое применение в качестве топлива для промышленности и бытовых хозяйств. Направлением использования СУГ так же является их применение в качестве топлива для автомобильного транспорта. Разделение газов на газофракционирующих установках (ГФУ, также используется обозначение ЦГФУ—центральная газофракционирующая установка) основывается на принципах различия температур их кипения. Однако если на газоперерабатывающих заводах основная задача—отделить «жирные» фракции от метана и этана, то на ГФУ разделение должно быть более тщательным и более дробным—с выделением индивидуальных фракций углеводородов.

Наиболее крупные газоперерабатывающие заводы (ГПЗ) принадлежат перерабатывающему комплексу Группы «Газпром», большая часть ГПЗ входит в состав компаний «СИБУР» и «Новатэк», часть ГПЗ принадлежит нефтяным компаниям, таким, например, как «Лукойл», «Роснефть», «Татнефть» и др.

Газофракционирующие мощности СИБУРа – крупнейшие в России и являются очень важным звеном в производственной цепочке компании. Сжиженные газы СИБУР производит на трёх заводах, расположенных в разных регионах России. Газофракционирующие мощности СИБУРа составляют 8,55 млн. т. ШФЛУ в год, выпускает 7,6 млн. т. СУГ в год.

В Тобольске находится самая мощная в России центральная газофракционирующая установка (год ввода – 1984), проектная мощность которой составляет более 3 млн. тонн в год. Сырьё «СИБУР Тобольск» получает по продуктопроводу ШФЛУ с газоперерабатывающих заводов Тюменской области: Пуровским ЗПК, Сургутским ЗСК. «СИБУР Тобольск» является важнейшим в стране поставщиком СУГ в коммунально-бытовой сектор, на экспорт, в качестве сырья для нефтехимической промышленности.

На площадке «Новокуйбышевской нефтехимической компании» располагается центральная газофракционирующая установка № 3 (ЦГФУ-3) ЦГФУ-3 была построена в 1971 г. и с 2008 г. находилась на консервации. Мощность установки после модернизации составляет до 900 тыс. т. в год, тогда как раньше получалось выработать не больше 600 тыс.т.

В целом производительность комплекса по переработке широкой фракции легких углеводородов (включает ЦГФУ-2 и ЦГФУ-3) теперь приблизится к 1,3 млн тонн в год.

Кроме того, теперь вместо печей и дымовых труб нагревать сырьевые и продуктовые потоки будут паром с Новокуйбышевской ТЭЦ-2. Это позволит сократить количество выбрасываемых вредных веществ в атмосферу на 65% .

Валовое производство СУГ по России составляет 17002,4 тыс.т. в год.

Как упоминалось ранее, ПНГ представляет собой ценный и необходимый материал, включающий в себя метан, этан, бутан, пропан и пентан, и его добыча сопровождается процессом переработки на специализированном и уникальном оборудовании, доступном только на предприятии холдинга "СИБУР" в России.

ПАО "СИБУР" является одним из крупнейших игроков в нефтехимической отрасли в России, ведь группа компаний "СИБУР" обрабатывает более 96% полезного сырья из попутного нефтяного газа.

Попутный нефтяной газ проходит несколько этапов переработки. На первом этапе разделяют ПНГ и широкую фракцию легких углеводородов (ШФЛУ) - так называемая смесь газов, которая служит основным сырьем для производства полимеров. Далее ШФЛУ разделяется на индивидуальные углеводороды и их смеси – пропан, бутан, изобутан, то есть это сжиженные газы. Наименование сырья – широкая фракция легких углеводо-

родов. Ниже предоставлена таблица 1 с характеристикой исходного сырья.

Таблица 1.

Характеристика исходного сырья [4]

Национальный стандарт, технические условия, регламент или методика на подготовку сырья, стандарт организации	Показатели, обязательные для проверки	Регламентируемые показатели
Фракция широкая углеводородная Технические требования Стандарт предприятия СТ 200101-2014	1. Внешний вид 2. Массовая доля компонентов, %. • сумма углеводородов C ₁ -C ₂ • сумма углеводородов C ₃ • сумма углеводородов C ₄ -C ₅ • сумма углеводородов C ₆ и выше 3. Массовая доля метанола, %. 4. Массовая доля сероводорода и меркаптановой серы, % в том числе сероводорода, 5. Содержание воды и щелочи	Бесцветная прозрачная жидкость Не нормируется, определение обязательно Не нормируется, определение обязательно не более 0,025 не более 0,003 отсутствие

Транспортировка, в том числе на значительные расстояния производится как автомобильным транспортом (в автоцистернах), так и железнодорожным транспортом и танкерами по водному пути.

Хранение СУГ производится в специализированных для этих целей резервуарах или цистернах.

Таким образом, сжиженный природный газ является продуктом переработки попутного нефтяного газа, который используется самостоятельно в таких сферах применения, как газо- и теплоснабжение, топливо для транспорта. Однако, дальнейшая переработка приводит к образованию необходимого сырья, которое является основой для изготовления пластика, каучука, ПВХ, полипропилена, полиэтилена, полистирола. Которые в свою очередь преобразуются в продукты, применяемые в различных сферах жизнедеятельности человека – например, в машиностроении, бытовой сфере, медицине.

Следовательно, переработанные попутный нефтяной газ и сжиженный газ являются источником не только необходимых для человека продуктов, но и открывают широкий простор для их использования.

Список литературы:

1. Брагинский О.Б. Новые тенденции развития мировой нефтегазохимической промышленности и российские реалии/ О.Б. Брагинский // НефтеГазоХимия. – 2017. – Вып. 2. – С. 5-12.
2. Муллахметова Л.И. Попутный нефтяной газ: подготовка, транспортировка и переработка/ Л.И. Муллахметова, Е.И. Черкасова // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. Т18. №19.- С. 83-90.
3. Агабеков В.Е. Нефть и газ: технологии и продукты переработки / В.Е. Агабеков, В.К. Косяков. – Минск: Беларусь. Наука, 2011. – 459 с.
4. Постоянный технологический регламент АО «ННК» ректификация ШУВ (отделение 0103 цех №1 «Газоразделение и получение изопентана»): АО «ННК». – Новокуйбышевск, 2020. – 261 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

*Сборник статей по материалам LXXXIV международной
научно-практической конференции*

№ 5 (78)
Май 2024 г.

В авторской редакции

Мнение авторов может не совпадать с позицией редакции

Подписано в печать 21.05.24. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 12,5. Тираж 550 экз.

Издательство «Интернаука»
123182, г. Москва, ул. Академика Бочвара ул., д. 5, корпус. 2, к. 115
E-mail: mail@internauka.org

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 1

16+

ООО «Интернаука» (г. Москва) проводит международные заочные научно-практические **конференции по 26 научным направлениям**. Предоставляя возможность опубликовать статьи быстро и качественно, мы помогаем аспирантам, соискателям и докторантам представить на суд научной общественности результаты проведенных исследований, открываем дорогу молодым, привлекаем в научную среду как начинающих ученых, так и профессионалов, имеющих богатый практический опыт в прикладной сфере и упрощаем процесс вхождения в научное сообщество, снижая барьеры расстояния, финансов, языка, статуса, возраста, опыта.

Мы проводим заочные конференции на двух языках: русском и английском, способствуя сближению научных сообществ разных стран.

Нашим изданиям присваиваются коды ISSN, УДК, ББК. Производится их регистрация в Российской книжной палате и рассылка по библиотекам нашей страны.

На сегодняшний день в рамках проекта "Интернаука" было **проведено свыше 250 конференций, в которых приняли участие более 6000 ученых из 15 стран мира**: России, Казахстана, Узбекистана, Азербайджана, Украины, Белоруссии, Польши, Армении, Латвии, Болгарии, Молдовы, Румынии, Эстонии, Греции, Турции.

Конференции по 26 направлениям науки:

Архитектура
Астрономия
Биология
Ветеринария
География
Геология
Информационные технологии
Искусствоведение
История
Культурология
Математика
Медицина
Менеджмент
Педагогика
Политология
Психология
Сельскохозяйственные науки
Социология
Технические науки
Фармацевтические науки
Физика
Филология
Философия
Химия
Экономика
Юриспруденция