

Научный центр «LJournal»

Рецензируемый научный журнал

# **Современные достижения научно-технического прогресса**

№3(14), Май 2025

Peer-reviewed scientific journal  
«Modern achievements scientific and technological progress»  
May 2025, №3(14)



Самара, 2025

T33

**Рецензируемый научный журнал «Современные достижения научно-технического прогресса» №3(14), Май 2025 - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2025 - 160 с.**

**Peer-reviewed scientific journal «Modern achievements scientific and technological progress» May 2025, №3(14) - Scientific center "LJournal", Samara, 2025 - 160 pages.**

**Современные достижения научно-технического прогресса** - это рецензируемый научный журнал, в который включены результаты научных исследований из самых важных областей научных знаний.

Периодичность выхода журнала – 6 раз в год. Такой подход позволяет публиковать самые актуальные научные статьи и осуществлять оперативное обнародование важной научно-технической информации.

Информация, представленная в журнале, опубликована в авторском варианте. Орфография и пунктуация сохранены. Ответственность за информацию, представленную на всеобщее обозрение, несут авторы материалов.

Метаданные и полные тексты статей журнала передаются в наукометрическую систему ELIBRARY.

Электронные макеты издания доступны на сайте научного центра «LJournal» - <https://ljournal.org>

© Научный центр «LJournal»  
© Университет дополнительного  
профессионального образования

© Scientific center "LJournal"  
© The university of additional  
professional education

УДК 001.1  
ББК 60

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Чернопятов Александр Михайлович**  
Кандидат экономических наук, Профессор

**Ильященко Дмитрий Павлович**  
Кандидат технических наук

**Андреева Ольга Николаевна**  
Кандидат филологических наук, Доцент

**Попова Наталья Владимировна**  
Кандидат педагогических наук, Доцент

**Вражнов Алексей Сергеевич**  
Кандидат юридических наук

**Чебыкина Ольга Альбертовна**  
Кандидат психологических наук

**Мирошин Дмитрий Григорьевич**  
Кандидат педагогических наук, Доцент

**Овчинников Евгений Леонтьевич**  
Кандидат биологических наук

**Пузыня Татьяна Алексеевна**  
Кандидат экономических наук, Доцент

**Байрамова Айгюн Сеймур кызы**  
Доктор философии по техническим наукам

**Теплухин Владимир Клавдиевич**  
Доктор технических наук, Профессор

**Романова Ирина Валентиновна**  
Кандидат экономических наук, Доцент

**Гуткевич Елена Владимировна**  
Доктор медицинских наук

**Аширапов Баходурджон Пулотович**  
Кандидат филологических наук, Доцент

**Царегородцев Евгений Леонидович**  
Кандидат технических наук, доцент

**Дробот Павел Николаевич**  
Кандидат физико-математических наук, доцент

**Абасова Самира Гусейн кызы**  
Кандидат экономических наук, Доцент

**Ханбабаева Ольга Евгеньевна**  
Кандидат сельскохозяйственных наук, Доцент

**Ерыгина Анна Владимировна**  
Кандидат экономических наук, Доцент

**Петраш Елена Вадимовна**  
Кандидат культурологии

**Ефременко Евгений Сергеевич**  
Кандидат медицинских наук, Доцент

**Жичкин Кирилл Александрович**  
Кандидат экономических наук, Доцент

**Ларионов Максим Викторович**  
Доктор биологических наук, Доцент

**Лыгин Сергей Александрович**  
Кандидат химических наук, Доцент

**Шамутдинов Айдар Харисович**  
Кандидат технических наук, Профессор

**Хачатурова Карине Робертовна**  
Кандидат педагогических наук

**Григорьев Михаил Федосеевич**  
Доктор сельскохозяйственных наук

**Ершова Ирина Георгиевна**  
Кандидат технических наук

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>РАЗДЕЛ I. ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА</b> .....	6
<b>Аксёнова В.М., Ерохин В.В.</b> Программная реализация модуля адаптивной фильтрации на Python .....	6
<b>Бернадский И.Д.</b> Анализ и обработка данных трекинга камеры в контексте AR-приложений .....	9
<b>Ерохин В.В., Насонов И.П., Масалимова В.Р.</b> Программа для автоматизации процессов формирования документов в соответствии с приказами ФСТЭК.....	14
<b>Ерохин В.В., Масалимова В.Р., Насонов И.П.</b> Программа для автоматизированного обновления CRL-файлов в КриптоПро CSP.....	17
<b>Карпов А.С.</b> Современные алгоритмы обнаружения контактов в методе дискретных элементов для полидисперсных и полиэдрических систем.....	20
<b>Костин В.Д.</b> Исследование методов разработки в нетиповых конфигурациях 1С.....	25
<b>Сорокин Н.А.</b> Ускорение отображения критически важного контента в Next.js: проблемы задержки при SSR и современные решения для улучшения UX и SEO.....	31
<b>Стариков Е.Н., Колосова А.А.</b> Методы обработки больших данных: эволюция технологий .....	33
<b>Щербань О.В., Максимова М.А., Полевая М.А.</b> Применение технологии блокчейн в индустрии красоты.....	38
<b>Акрам К.</b> Automated System Based on Artificial Intelligence for Reading Handwritten Letters’ .40	40
<b>РАЗДЕЛ II. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	44
<b>Белоброва А.К.</b> Современное состояние стратегии развития транспортной системы .....	44
<b>Геюшов Ш.З., Кадирова З.Г.</b> Использование жидких продуктов пиролиза, образующихся на установке EP-300, в качестве модификаторов при получении композиций на основе 3-этилиден-норборденового сополимера.....	46
<b>Николаенко Е.Д.</b> Автоматизация диагностики железнодорожного полотна: концепт робототехнического комплекса с изменяющейся конфигурацией .....	50
<b>Рахматов Р.И.</b> Теоретические исследования источников шума и звуковой вибрации, и путей их распространения .....	54
<b>Уханаев Л.А.</b> Автоматизированное проектирование групповых технологических процессов обработки деталей.....	81
<b>РАЗДЕЛ III. ЭНЕРГЕТИКА</b> .....	84
<b>Волкова П.В.</b> Исследование влияния отключения регенеративных отборов пара на показатели работы турбоагрегата.....	84
<b>Семиненко А.Д.</b> Анализ влияния температуры наружного воздуха на показатели работы газотурбинной установки .....	88
<b>РАЗДЕЛ IV. АГРОНОМИЯ</b> .....	92
<b>Замотаева Н.А.</b> Экологические аспекты применения пестицидов.....	92

<b>РАЗДЕЛ V. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	96
<b>Нугманов А.М., Фирсова Л.Ю.</b> Защитные антикоррозионные свойства солевых отложений при катодной защите стали в морской воде .....	96
<b>Цай Р.В.</b> «Разработка биоразлагаемых композиционных материалов на основе микрофибриллярной целлюлозы и полимолочной кислоты» .....	99
<b>РАЗДЕЛ VI. ЯЗЫКОЗНАНИЕ И ЛИТЕРАТУРОВЕДЕНИЕ</b> .....	103
<b>Синяева Т.В.</b> Медиаобраз А.П. Чехова (на материале публикаций, посвященных юбилейным датам) .....	103
<b>РАЗДЕЛ VII. ЛОГИСТИКА</b> .....	105
<b>Рыбина В.Д.</b> Оптимизация логистических операций в условиях санкций и торговых ограничений.....	105
<b>РАЗДЕЛ VIII. ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	108
<b>Зотикова И.А.</b> Понятие специальных знаний и их применение в заключении эксперта в гражданском и арбитражном процессе и административном судопроизводстве .....	108
<b>Зотикова И.А.</b> Рецензия заключения эксперта в гражданском и арбитражном процессе и в административном судопроизводстве .....	113
<b>Комарова А.А., Виндовская К.А., Сороколетова М.А.</b> Проблемы оформления и регистрации прав на земельные участки: причины и возможные решения.....	118
<b>Коньшина Н.С., Шумилина О.С.</b> Проблемные вопросы квалификации причинения смерти по неосторожности.....	121
<b>Курчевский Л.В., Павлов А.О., Шкуро Р.В.</b> К вопросу о проблемах института привлечения в качестве обвиняемого .....	124
<b>РАЗДЕЛ IX. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	130
<b>Богашева Л.С., Байрамкулова М.А.</b> Бюджетирование как инструмент стратегического управления .....	130
<b>Вальдер Е.С.</b> Современные проблемы налогообложения хозяйствующих субъектов.....	132
<b>Козина Е.В., Букина В.М.</b> Современные тенденции стратегического планирования в условиях цифровизации .....	135
<b>Максимова М.А., Полевая М.А., Щербань О.В.</b> Применение информационных технологий как превентивной меры для проблем бедности и безработицы в Российской Федерации ....	138
<b>Николаева Л.А., Газетдинова Г.Н.</b> Применение концепции интернета энергии в современных экотехнопарках .....	140
<b>РАЗДЕЛ X. ПЕДАГОГИКА</b> .....	146
<b>Беличенко О.М.</b> О роли прикладных математических задач в процессе формирования общепрофессиональных компетенций.....	146
<b>Майтиева Р.А.</b> Пословицы как инструмент обучения языкам: применение в практике преподавания .....	149
<b>Чотчаева И.А., Курбангаджиев К.Р.</b> Изучение английских слов методом мнемотехники для студентов в неязыковом вузе .....	152

## РАЗДЕЛ I. ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Аксёнова В.М., Ерохин В.В.

### Программная реализация модуля адаптивной фильтрации на Python

*Иркутский государственный университет путей сообщения  
(Россия, Иркутск)*

#### Аннотация

Статья посвящена исследованию процесса фильтрации цифрового сигнала для последующей обработки в программно-аппаратном комплексе защиты информации. В работе представлены результаты программной реализации и исследования характеристик модуля адаптивной фильтрации на Python, с применением адаптивного фильтра Калмана с конечной импульсной характеристикой.

**Ключевые слова:** адаптивный фильтр, радиомониторинг, закладное устройство, фильтр Калмана.

#### Abstract

The article is devoted to the study of the digital signal filtering process for subsequent processing in a hardware and software complex for information security. The paper presents the results of software implementation and study of the characteristics of the adaptive filtering module in Python, using an adaptive Kalman filter with a finite impulse response.

**Keywords:** adaptive filter, radio monitoring, embedded device, Kalman filter.

С развитием технологий и увеличением объёмов информации возрастает значение работы с передаваемыми и принимаемыми сигналами. Радиомониторинг обеспечивает сбор и обработку сигналов, а важным этапом этого процесса является их фильтрация. Эффективная фильтрация требует адаптивных алгоритмов, способных подстраиваться к нестабильным условиям распространения сигнала.

Сигнал — это физический процесс передачи информации по материальной среде [1]. Цифровые сигналы представляют собой дискретные значения в двоичной форме. Цифровая обработка сигналов предпочтительнее благодаря высокой точности, устойчивости к внешним воздействиям, компактности хранения и широким возможностям обработки [2].

Фильтрация — одна из ключевых задач цифровой обработки сигналов. Её цель — подавление помех и выделение полезного сигнала на фоне шумов [3].

С расширением применения радиосвязи возрастает значение контроля радиочастотного спектра. Комплексы радиомониторинга обеспечивают безопасность связи, обнаруживая технические каналы утечки информации и поддерживая радиоконтроль.

#### Адаптивный КИХ фильтр

Лучшим вариантом для шумоподавления является адаптивный фильтр. Адаптивный фильтр представляет собой тип цифрового фильтра, который способен изменять свои характеристики и параметры в реальном времени в зависимости от входных данных и окружающей среды. Он адаптируется к изменениям в сигнале, шумах или пропускаемых частотах, обеспечивая эффективное шумоподавление и улучшение качества обработки сигнала [4].

Часто используемым классом фильтров на практике является фильтр с конечной импульсной характеристикой. Он является линейным цифровым фильтром, т.е. используется линейная комбинация входных сигналов с коэффициентами фильтра для вычисления выходного сигнала. [5].

Формальное описание алгоритма адаптивной фильтрации

Существует множество математических моделей для реализации адаптивного фильтра с конечной импульсной характеристикой. Мощным и эффективным средством обработки сигналов является алгоритм фильтра Калмана, который оценивает вектор состояния динамической системы, используя ряд неполных и зашумленных измерений [5].

Основная идея фильтра Калмана заключается в том, что он поддерживает два основных состояния – прогноз состояния системы и коррекцию состояния системы на основе новых измерений. Эти два процесса рекурсивно повторяются, чтобы обновить оценку состояния системы с каждым новым измерением. Для реализации программного фильтра будем пользоваться следующими формулами:

Предсказание

$$x_k = \hat{x}_{k-1}$$

$$\hat{P}_k = P_{k-1} + Q$$

Обновление оценки с учётом изменения значения входного сигнала с шумом

$$\hat{x}_k = x_k + K_k (z_k - x_k)$$

Коэффициент фильтра Калмана

$$K_k = \frac{P_k}{P_k + R}$$

Обновление ошибки ковариации

$$\hat{P}_k = (1 - K_k) P_k,$$

где  $k$  – отсчет времени,  $z_k$  – наблюдение,  $x_k$  – оцениваемый процесс;  $Q$  – матрица шумов процесса,  $R$  – матрица шумов наблюдений.

Значения ковариаций измерения и процесса берём под характеристики системы. Если  $Q$  выбрана слишком большой, фильтр будет быстро реагировать на изменения, но может стать нестабильным. В том случае, когда  $Q$  выбрана слишком малой, фильтр будет слишком инертным и медленно реагировать на изменения.

Выбор  $R$  зависит от точности измерительных устройств и уровня шума. Чем больше  $R$ , тем больше вес имеют измерения по сравнению с предсказаниями фильтра.

Программная реализация модуля адаптивного фильтра

Реализованный фильтр является фильтром с конечной импульсной характеристикой, так как существующая функция ограничена временем. Свойство адаптивности заключается в автоматическом корректировании параметров фильтра на основе входных данных и оценок состояния системы. Общая схема взаимодействия комплекса радиомониторинга и программного модуля адаптивного шумоподавляющего фильтра представлена на рисунке 1.

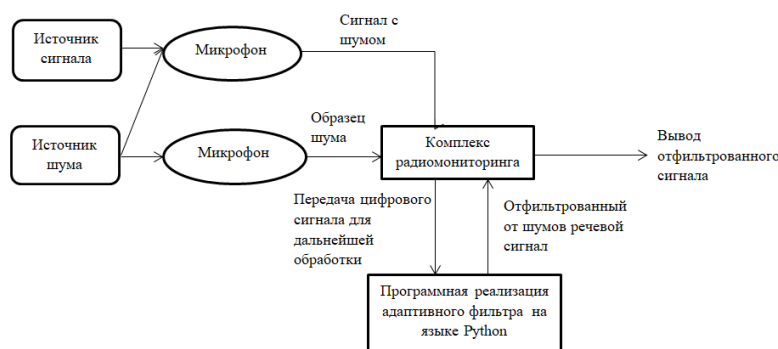


Рисунок 1. Схема проведения радиомониторинга с применением адаптивного фильтра.

Принцип работы программного фильтра состоит в реализации следующих этапов: создается синусоидальный сигнал и на него накладывается шум;

на каждом шаге фильтрации происходит предсказание следующего значения сигнала и его дисперсии, вычисление коэффициента Калмана, обновление оценки сигнала и коррекция дисперсии ошибки.

Результат работы программного фильтра - отфильтрованный сигнал, который лучше отражает исходный полезный сигнал, минимизируя влияние шумы.

При значениях  $Q = 0.001, R = 0.01$ , результирующие графики работы программного адаптивного фильтра, показаны на рисунке 2.

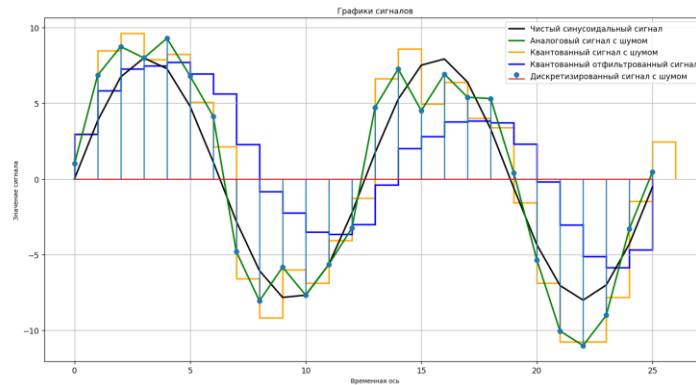


Рисунок 2. Результирующие графики сигналов при  $T = 4\pi$

На графиках, показаны следующие сигналы:

Чистый (полезный) синусоидальный сигнал показан черным цветом;

Аналоговый сигнал с шумом – зеленый цвет;

Квантованный сигнал с шумом – оранжевый;

Дискретизированный сигнал с шумом – голубые точки;

Квантованный отфильтрованный сигнал – синий.

Проанализировав результаты из выше представленного графика можно выделить следующие выводы:

Фильтр вызывает сдвиг фазы в сигнале вправо, следовательно, происходит временная задержка;

Количество частотных составляющих сигнала уменьшилось, значит, фильтр успешно удалил шумы сигнала, что привело к повышению отношения сигнал/шум.

Анализ результатов моделирования подтвердил высокую эффективность функционирования разработанного модуля адаптивной фильтрации полезного сигнала в условиях шумов и помех. Это делает его перспективным компонентом комплексов радиомониторинга, способным повысить точность обнаружения и анализа сигналов, тем самым внося значительный вклад в обеспечение безопасности информации и эффективное использование радиочастотного спектра.

\*\*\*

1. Коберниченко В.Г. Основы цифровой обработки сигналов: учеб. пособие / В.Г. Коберниченко. –М.; Изд-во Урал. Ун-та. - 2018 г. – 150 с;
2. Методы и устройства цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mivlgu.ru/conf/zvorykin2011/works/pdf/section12.pdf> (дата обращения 20.02.2025);
3. Теорема Котельникова в цифровой обработке сигналов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://supereyes.ru/articles/oscillograph/tsifrovaya-obrabotka-teorema-kotelnikova/> (дата обращения 20.02.2025);
4. Каторин Ю.Ф., Разумовский А.В., Спивак А.И. Защита информации техническими средствами: Учебное пособие / Под редакцией Ю.Ф. Каторина – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 416 с;
5. Основы цифровой обработки сигналов: АЧХ и ФЧХ, Цифровые фильтры, КИХ и БИХ фильтры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hub.exponenta.ru/post/osnovy-tsifrovoy-obrabotki-signalov-achkh-i-fchkh-tsifrovye-filtry-kikh-i-bikh-filtry612> (дата обращения 22.02.2025).

**Бернадский И.Д.**

## **Анализ и обработка данных трекинга камеры в контексте AR-приложений**

*Московский технический университет связи и информатики  
(Россия, Москва)*

### **Аннотация**

Статья посвящена методам сглаживания и интерполяции данных трекинга камеры для приложений дополненной реальности (AR). Рассматриваются линейная интерполяция, сплайн-интерполяция и фильтр Калмана, их реализация на Python и сравнительный анализ. Показано, что фильтр Калмана наиболее эффективно снижает шум и повышает устойчивость виртуальных объектов, а интерполяционные методы полезны для повышения плавности движения.

Ключевые слова: дополненная реальность, трекинг камеры, фильтр Калмана, интерполяция, сглаживание данных, кубические сплайны, AR-приложения.

### **Abstract**

The article surveys data-smoothing and interpolation techniques for camera tracking in augmented-reality (AR) applications. It compares linear interpolation, cubic-spline interpolation, and the Kalman filter, outlines their Python implementations, and evaluates them on simulated data. Results show that the Kalman filter best suppresses noise and stabilizes virtual objects, while interpolation methods are valuable for improving motion smoothness.

**Keywords:** augmented reality, camera tracking, Kalman filter, interpolation, data smoothing, cubic splines, AR applications.

### **Введение**

Дополненная реальность (AR) – это технология наложения виртуальных объектов на изображение реального мира в режиме реального времени. Ключевым техническим требованием AR-приложений является трекинг камеры – определение положения и ориентации камеры устройства относительно окружающей сцены. От точности трекинга камеры напрямую зависит корректность позиционирования виртуальных объектов: даже незначительные ошибки приводят к тому, что виртуальные объекты «плывут» или дрожат относительно реального окружения, нарушая ощущение реальности. Современные трекинг-системы используют комбинацию методов компьютерного зрения и данных инерциальных датчиков для отслеживания положения камеры в пространстве. Однако даже при продвинутых алгоритмах данные о позе камеры, получаемые на каждом кадре, могут содержать погрешности и шум. В типичных сценариях датчики и алгоритмы трекинга выдают поток оценок положения (координаты  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) и ориентации (углы поворота  $rx$ ,  $ry$ ,  $rz$ ) камеры с некоторой частотой (число кадров в секунду), и эти оценки зачастую не свободны от случайных ошибок. Поэтому в AR возникает потребность в сглаживании (фильтрации) и, при необходимости, интерполяции данных трекинга камеры, чтобы повысить стабильность виртуальных наложений.

Описанные проблемы – пропуски кадров и шумность позы – мотивируют применение методов обработки данных трекинга камеры. Сглаживание траектории и интерполяция недостающих точек позволяют получить более плавное и устойчивое поведение виртуальных объектов. Ниже мы рассмотрим три подхода: линейную интерполяцию, сплайн-интерполяцию и фильтр Калмана. Каждый из них способен улучшить поток данных о позе камеры, однако отличается предположениями, сложностью и результатами.

### **Методы сглаживания и интерполяции данных**

#### **Линейная интерполяция**

Линейная интерполяция – простой и широко применяемый метод заполнения промежутков между известными точками данных. Предполагается, что между двумя последовательными известными положениями камеры ( $x_1$ ,  $y_1$ ,  $z_1$ ) и ( $x_2$ ,  $y_2$ ,  $z_2$ ) она

движется по прямой с равномерной скоростью. Тогда любую промежуточную точку во времени  $t$  можно оценить по формуле линейной интерполяции, например, для координаты  $x$ :

$$x(t) \approx x_1 + (x_2 - x_1) * (t - t_1) / (t_2 - t_1)$$

Аналогично вычисляются  $y(t)$  и  $z(t)$ , а также ориентация  $gx(t)$ ,  $gy(t)$ ,  $gz(t)$ . Линейная интерполяция вычислительно очень проста и не требует каких-либо предположений, кроме локальной линейности движения. Её достоинством является отсутствие задержки – интерполяция опирается только на ближайшие известные точки, поэтому может выполняться в реальном времени по мере поступления новых данных, заполняя пропуски. Также линейная интерполяция гарантирует, что интерполированная траектория пройдёт точно через все исходные опорные точки (кадры), то есть не произойдёт никаких отклонений от измеренных позиций.

#### Сплайн-интерполяция

Сплайны – это гибкий инструмент для интерполяции, позволяющий получить более гладкую кривую, проходящую через заданные точки. На практике чаще всего применяются кубические сплайны: на каждом интервале между соседними точками траектория аппроксимируется полиномом третьей степени, а коэффициенты полиномов подбираются так, чтобы обеспечить стыковку значений, первых и вторых производных на границах интервалов. В результате формируется единая составная кривая, непрерывная вместе со своими производными вплоть до второго порядка [1].

Сплайны требуют немного больших вычислительных затрат, чем линейная интерполяция, так как предполагают решение системы уравнений для стыковки производных (либо применение готовых библиотечных функций). Но при числе кадров, типичном для трекинга (десятки или сотни за секунду), расчет кубического сплайна остаётся очень быстрым. Ограничением для применения сплайнов в режиме реального времени является то, что для интерполяции в текущий момент желательно знать несколько соседних точек (включая будущие). Поэтому сплайн-интерполяция удобна либо для постобработки траектории (офлайн сглаживание), либо с небольшой задержкой (накопив несколько точек, можно интерполировать серединные фрагменты сплайном).

#### Фильтр Калмана

Фильтр Калмана – это алгоритм оптимальной рекурсивной оценки состояния динамической системы, позволяющий объединять серию измерений с учётом их неточности. Впервые разработанный Рудольфом Калманом в 1960 г., этот фильтр широко применяется в задачах навигации, управления и компьютерного зрения. В случае трекинга камеры роль состояния играет положение и скорость камеры (а также параметры ориентации и угловых скоростей), а измерениями – периодические оценки позиции и ориентации, поступающие от системы SLAM или датчиков. Фильтр Калмана моделирует движение камеры во времени с помощью некоторой простой модели (например, модель равномерного прямолинейного движения с случайными ускорениями) и на каждом шаге времени выполняет две фазы: предсказание и коррекцию [2].

В фазе предсказания на основе предыдущего состояния и модели движения вычисляется прогноз нового положения и ориентации камеры в следующий момент. Например, если на прошлом шаге оценка скорости камеры была  $v_{k-1}$ , а положения  $p_{k-1}$ , то прогноз на момент  $k$  без учёта измерений:  $p_{k|k-1} = p_{k-1} + v_{k-1} \Delta t$ ,  $v_{k|k-1} = v_{k-1}$  (при модели постоянной скорости). Эта экстраполяция может заполнять промежутки, когда новые измерения отсутствуют. В фазе коррекции фильтр учитывает фактическое поступившее измерение (новые данные трекинга камеры)  $z_k$  и обновляет прогноз: вычисляется разница  $u_k = z_k - H x_{k|k-1}$  (инновация между измеренной позицией и предсказанной, где  $H$  – проектирует состояние в пространство измерений), затем корректируется состояние  $x_k = x_{k|k-1} + K_k u_k$ , где  $K_k$  – матрица Калмановского усиления. Коэффициент усиления рассчитывается так, чтобы минимизировать среднеквадратичную ошибку оценки, учитывая ковариации шума измерений  $R$  и модельной неопределенности  $Q$ . Интуитивно, если текущее измерение пришло с большой

погрешностью, фильтр будет больше полагаться на модель (малый  $K_k$ ), а если наоборот – измерение надёжно, фильтр почти последует за ним (большой  $K_k$ ). Благодаря такому подходу выход фильтра представляет собой компромисс между сглаженностью (следование модели) и точностью (следование данным). Причём, в отличие от сплайнов, фильтр Калмана не требует хранения всех предыдущих данных и может работать в реальном времени, обновляя оценку с приходом каждого нового кадра.

#### Реализация методов в Python

Для экспериментальной проверки описанные методы были реализованы на языке Python. Входные данные представляют собой JSON-файл, содержащий последовательность измерений позы камеры. Структурно файл может быть массивом объектов, каждый из которых хранит информацию о кадре: координаты камеры ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) и углы поворота ( $rx$ ,  $ry$ ,  $rz$ ) в некоторые моменты времени (например, с равным шагом по времени или с метками времени).

Предположим, что кадры трекинга камеры приходят не каждую единицу времени, а, например, с шагом 2 (т.е.  $frames = [0, 2, 4, \dots]$ ). Такое может случиться, если исходная частота алгоритма трекинга ниже требуемой для рендеринга. Далее мы применяем каждый из методов к этим данным, чтобы получить сглаженную траекторию с промежуточными точками на каждом шаге времени.

#### Линейная интерполяция в Python

Python предоставляет удобные инструменты для линейной интерполяции. Была использована функция `np.interp` из библиотеки NumPy, которая выполняет одномерную линейную интерполяцию по заданным опорным точкам.

#### Сплайн-интерполяция в Python

Для интерполяции сплайнами удобнее всего использовать функции из библиотеки SciPy. В модуле `scipy.interpolate` есть функция `interp1d`, которая может построить интерполянт заданного типа. Указан параметр `kind='cubic'` для кубической интерполяции.

В SciPy также есть класс `CubicSpline` и функция `make_interp_spline` для явного создания сплайнов, а также `UnivariateSpline` для сглаживающих сплайнов с заданным параметром. Был использован `interp1d` для краткости, так как он покрывает наш случай без необходимости настраивать дополнительные параметры.

#### Реализация фильтра Калмана

Реализация фильтра Калмана требует чуть большего объёма кода, поскольку нужно вручную выполнить рекурсивные вычисления. Рассмотрим упрощённый вариант: будем фильтровать каждую координату независимо, используя модель прямолинейного равномерного движения. Для одной координаты  $x$  введём состояние  $[x, v]^T$ , где  $v$  – скорость по  $x$ . Дискретный шаг равен  $\Delta t$  (в наших данных шаг 1 между последовательными кадрами в `t_full`). Модель:  $x_{k+1} = x_k + v_k \Delta t$ ,  $v_{k+1} = v_k$  (скорость постоянна, процесс ускорения будет учитывать шум). Необходимо задать ковариации: возьмём дисперсию шума измерения  $R$  и ковариационную матрицу процесса  $Q$ . Параметры  $R$  можно оценить по разбросу исходных данных, а  $Q$  – по предполагаемой интенсивности непредвиденных ускорений. В коде они заданы некоторыми константами.

С полной версией кода можно ознакомиться здесь [3].

#### Сравнение результатов методов

После применения всех трёх методов (линейной интерполяции, сплайн-интерполяции и фильтра Калмана) к одному и тому же набору данных трекинга камеры, можно сравнить получившиеся траектории. Для наглядности проведём эксперимент на смоделированных данных: зададим некоторую истинную траекторию движения камеры и сгенерируем «измерения», имитирующие пропуски (несколько разреженных точек) и шум. Затем применим методы и оценим, насколько гладкой и точной получилась восстановленная траектория.

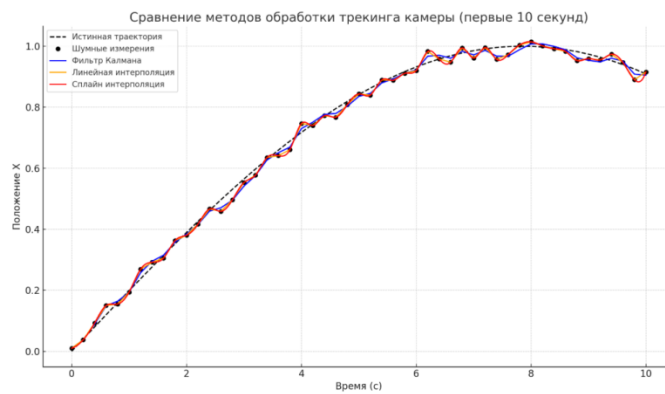


Рисунок 1. График сравнения методов обработки трекинга камеры.

Как видно из Рис. 1, все методы успешно восстанавливают непрерывную траекторию из дискретных данных, но качественно различаются:

**Линейная интерполяция.** Интерполированная ломаная (оранжевая) проходит через все чёрные точки измерений. На графике X это выражается в том, что оранжевая линия совпадает с исходными точками и прямолинейно соединяет их.

**Сплайн-интерполяция.** Кубический сплайн (красная линия) также точно проходит через все точки данных, но между ними ведёт себя более плавно, с прогибом кривой. На некоторых интервалах из-за шумных исходных точек сплайн может внести небольшие дополнительные отклонения. В целом сплайн-интерполяция обеспечивает более приятное визуальное движение по сравнению с линейной: объект движется с плавно меняющимся ускорением, без внезапных изменений направления. В реальном AR-приложении это могло бы означать, например, более реалистичное скольжение виртуальной метки по сцене при движении камеры, без дрожи на кадрах.

**Фильтр Калмана.** Результирующая траектория, полученная фильтрацией (синяя линия), заметно отличается от предыдущих двух. Прежде всего, она не проходит через каждую исходную точку – на графиках видно, что синяя линия более сглажена относительно чёрных точек: в местах, где измерение отклонялось вверх или вниз от истинной позиции, фильтр «усредняет» это, оставаясь ближе к пунктирной линии.

Для количественного сравнения можно вычислить метрики. В нашем симулированном примере все методы показали схожую точность восстановления траектории. Среднеквадратичная ошибка (RMSE) [4] по положению для линейной интерполяции составила порядка 0.28 (в условных единицах координат), для сплайна ~0.31, а для фильтра Калмана ~0.37. То есть линейный метод оказался чуть точнее в среднем относительно истинной траектории – во многом потому, что он проходил через сами измерения, которые уже находились близко к истине. Фильтр Калмана, сглаживая, иногда отклонялся от истинной кривой (когда та быстро меняла направление), что увеличило ошибку.

Обобщая результаты, линейная интерполяция хорошо подходит для простого увеличения частоты кадров трекинга и отличается минимальной вычислительной сложностью, но не фильтрует шум и не сглаживает траекторию на опорных точках. Сплайн-интерполяция обеспечивает гладкое и эстетично выглядящее движение, устраняя угловатость линейного метода; она полезна, когда важна высокая плавность (например, при визуализации движения камеры для анализа), но не подавляет шум без дополнительных модификаций. Фильтр Калмана эффективно уменьшает шум и дрожание, выдавая сглаженную траекторию, и способен адекватно восстанавливать пропущенные участки за счёт прогноза. При этом фильтр требует подбора параметров и может вводить небольшое запаздывание и неточность при резких манёврах, если модель движения не полностью соответствует реальности.

### Выводы

В работе рассмотрены три метода обработки данных трекинга камеры для AR-приложений: линейная интерполяция, сплайн-интерполяция и фильтрация Калмана. Каждый из них решает проблему повышения стабильности и непрерывности позы камеры, но с разным подходом. Линейная интерполяция – самый простой способ заполнения пропусков, однако она не обеспечивает гладкости первого порядка и не борется с шумом. Сплайн-интерполяция даёт значительно более гладкий результат, улучшая визуальное восприятие траектории, но сохраняет шумовые выбросы измерений. Фильтр Калмана, используя модель движения и статистику шумов, позволяет сгладить случайные флуктуации и предсказывать положение камеры, сочетая в себе и сглаживание, и интерполяцию.

Для задач дополненной реальности, где виртуальные объекты должны максимально устойчиво совмещаться с реальным миром, наиболее перспективным является применение фильтра Калмана или аналогичных адаптивных фильтров. Такой подход способен заметно уменьшить дрожание объектов. Практические рекомендации включают тщательный подбор параметров фильтра (ковариаций  $Q$  и  $R$ ). Линейная или сплайн-интерполяция могут использоваться как дополнительный этап, если нужно повысить частоту обновления траектории после фильтрации. Например, сперва можно отфильтровать данные Калманом до 30 Гц, а затем интерполяцией увеличить до 60 Гц для плавности отображения на дисплее.

Важно отметить, что существуют и другие методы сглаживания: от простого скользящего среднего до сложных фильтров типа Батарворта или фильтров частотных (Фурье-преобразования). В некоторых случаях для ориентации применяют специальные техники (сглаживание кватернионов, сферическая интерполяция – SLERP). Выбор метода зависит от требований приложения к задержке, вычислительным ресурсам и характеристикам шума. Тем не менее, проведённый анализ показывает, что фильтрация данных трекинга обязательна для современных AR-приложений: она значительно повышает устойчивость виртуальных объектов в сцене, устраняя мелкие ошибки позы камеры. Сплайн- и линейная интерполяция полезны для получения плавной траектории и заполнения пауз, но без фильтра не решают проблему шумов.

\*\*\*

1. Шерыхалин, К. О. Интерполяция функций с помощью сплайна / К. О. Шерыхалин, А. А. Несветаева // Проблемы и перспективы студенческой науки. – 2018. – № 2(4). – С. 68-71. – EDN YVMAGT.
2. Сяоян, Х. Использование фильтра Калмана переменной структуры в контуре управления беспилотного летательного аппарата / Х. Сяоян, В. В. Перлюк // Завалишинские чтения 23 : Сборник докладов XVIII Международной конференции по электромеханике и робототехнике, Санкт-Петербург, 18–19 апреля 2023 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2023. – С. 257-265. – DOI 10.31799/978-5-8088-1823-1-2023-18-257-265. – EDN RFDFOA.
3. URL: <https://github.com/nineouttaten/Camera-tracking-interpolation>
4. Клейменкин, Д. В. Анализ функций ошибок для регрессии в глубоком обучении / Д. В. Клейменкин // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 12-13(80). – С. 23-26. – EDN PVTOGS.
5. Алферов, Ю. В. Опыт использования фильтра Калмана для коррекции численного прогноза приземной температуры воздуха / Ю. В. Алферов, Е. Г. Климова // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2020. – № 4(378). – С. 28-42. – DOI 10.37162/2618-9631-2020-4-28-42. – EDN WDTСМС.
6. Тележкин, В. Ф. Обработка информации с использованием фильтра Калмана в Matlab Simulink / В. Ф. Тележкин, Б. Б. Саидов // Системы анализа и обработки данных. – 2021. – № 4(84). – С. 49-62. – DOI 10.17212/2782-2001-2021-4-49-62. – EDN IXNPSO.
7. Маглеванный, И. И. Интерполирование сильно нерегулярных эмпирических данных с помощью оптимизирующих логарифмических преобразований и локального сплайна Стеффена / И. И. Маглеванный, Т. И. Карякина // Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование (ИУСМКМ-2020) : Сборник материалов XI Международной научно-технической конференции в рамках VI Международного Научного форума Донецкой Народной Республики, Донецк, 27–28 мая 2020 года / Редколлегия: Ю.К. Орлов [и др.]. – Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2020. – С. 278-282. – EDN JXNBWN.

**Ерохин В.В., Насонов И.П., Масалимова В.Р.**  
**Программа для автоматизации процессов формирования документов**  
**в соответствии с приказами ФСТЭК**

*Иркутский государственный университет путей сообщения  
(Россия, Иркутск)*

**Аннотация**

Статья посвящена разработке скрипта для автоматизированного сбора документов на значимых объектах КИИ. Решение позволяет оптимизировать процесс категорирования. В основе разработки — Windows Forms в Visual Studio, обеспечивающий ввод данных и автоматическое формирование Word-документа по акту категорирования объекта КИИ. В перспективе планируется расширение функционала.

**Ключевые слова:** критическая информационная инфраструктура, значимый объект, категорирование объекта, комиссия по категорированию, автоматизированный сбор документов, скрипт.

**Abstract**

The article is devoted to the development of a script for automated collection of documents at significant critical information infrastructure facilities. The solution allows optimizing the categorization process. The development is based on Windows Forms in Visual Studio, which provides data entry and automatic generation of a Word document on the act of categorization of a critical information infrastructure facility. In the future, it is planned to expand the functionality.

**Keywords:** critical information infrastructure, significant object, object categorization, categorization committee, automated document collection, script.

Критическая информационная инфраструктура (КИИ) играет ключевую роль в обеспечении информационной безопасности, поскольку её защищённость напрямую влияет на стабильность государства, экономики и общественной безопасности. Одним из важнейших требований к субъектам КИИ является соблюдение нормативно-правовых актов, включая обязательное категорирование объектов КИИ.

Категорирование объектов критической информационной инфраструктуры (КИИ) является сложным и требует значительных временных и организационных ресурсов, так как предполагает обработку большого количества документов. Этот процесс включает в себя множество этапов, каждый из которых требует внимательного подхода и тщательной проработки. Важно отметить, что успешное категорирование объектов КИИ является обязательным требованием государства к субъектам КИИ и обеспечивает устойчивость всей организации в условиях современных угроз.

В процессе категорирования объекта КИИ производятся следующие мероприятия [1]:

Создание комиссии по категорированию объектов КИИ;

Определение перечня процессов деятельности организации и выявление критических процессов;

Разработка перечня объектов КИИ, подлежащих категорированию;

Определение угроз безопасности для объектов КИИ;

Определение категории значимости для объектов КИИ;

Подготовка сведений о категорировании объектов КИИ.

Стоит отметить, что на каждом этапе категорирования создаются определённые документы. Все этапы кроме первого проводит комиссия по категорированию. Эта комиссия играет ключевую роль в обеспечении системного подхода к процессу категорирования, что позволяет эффективно управлять рисками и повышать уровень защиты объектов КИИ.

Каждый из перечисленных этапов требует не только времени, но и активного участия различных специалистов, что подчеркивает важность междисциплинарного подхода в данной области.

Автоматизация сбора и подготовки документов является важным инструментом для упрощения и повышения эффективности работы комиссии по категорированию. Разработка специализированного программного обеспечения позволит централизованно хранить документы, исключив необходимость их поиска и сократив временные затраты на подготовку.

На смежную тематику было получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ «Программное обеспечение комплексного анализа уровня защищенности информационных систем» по №152-ФЗ, которое было взято за идею для реализации данного скрипта «Автоматизированный сбор документов в организациях КИИ» [2].

На данный момент как основополагающий документ для разработки скрипта был взят акту категорирования объекта КИИ [3]. Программная реализация системы автоматизированного сбора документов будет выполнена на языке программирования C# с помощью программы Visual Studio 2022, а также проекте будет использована библиотека Microsoft Office Interop для работы с документами Microsoft Word.

В разработке используется Windows Forms для создания интерфейса, обеспечивающего ввод, обработку данных и формирование итогового документа в формате Word.

Данная программа принимает на вход информацию, введённую пользователем через Windows Forms. Далее метки в документе связываются с введённой информацией. Создаётся новый документ в формате Word с заменёнными метками на введённую информацию и сохраняется под новым именем чтобы оригинал файла с метками остался неизменным. Блок-схема алгоритма работы данной программы на рисунке 1.

Основными компонентами проекта являются класс Word и форма Form1. Класс Word отвечает за обработку документа Word. В конструкторе класса проверяется, существует ли файл с указанным именем. Если файл не найден, выводится ошибка. Форма Form1 представляет собой графический интерфейс пользователя (GUI) приложения, созданный с использованием Windows Forms.

В программном коде есть возможность добавления дополнительных меток в зависимости от условий, что делает его гибким для различных сценариев использования.

Блок-схема алгоритма работы данной программы на рисунке 1.

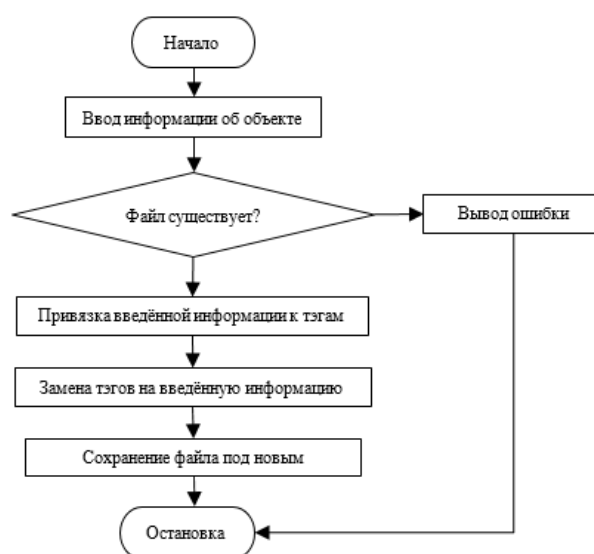


Рисунок 1. Блок-схема алгоритма работы программы.

После запуска программы открывается интерфейс, в который пользователь вводит информацию об объекте, после того как вся информация введена пользователь нажимает кнопку для создания нового документа с заполненными полями. На рисунке 2 представлен интерфейс, который виден пользователю.

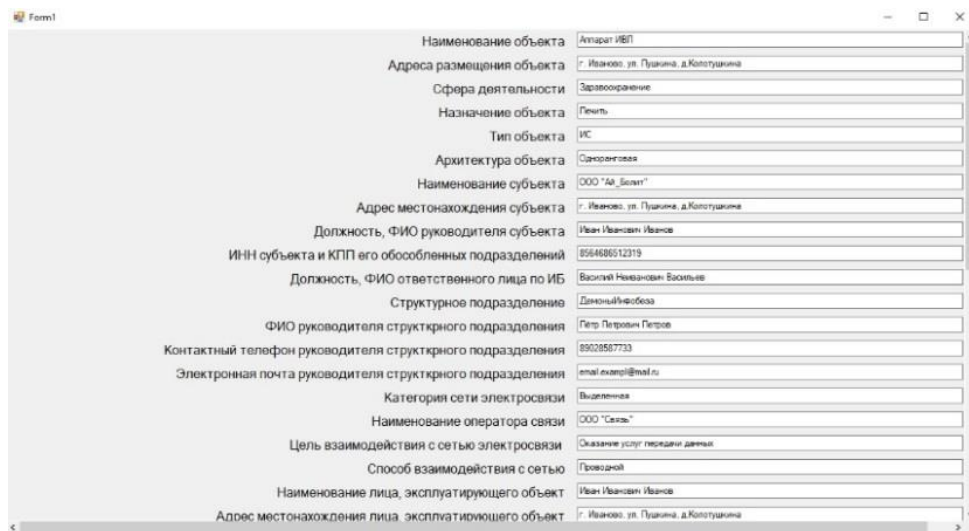


Рисунок 2. Диалоговое окно для формирования документа по акту категорирования объекта КИИ.

По окончании работы программы формируется файл по акту категорирования объекта КИИ, представленный на рисунке 3.

Образец акта категорирования объекта критической информационной инфраструктуры

УТВЕРЖДАЮ

И.И. Иванов

(руководитель организации)

(подпись, инициалы, фамилия)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

А К Т

категорирования объекта критической информационной инфраструктуры

Аппарат ИВЛ

(наименование объекта)

На основании приказа от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_ комиссия в составе:

- председатель комиссии: \_\_\_\_\_ Рук. ИТ-подразделения Попов И.А.  
(роль, должность, фамилия, инициалы)
- члены комиссии: \_\_\_\_\_ Рук. отдела медицины Козлов В.Р.  
(роль, должность, фамилия, инициалы)
- \_\_\_\_\_ Рук. ИБ-подразделения Лазурин А.А.  
(роль, должность, фамилия, инициалы)
- \_\_\_\_\_ Рук. отдела автоматизации Окнов Р.А.  
(роль, должность, фамилия, инициалы)

в соответствии с требованиями Федерального закона от 26.07.2017 №187, постановления Правительства РФ от 08.02.2018г. №127 провела категорирование объекта критической информационной инфраструктуры Аппарат ИВЛ \_\_\_\_\_  
(наименование объекта)

В ходе работы комиссия по категорированию определила:

1. Сведения об объекте критической информационной инфраструктуры (далее – КИИ), представленные в Приложении 1.
2. Сведения об угрозах безопасности информации объекта КИИ, представленные в Приложении 2.
3. Реализованные на объекте КИИ меры по обеспечению безопасности, представленные в Приложении 3.
4. Масштаб возможных последствий в случае возникновения компьютерных инцидентов в соответствии с перечнем показателей критериев значимости, представленный в Приложении 4.

На основании результата анализа значений показателей критериев значимости объекта КИИ

Рисунок 3. Результат выполнения диалогового окна.

В перспективе планируется разработка комплексного программного решения, которое будет обеспечивать не только сбор и структурирование документов, но и их актуализацию в соответствии с изменениями в законодательстве РФ. Внедрение данной системы позволит повысить прозрачность и точность процесса категорирования, а также обеспечит субъектам критической информационной инфраструктуры возможность своевременно исполнять установленные требования.

В заключение следует подчеркнуть, что создание программной реализации системы автоматизированного сбора документов для значимых объектов критической информационной инфраструктуры является важным направлением, способствующим повышению эффективности и точности процесса категорирования. Использование Windows Forms в среде

Visual Studio обеспечивает удобный интерфейс для ввода и обработки данных, а автоматизированное формирование Word-документа на основе актуального категорирования объекта КИИ минимизирует вероятность ошибок и сокращает временные затраты.

\*\*\*

1. Об утверждении правил категорирования объектов критической информационной инфраструктуры российской федерации, а также перечня показателей критериев значимости объектов критической информационной инфраструктуры российской федерации и их значений [утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 08.02.2018 г.]// Постановление № 127 С. 1-25 (дата обращения:20.02.2025)
2. Программное обеспечение комплексного анализа уровня защищенности информационных систем: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ Рос. Федерация № 2024618806 / Медведев А. П.; заявл. 03.04.2024; опубл. 17.04.2024 (дата обращения:25.02.2025)

**Ерохин В.В., Масалимова В.Р., Насонов И.П.**

### **Программа для автоматизированного обновления CRL-файлов в КриптоПро CSP**

*Иркутский государственный университет путей сообщения  
(Россия, Иркутск)*

#### **Аннотация**

В статье рассматривается автоматизация обновления списков отозванных сертификатов (CRL) в КриптоПро CSP. Алгоритм включает три этапа: очистку устаревших CRL, получение актуальных ссылок для загрузки новых файлов и их установку. Программа на C# исключает ручное управление CRL-файлами, снижая нагрузку на администраторов и минимизируя риск использования скомпрометированных сертификатов.

**Ключевые слова:** удостоверяющий центр, PKI, КриптоПро CSP, CRL-файлы, цифровые сертификаты, информационная безопасность.

#### **Abstract**

The article discusses the automation of updating certificate revocation lists (CRL) in CryptoPro CSP. The algorithm includes three stages: cleaning outdated CRLs, obtaining current links for downloading new files and installing them. The C# program eliminates manual management of CRL files, reducing the workload of administrators and minimizing the risk of using compromised certificates.

**Keywords:** certification Authority, PKI, CryptoPro CSP, CRL files, digital certificates, information security.

Организации должны обеспечивать информационную безопасность, защищая данные от несанкционированного доступа, потери и изменений. Для этого необходимо использовать эффективные средства криптографической защиты и механизмы контроля безопасности данных.

КриптоПро CSP обеспечивает безопасный электронный документооборот и поддержку инфраструктуры открытых ключей (PKI) [1]. Он предоставляет возможности для проверки цифровых сертификатов, управления ключами и контроля целостности данных. Интеграция с удостоверяющими центрами позволяет эффективно управлять сертификатами, обеспечивая их актуальность.

Для проверки статуса сертификатов КриптоПро CSP использует списки отзыва сертификатов (CRL) и протокол OCSP. Эти механизмы снижают риски компрометации, позволяя удостовериться в действительности сертификатов.

Автоматическое обновление CRL исключает ручное управление сертификатами, минимизируя ошибки и повышая безопасность. Своевременное обновление данных о статусе

сертификатов позволяет быстро реагировать на изменения и снижает нагрузку на администраторов.

Алгоритм для поддержания актуальности сертификатов удостоверяющего центра хранящихся КристоПро CSP можно условно разделить на 3 этапа [2]:

1. очистка старых списков CRL;
2. составление ресурсных ссылок для загрузки файлов CRL;
3. загрузка и установка файлов CRL.

На первом этапе происходит очистка устаревших и неактуальных списков отзыва сертификатов (CRL). Это важно для обеспечения того, чтобы система не использовала устаревшую информацию о статусе сертификатов.

Далее необходимо собрать ссылки на актуальные CRL, которые могут быть загружены из различных источников. Это может включать получение URL-адресов CRL из сертификатов УЦ и проверку их доступности.

В последнюю очередь осуществляется фактическая загрузка актуальных CRL и их установка в систему. Этот процесс включает в себя загрузку CRL по собранным ссылкам, проверку целостности загруженных файлов и установку их в систему для использования при проверке статуса сертификатов.

Таким образом, эти три этапа помогают поддерживать актуальность и надежность системы управления сертификатами.

В статье будет рассматриваться данный алгоритм работы с CRL-файлами. Программа написана на языке C# с использованием среды разработки Visual Studio 2022. Приведённые примеры кода ориентированы на операционные системы семейства Windows.

Эта программа выполняет автоматизированное управление списками отзыва сертификатов (CRL), включая их очистку, получение актуальных ссылок, загрузку и установку в систему, в соответствии с рисунком 1.

```

using System;
using System.Diagnostics;
using System.IO;
using System.Net;
using System.Security.Principal;
using System.Security.Cryptography.X509Certificates;
using System.Windows.Forms;

namespace CRLManager
{
    public class CRLManager
    {
        // 1. Очистка старых списков CRL
        public static void ProcessCRL()
        {
            DeleteCRL();

            // 2. Составление списка ссылок на CRL из сертификата
            string[] links = GetCRLLinksFromCertificate("cert.cer");
            if (links.Length == 0)
            {
                MessageBox.Show("Ссылки на CRL не найдены в сертификате!", "Ошибка", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
                return;
            }

            string crlDirectory = Directory.GetCurrentDirectory() + "\\CRL";
            Directory.CreateDirectory(crlDirectory);

            // 3. Загрузка CRL-файлов по полученным ссылкам
            for (int i = 0; i < links.Length; i++)
            {
                string filePath = Path.Combine(crlDirectory, $"{i}.crl");
                if (!DownloadFile(links[i], filePath))
                {
                    MessageBox.Show($"Ошибка загрузки CRL: {links[i]}", "Ошибка", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
                    return;
                }
            }

            // 4. Установка CRL в систему с помощью certutil.exe
            foreach (string file in Directory.GetFiles(crlDirectory, "*.crl"))
            {
                InstallCRL(file);
            }
            MessageBox.Show("CRL успешно обновлены!", "Успех", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Information);
        }
    }
}

```

Рисунок 1. Основные компоненты программы.

На первом этапе выполняется удаление устаревших CRL из системных хранилищ «uCA» и «mCA» с помощью утилиты certmgr.exe. Если операция не удаётся, пользователю выводится сообщение об ошибке и выполнение программы прекращается, в соответствии с рисунком 2.

```

private static void DeleteCRL()
{
    // Очистка хранилищ CRL
    string[] stores = { "uCA", "mCA" };

    foreach (string store in stores)
    {
        if (!ExecuteCertMgr($"-delete -crl -all -store {store}"))
        {
            MessageBox.Show($"Ошибка при удалении CRL из хранилища {store}!", "Ошибка", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
            return;
        }
    }
}

```

Рисунок 2. Очистка хранилищ CRL.

После происходит извлечение ссылок на CRL-файлы из сертификата. Программа импортирует сертификат из файла и анализирует его расширение 2.5.29.31, содержащее URL-адреса точек распространения CRL. Эти ссылки сохраняются для дальнейшей загрузки, в соответствии с рисунком 3.

```

Ссылка: 1
private static string[] GetCRLLinksFromCertificate(string certPath)
{
    try
    {
        // Импорт сертификата и извлечение ссылок на CRL
        X509Certificate2 cert = new X509Certificate2(certPath);
        return cert.Extensions["2.5.29.31"]?.Format(false).Split(new[] { Environment.NewLine }, StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries) ?? new string[0];
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show($"Ошибка обработки сертификата: {ex.Message}", "Ошибка", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
        return new string[0];
    }
}

```

Рисунок 3. Импорт сертификата и извлечение ссылок на CRL.

На следующем этапе выполняется скачивание CRL-файлов по полученным ссылкам. Для этого используется WebClient, который загружает файлы в локальную папку «CRL». В случае ошибки загрузки пользователь получает уведомление, и процесс прерывается, в соответствии с рисунком 4.

```

{
    // Установка CRL в хранилище сертификатов с помощью certutil.exe
    ExecuteCertUtil($"--addstore CA \"{filePath}\"");
}

Ссылка: 1
private static bool ExecuteCertMgr(string arguments)
{
    return ExecuteProcess("certmgr.exe", arguments);
}

Ссылка: 1
private static bool ExecuteCertUtil(string arguments)
{
    return ExecuteProcess("certutil.exe", arguments);
}

```

Рисунок 4. Установка CRL в хранилище сертификатов с помощью certutil.exe.

Последним этапом является установка загруженных CRL-файлов в системное хранилище сертификатов. Утилита certutil.exe добавляет каждый загруженный файл в хранилище, в соответствии с рисунком 5.

```

Ссылка: 1
private static bool ExecuteProcess(string fileName, string arguments)
{
    try
    {
        // Запуск внешнего процесса (certmgr.exe или certutil.exe)
        ProcessStartInfo processInfo = new ProcessStartInfo
        {
            FileName = fileName,
            Arguments = arguments,
            WindowStyle = ProcessWindowStyle.Hidden,
            CreateNoWindow = true,
            UseShellExecute = false,
            RedirectStandardOutput = true,
            RedirectStandardError = true
        };
        using (Process process = Process.Start(processInfo))
        {
            process.WaitForExit();
            return process.ExitCode == 0;
        }
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show($"Ошибка выполнения {fileName}: {ex.Message}", "Ошибка", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
        return false;
    }
}

```

Рисунок 5. Запуск внешнего процесса (certmgr.exe или certutil.exe)

Программа также проверяет, запущена ли она с правами администратора. Если нет, выполняется попытка перезапуска с повышенными привилегиями. Если пользователь отклоняет запрос, программа уведомляет его о необходимости запуска от имени администратора, в соответствии с рисунком 6.

```

Ссылка 1
public static bool IsAdministrator()
{
    // Проверка, запущена ли программа с правами администратора
    using (WindowsIdentity identity = WindowsIdentity.GetCurrent())
    {
        WindowsPrincipal principal = new WindowsPrincipal(identity);
        return principal.IsInRole(WindowsBuiltInRole.Administrator);
    }
}

Ссылка 0
class Program
{
    [STAThread]
    static void Main()
    {
        // Проверка наличия прав администратора
        if (!CRLManager.IsAdministrator())
        {
            ProcessStartInfo startInfo = new ProcessStartInfo
            {
                FileName = Application.ExecutablePath,
                Verb = "runas"
            };
            try
            {
                Process.Start(startInfo);
            }
            catch
            {
                MessageBox.Show("Требуется права администратора!", "Ошибка", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
            }
            return;
        }
        Application.EnableVisualStyles();
        Application.SetCompatibleTextRenderingDefault(false);
        // Запуск обработки CRL
        CRLManager.ProcessCRL();
    }
}

```

Рисунок 6. Проверки программы.

Таким образом, автоматизированное обновление списков отозванных сертификатов является неотъемлемым элементом обеспечения безопасности критически важной информационной инфраструктуры. Разработанная программа позволяет значительно упростить процесс управления CRL, минимизируя влияние человеческого фактора и снижая вероятность ошибок.

В ходе работы был реализован алгоритм, состоящий из трех этапов: очистка устаревших CRL, извлечение ссылок на актуальные файлы CRL из сертификата и загрузка с последующей установкой CRL в систему. Использование утилит certmgr.exe и certutil.exe в сочетании с возможностями класса X509Certificate2 позволяет автоматически управлять списками отзыва сертификатов, исключая устаревшие и потенциально небезопасные записи.

Кроме того, программа реализует механизм проверки наличия административных прав. В случае их отсутствия инициируется автоматический перезапуск с запросом привилегий, что гарантирует корректное выполнение всех операций.

Внедрение этого решения в организациях, использующих КриптоПро CSP, позволит повысить защищенность электронного документооборота, снизить нагрузку на специалистов по информационной безопасности и обеспечить соответствие требованиям нормативных актов в сфере защиты информации. Перспективным направлением дальнейшего развития является интеграция с OCSP (Online Certificate Status Protocol) для оперативной проверки статуса сертификатов в режиме реального времени.

\*\*\*

1. КриптоПро CSP Ключевое слово в защите информации/ Официальный сайт [Электронный ресурс] URL: <https://www.cryptopro.ru/products/csp?csp=download> (дата обращения 27.02.2025)
2. Реализация алгоритма обновления списков аннулированных сертификатов удостоверяющего центра С.И. Носков, А.П. Медведев Инженерный вестник Дона, №1 (2025) [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2025/9785](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2025/9785) С.1-8 (дата обращения 28.02.2025)

**Карпов А.С.**

**Современные алгоритмы обнаружения контактов  
в методе дискретных элементов для полидисперсных и полиэдрических систем**

*Ярославский государственный технический университет  
(Россия, Ярославль)*

#### **Аннотация**

Метод дискретных элементов (DEM) является распространённым инструментом для моделирования сыпучих сред, однако его вычислительная эффективность во многом зависит от алгоритмов обнаружения контактов между частицами. В данной статье представлен краткий обзор некоторых современных методов решения этой задачи, включая подходы для полидисперсных систем и частиц сложной геометрии. Рассмотрены классические алгоритмы попарной проверки и связанных ячеек, а также современные алгоритмы с иерархическими

сетками, обеспечивающими линейную вычислительную сложность даже при экстремальном разбросе размеров частиц (1:100). Кроме того, описываются алгоритмы для полиэдрических частиц GJK (GJK-TD) и SLM, позволяющие точно определять контакты с минимальными вычислительными затратами.

**Ключевые слова:** метод дискретных элементов, DEM, обнаружение контактов, вычислительная эффективность, полидисперсные системы, оптимизация алгоритмов.

### Abstract

The discrete element method (DEM) is a common tool for modeling bulk solids, but its computational efficiency largely depends on the algorithms for detecting contacts between particles. This paper briefly reviews some modern methods for solving this problem, including approaches for polydisperse systems and particles with complex geometries. Traditional pairwise testing and coupled cell algorithms are considered, as well as promising algorithms with hierarchical grids that provide linear computational complexity even for extreme particle size distributions (1:100). In addition, algorithms for polyhedral GJK (GJK-TD) and SLM particles are described, allowing accurate contact detection with minimal computational costs.

**Keywords:** discrete element method, DEM, contact detection, computational efficiency, polydisperse systems, algorithm optimization.

Изучение гранулированных материалов представляет собой актуальную междисциплинарную проблему, поскольку их макроскопические характеристики определяются сложными взаимодействиями между частицами.

Несмотря на широкое применение сыпучих сред в промышленности и природных процессах, их поведение остаётся недостаточно исследованным. Численное моделирование служит основным инструментом для анализа таких систем, позволяя изучать силы, действующие на отдельные частицы, и их коллективную динамику.

Среди современных алгоритмов моделирования сыпучих сред особое место занимает метод дискретных элементов (DEM), обеспечивающий детальное описание взаимодействий с учётом формы, размеров и физических свойств частиц. Благодаря этому DEM применяется в различных областях — от химической инженерии до геомеханики. Алгоритмы определения контактов между частицами представляют собой фундаментальный компонент DEM, без которого невозможно корректное моделирование гранулированных сред. Физическая достоверность DEM-расчетов напрямую зависит от выявления контактов между частицами, поскольку именно на их основе вычисляются все виды взаимодействий - от упругих и вязких сил до сложных когезионных. При этом вычислительная эффективность этих алгоритмов становится критическим фактором, определяющим возможность моделирования реальных промышленных систем с миллионами частиц [1], поэтому в настоящей работе приведён краткий обзор современных алгоритмов решения этой задачи.

На рисунке 1 представлена система сферических частиц со случайным распределением и произвольными радиусами.

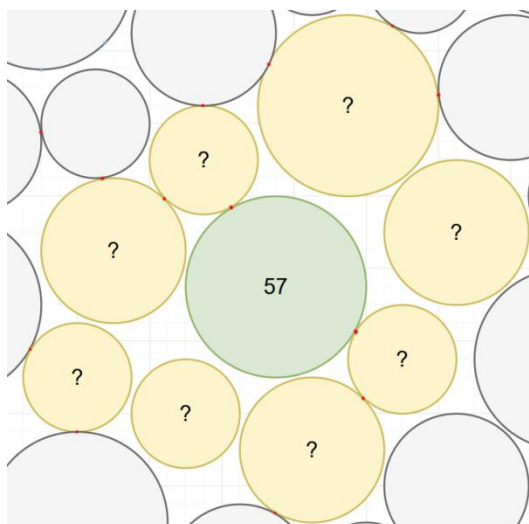


Рисунок 1. Иллюстрация проблемы эффективного поиска ближайших соседей для определения контактов частиц.

Зелёная частица имеет определённый индекс (57), тогда как индексы окружающих её жёлтых частиц неизвестны. Красные точки обозначают контакты между частицами, при этом зелёная частица образует два контакта с соседними жёлтыми частицами. Требуется минимизировать вычислительную сложность алгоритма, обеспечив полный перебор контактирующих частиц с оптимальным использованием ресурсов.

Прежде всего заметим, что элементарный подход обнаружения контактов между частицами, основанный на попарной проверке всех частиц, характеризуется квадратичной вычислительной сложностью  $O(N^2)$ , где  $N$  – общее число частиц в системе. Это делает его применение практически невозможным для систем с десятками тысяч частиц и более.

В современной практике вычислений для сферических частиц применяются алгоритмы обнаружения контактов с вычислительной сложностью  $O(N)$ . К ним относятся: алгоритм связанных ячеек (Linked-Cell method) и алгоритм с иерархической системой сеток.

Алгоритм связанных ячеек предполагает разбиение пространства на ячейки минимально допустимого размера, достаточного для размещения частиц. Каждая ячейка содержит список частиц, находящихся в её пределах. На рисунке 2 серым цветом изображена область поиска контактов внутри текущей ячейки и её ближайших соседей, что значительно сокращает количество необходимых вычислений по сравнению с полным перебором.

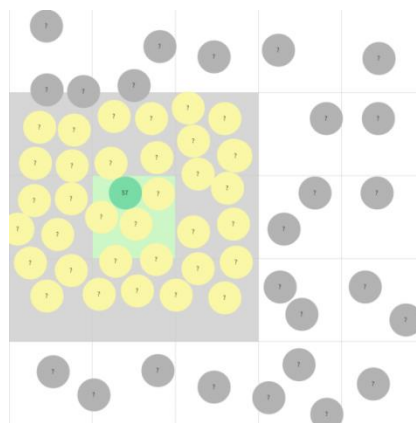


Рисунок 2. Выбранная область поиска контактов между частицами в алгоритме связанных ячеек.

В результате вычислительная сложность алгоритма снижается, однако его применение оптимально лишь для монодисперсных систем, где размеры частиц сопоставимы [2].

Моделирование полидисперсных сред, в которых частицы существенно различаются по размерам, требует другого подхода. Как показано в работе [3], классические алгоритмы для сферических частиц (попарная проверка, связанных ячеек) теряют эффективность при увеличении разброса размеров, поскольку вынуждены обрабатывать избыточное количество потенциальных контактов между частицами разных радиусов.

Эффективным решением данной проблемы является использование алгоритма с использованием иерархических сеток, в которых пространство организуется в виде вложенных уровней с ячейками различных размеров, подбирающихся под распределение радиусов частиц.

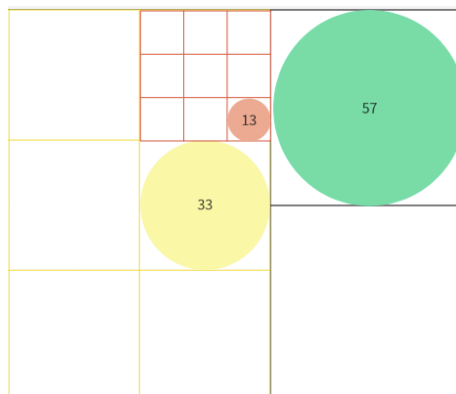


Рисунок 3. Иерархическая сетка для полидисперсных сферических частиц.

На рисунке 3 изображен пример трёхуровневой иерархической сетки с частицами различных радиусов.

Алгоритм с иерархической сеткой [3] (реализует двухэтапный подход к обнаружению контактов. Первый этап, называемый этапом распределения, отвечает за пространственное распределение частиц в иерархической сетке. Для каждой частицы определяется уровень сетки, с которым она ассоциируется на основе её радиуса, и конкретная ячейка сетки, в которую помещается номер частицы исходя из координат её центра.

Второй этап, на котором происходит обнаружение контактов для данной частицы, включает два взаимосвязанных процесса. Первый процесс аналогичен работе алгоритма связанных ячеек и выполняется на том уровне сетки, с которым ассоциирована частица. При этом проверяются потенциальные контакты с частицами в пределах той же пространственной ячейки и смежных ячеек. Второй процесс, межуровневый поиск, обеспечивает обнаружение контактов с частицами меньшего размера, ассоциированных с уровнями сетки, имеющими меньшие размеры ячеек. Такой подход исключает дублирование проверок за счет односторонней проверки контактов - каждая частица проверяется только с теми частицами, которые имеют меньший размер, что существенно снижает вычислительную нагрузку.

Согласно работе [3], данный подход демонстрирует ускорение вычислений: для систем с экстремальным соотношением размеров (1:50) достигается 220-кратное превосходство в скорости по сравнению с классическими методами, сохраняя при этом линейную вычислительную сложность. Это делает его перспективным для моделирования полидисперсных сред в масштабе промышленной установки.

Аналогичное решение рассматривается в работе [4], где авторы предложили модификацию алгоритма обнаружения контактов в пакете LAMMPS, заменив стандартный алгоритм связанных ячеек на усовершенствованный иерархический алгоритм шаблонного поиска. Этот подход схожим образом демонстрирует стратегию определения контактов полидисперсных частиц. Для систем с умеренным распределением радиусов частиц (1:20) алгоритм обеспечил значительное ускорение расчетов, а в экстремальных случаях (1:100) производительность возросла в 400 раз благодаря минимизации избыточных проверок контактов между частицами радикально разных размеров.

При реализации этих алгоритмов важную роль играет эффективная организация данных. Разработчики из Taichi Graphics в своей работе [5] предложили два подхода хранения индексов частиц: последовательный и параллельный с использованием префиксных сумм. В отличие от классических реализаций с динамическим распределением памяти, они предложили использовать статическое выделение памяти, что особенно важно для GPU-реализаций. Последний демонстрирует лучшую масштабируемость для крупных сеток (200×200 ячеек и более).

Помимо алгоритмов определения контактов для частиц сферической формы, значительный интерес представляют решения для полиэдрических форм. В работе [6] исследуются три подхода обнаружения контактов между выпуклыми полиэдрами и предлагаются их модификации.

Первым является алгоритм Кандела. Он основан на концепции общей плоскости (Common Plane, CP), разделяющей два взаимодействующих многогранника (рис. 4).

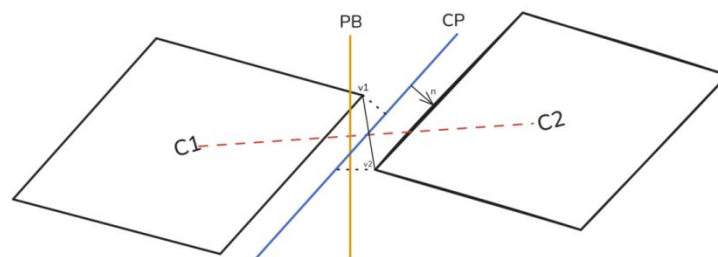


Рисунок 4. Взаимодействующие полиэдры C1 и C2 в алгоритме Кандела.

Плоскость  $PB$  проводится строго посередине между линией  $C_1$  и  $C_2$ , соединяющий центры полиэдров. Для каждого из них находится ближайшая вершина к  $PB$ :  $V_1$  и  $V_2$ , затем  $PB$  смещается к середине отрезка  $V_1V_2$ , превращаясь в новую плоскость  $CP$ . Зазор между  $CP$  и вершинами показан как расстояние вдоль нормали  $n$  плоскости  $CP$ : если вершины  $V_1$  и  $V_2$  пересекают  $CP$  значит есть контакт между частицами.

Основное ограничение метода связано с возможностью сходимости к локальному экстремуму из-за ограниченного диапазона исследуемых ориентаций нормали. Это может приводить к неоптимальному определению  $CP$  и к некорректной оценке параметров контакта. Для устранения данного недостатка предлагается модифицированная версия алгоритма, включающая трехкратное выполнение классического алгоритма с различными начальными условиями ( $PB$  и две ортогональные плоскости) с последующим выбором оптимального решения.

В отличие от алгоритма Кандела, быстрый алгоритм Незами [6] оперирует ограниченным набором геометрически значимых плоскостей, что существенно сокращает вычислительные затраты. Принцип работы алгоритма заключается в последовательном анализе трех категорий плоскостей:

перпендикулярная двухсекторная плоскость, проведенная через ближайшие вершины взаимодействующих тел;

плоскости, параллельные ребрам и граням контактирующих многогранников;

объединённые плоскости, образованные парами ребер из разных тел.

Однако у такого подхода главным недостатком является необходимость ручного разведения перекрывающихся тел перед началом расчетов, поэтому в усовершенствованной версии предлагается ввести единый критерий оценки зазоров, реализовать процедуру прямого поиска плоскости с наибольшим зазором и оптимизировать процесс проверки плоскостей-кандидатов. В результате предложенных улучшений модификация обеспечивает более высокую точность, сокращение среднего времени расчета в 6 раз по сравнению с модифицированным алгоритмом Кандела и устранение зависимости от начальных условий и риска сходимости к локальным экстремумам.

Алгоритм Гилберта-Джонсона-Кирти (GJK) [6] основан на геометрическом преобразовании, сводящем задачу определения контакта между выпуклыми многогранниками к поиску ближайшей к началу координат точки в пространстве разности Минковского. Суть алгоритма заключается в построении симплексов возрастающей размерности, приближающих границу разностного множества. На каждом шаге вычислений определяется направление, минимизирующее расстояние от текущего симплекса до начала координат, после чего находится новая опорная точка, обеспечивающая монотонное уменьшение целевой функции.

Модифицированная версия алгоритма Гилберта-Джонсона-Кирти с преобразованием тетраэдра (GJK-TD) решает принципиальную проблему алгоритма GJK, связанную с возможной сходимостью к симплексу, не принадлежащему границе разности Минковского. Усовершенствование заключается в реализации процедуры последовательного расширения ближайшей грани конечного симплекса вдоль ее нормального вектора до достижения гарантированного пересечения с истинной границей разностного множества. Данный подход устраняет численную неопределенность при определении контактных параметров, сохраняя при этом вычислительную эффективность исходного метода. Эксперименты показали, что GJK-TD достигает более высокой точности вычислений, превосходя модифицированные версии алгоритмов Кандела и Незами.

Альтернативным примером современного решения служит модифицированный алгоритм кратчайшей связи SLM (Shortest Link Method), предложенный в работе [7]. В отличие от классического алгоритма SLM, требующего трёх итераций, он реализует прямой поиск кратчайшей связи между частицами, сокращая количество итераций до одной за счёт нового подхода: вместо итеративного поиска общей плоскости, алгоритм определяет её как перпендикулярную двухсекторную плоскость кратчайшего отрезка, соединяющего поверхности частиц. Работа алгоритма состоит из трёх этапов: проекция на грань, анализ ребра

и определение вершины. Таким образом обеспечивается определение контактов для правильных многогранников с минимальными вычислениями. Модификация алгоритма SLM демонстрирует ускорение до 17 раз по сравнению с классическим SLM, использующим общую плоскость, что подтверждено тестами с 45 000 частиц.

Для частиц сложной формы также разрабатываются специализированные алгоритмы. В частности, в исследовании [8] предложен перспективный подход, основанный на анализе полупространств, который решает две ключевые проблемы поиска контактов:

устраняет необходимость затратного вычисления точных расстояний между сложными объектами;

позволяет точно определять контакты между парой благодаря анализу положения вершин одного полиэдра относительно граней другого.

Методологическая основа алгоритма включает:

двухэтапную схему обработки контактов (предварительный и точный анализ полупространств);

использование граничных полупространств блоков в качестве базового критерия контакта.

Алгоритм демонстрирует стабильность работы с полиэдрическими частицами различной геометрии.

Таким образом, современные алгоритмы обнаружения контактов частиц в DEM продолжают развиваться, предлагая решения для различных типов частиц и условий моделирования. Оптимизация этих алгоритмов остаётся актуальным направлением исследований, особенно для полидисперсных систем и сыпучих материалов с частицами сложной формы.

\*\*\*

1. H.P. Zhu, Z.Y. Zhou, R.Y. Yang, A.B. Yu Discrete particle simulation of particulate systems: Theoretical developments // Chemical Engineering Science. - 2007. - №62. - P. 3378-3396.
2. Molecular Dynamics // Quang Nguyen's site URL: <https://ntq1982.github.io/resources/lectures/Molecular-Dynamics.pdf> (дата обращения: 15.04.2025).
3. V. Ogarko, S. Luding A fast multilevel algorithm for contact detection of arbitrarily polydisperse objects // Computer Physics Communications. - 2012. - №183. - P. 931-936.
4. Tom Shire, Kevin J. Hanley & Kevin Stratford DEM simulations of polydisperse media: efficient contact detection applied to investigate the quasi-static limit // Computer Physics Communications. - 2020. - №8. - P. 653-663.
5. GPU-Accelerated Collision Detection and Taichi DEM Optimization Challenge // Taichi Docs URL: <https://docs.taichi-lang.org/blog/acclerate-collision-detection-with-taichi> (дата обращения: 21.04.2025).
6. Yannick Descantes, Fabien Tricoire, Patrick Richard Classical contact detection algorithms for 3D DEM simulations: Drawbacks and solutions // Computers and Geotechnics. - 2019. - №114. - P. 19.
7. Roberto León, Jaime Velásquez, Gustavo Gatica, Ximena Vargas, Jairo Coronado New approach of a contact detection algorithm based on a Shortest Link method // Procedia Computer Science. - 2022. - №203. - P. 655-660.
8. Xinquan Wang, Chun Feng, Xinguang Zhu, Li Zhang, Shihai Li A half-space based contact detection algorithm for complex blocks // Computers and Geotechnics. - 2021. - №135. - P. 653-663.

**Костин В.Д.**

**Исследование методов разработки в нетиповых конфигурациях 1С**

*Московский технический университет связи и информатики  
(Россия, Москва)*

#### **Аннотация**

Целью данной статьи является проведение анализа методологий разработки программных продуктов 1С:Предприятие. В статье были проанализированы основные методологии, использующиеся в разработке решений на платформе 1С:Предприятие, а также были проанализированы методологии разработки других программных продуктов, которые можно использовать в разработке программных продуктов 1С:Предприятие. Актуальность данного исследования обусловлена тенденцией к импортозамещению зарубежного ПО

отечественным. Данная статья может быть использована как при разработке новых конфигураций 1С:Предприятие, так и при доработке уже существующих.

**Ключевые слова:** 1С:Предприятие, методологии разработки, автоматизация производства, отечественное ПО, Agile.

### Abstract

The purpose of this article is to analyze the methodologies for developing 1С:Enterprise software products. The article analyzed the main methodologies used in developing solutions on the 1С:Enterprise platform, and also analyzed the methodologies for developing other software products that can be used in developing 1С:Enterprise software products. The relevance of this study is due to the trend towards import substitution of foreign software with domestic software. This article can be used both in developing new 1С:Enterprise configurations and in modifying existing ones.

**Keywords:** 1С:Enterprise, development methodologies, automation of production, domestic software, Agile.

### Введение

1С:Предприятие – система состоящая из платформы (ядра), которая является единым фреймворком для упрощения разработки, и конфигураций, которые отвечают за прикладные решения в сфере автоматизации предприятий [1]. Такая архитектура обеспечивает открытость прикладных решений, гибкость, которая позволяет менять даже типовые продукты, созданные компанией 1С, масштабируемость, а также возможность создания территориально распределенных решений.

Однако на практике процесс разработки заканчивается на работе с трекером задач и решении срочных задач, которые необходимо решать вне очереди. Такой подход может работать при поддержке уже внедрённой системы, однако при создании новых модулей или при разработке прикладного решения с нуля данная методология приводит лишь к бесконечному переписыванию уже внедрённого функционала под постоянно меняющиеся требования заказчика.

Таким образом, типовой процесс разработки прикладных решений на платформе 1С:Предприятие не является оптимальным. Данная проблема является масштабной и для её решения необходимо изучить существующий методологии разработки ПО.

Анализ методологий разработки и задач, которые они должны решать

Создание прикладных решений на платформе 1С:Предприятие является комплексной задачей, которая состоит из задач поменьше. В их числе:

Создание конфигурации с нуля или доработка типовой конфигурации. Данная задача подразумевает под собой формализацию и внедрения бизнес-процессов и объектов для них необходимых для последующей автоматизации работы с ними в 1С:Предприятии[2]

Добавление новых модулей в уже существующее решение или глобальная переработка старых блоков функционала. Данная задача подразумевает под собой внедрение новых модулей в 1С:Предприятие или глубокую переработку уже существующего блока функционала, который не соответствует текущим требованиям заказчика и не используется.

Поддержка существующего функционала и внедрение мелких доработок. Данная задача подразумевает под собой устранение ошибок в работе прикладного решения, а также в добавлении мелких нововведений для облегчения работы пользователей.

Рассмотрим по отдельности задачи, которые необходимо решать при разработки прикладного решения в 1С:Предприятии и методологии, которые могут помочь в этом.

Создание конфигурации с нуля или доработка типовой конфигурации

При решении задач такого типа обычно используют методологию[3] представленную на рисунке 1.

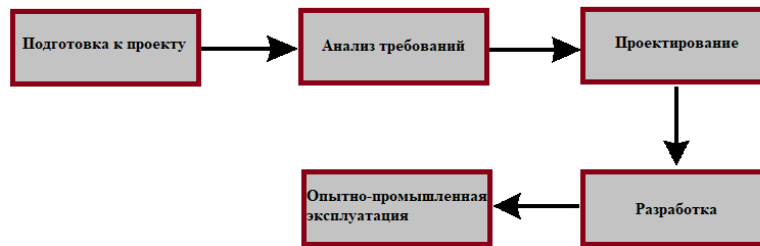


Рисунок 1. Схема методологии разработки.

Разберём этапы разработки подробнее:

1. Подготовка к проекту. На данном этапе больше всего возможностей повлиять на сроки, так как закладывается фундамент проекта.

Начинается всё с целеполагания и документирования. Необходимо зафиксировать цели и постоянно на них опираться при работе. Это поможет предотвратить расползание границ и сроков. Сформулированные цели, задачи и сроки необходимо задокументировать: сформировать приказ о начале работ, утвердить устав и план. Эти процедуры зачастую затягиваются на стороне клиента, так как даже у руководства может быть разное видение конечного результата. Для оптимизации данного процесса необходимо проверить эффективность согласования документа в организации. Возможно, стоит пересмотреть алгоритм данного процесса или поставить приоритетом для его участников.

Далее создаётся рабочая группа со стороны заказчика. Это ключевые кадры, ставят исполнителю задачи по разделам учёта и оказывают содействие по вопросам, касающимся их подразделения или сферы интересов.

Чтобы совместная работа заказчика и исполнителя была эффективной, необходимо через руководство донести до пользователей ценность проекта и мотивировать их, так как без этого велик шанс срыва сроков и попустительство со стороны рабочей группы.

2. Анализ требований. От уровня вовлечённости и открытости к новой информации зависят темпы работы на данном этапе, а также его результаты.

Для продуктивной работы необходимо обеспечить доступ к информации компании. Если перед встречей с исполнителем будут собраны список требований к системе и средства, которыми на данный момент пользуются в компании (отчёты, базы данных, бизнес-процессы), то это значительно ускорит темпы работы. В тоже время важно подробно отвечать на вопросы команды разработки и быть честными в описании текущих бизнес-процессов.

После начала данного этапа разработки могут появиться корректировки ожиданий от продукта. Некоторые блоки могут быть лишними в то время, как на другие необходимо подтратить дополнительные ресурсы.

В идеале на это заказчику указывает аналитик: именно он досконально знает возможности выбранной системы и умеет перекладывать в неё бизнес-процессы. Для этого в команде исполнителя должны быть квалифицированные аналитики.

На основании комплексного анализа бизнес-процессов компании создаётся отчёт об обследовании. Его необходимо согласовать. Делать это лучше блоками: часть отчёта, которая относится к работе того или иного отдела, подписывает сам отдел. Так будет быстрее, к тому же это позволит получить содержательную обратную связь.

3. Проектирование. Теперь роль заказчика больше наблюдательная, чем участвующая, однако ключевым пользователям необходимо заранее ознакомиться с возможностями системы, так как даже базовое представление о функционале поможет в проектировании.

Результатом проектирования является повторная корректировка ожиданий. Она необходимо ввиду ознакомления ключевых сотрудников с системой. Так как в ней привычные задачи необходимо будет решать с помощью новых инструментов, у сотрудников может возникнуть сопротивление, однако от готовности к оправданным изменениям в процессе работы зависит качество конечного продукта.

4. Разработка. При разработке сложных систем эта фаза может иметь значительный срок. Во время неё необходимо внимательно отслеживать отчётности по работе и промежуточные результаты, чтобы понимать состояние проекта и выявлять нарушения в регламенте работы. Особенно это важно, если команда разработки недостаточно опытная.

Если на данном этапе возникают глобальные проблемы, возможно стоит привлечь дополнительных специалистов, однако данная мера снижает темп проекта на 10-30%.

5. Опытно-промышленная эксплуатация. Проект подходит к своему завершению, однако остаются риски. Поэтому очень важно провести грамотное обучение сотрудников по работе с новой для них системой и мотивировать их. Так как без этого начало полноценной работы будет откладываться, а обучения будут состоять из повторяющихся вопросов и претензий.

Однако обучения недостаточно и сотрудникам необходима будет техническая поддержка со стороны более опытных коллег, в худшем случае - экспертов со стороны.

Таким образом, создание конфигурации с нуля или доработка типовой конфигурации является достаточно сложной задачей, в которой необходим высокий уровень аналитики требования заказчика, а также умение мотивировать персонал клиента для плодотворного сотрудничества. Однако попытки решать легковесными методологиями разработки, на практике, приводит к неправильно расставленным приоритетам, растянутым срокам и трате времени на переделывание изначально нежизнеспособных блоков.

Добавление новых модулей в уже существующее решение или глобальная переработка старых блоков функционала.

Данная задача на порядок проще предыдущей, однако имеет как схожие риски по типу неправильно расставленных приоритетов, так и свои собственные по типу откладывание целых блоков функционала на долгое время, что затем приводит к потере актуальности и последующей переработке.

Чтобы справиться с данными рисками используется инкрементальная модель. Главная идея инкрементальной модели заключается в том, что полный функционал программы может быть достигнут путем последовательного добавления новых возможностей на каждом этапе разработки. Это позволяет сократить время, затраченное на разработку конечного продукта, а также улучшить качество и устойчивость программы благодаря многократному тестированию и оптимизации каждой функции внедряемого блока.

Кроме того, инкрементальная модель обеспечивает более гибкий процесс разработки, позволяя разработчикам быстро реагировать на изменения в требованиях к продукту и вносить изменения на любом этапе разработки. Это помогает снизить риски и увеличить шансы на успех проекта.

При разработке решения используются несколько итераций, которые вместе составляют жизненный цикл проекта «мульти-водопад». Этот цикл разделён на легко создаваемые модули. Каждый модуль проходит через фазы определения требований, проектирования, кодирования, внедрения и тестирования. Схема модели представлена на рисунке 2[4].



Рисунок 2. Схема инкрементальной модели.

Преимущества инкрементальной модели включают в себя ускорение процесса разработки, лучшую адаптивность к изменениям в требованиях и улучшение качества продукта благодаря многократному тестированию и оптимизации каждого функционального блока. Однако, для использования этой модели необходимы определенные ресурсы и высокий уровень организации, чтобы обеспечить эффективное управление процессом и согласование между инкрементами.

Данная методология разработана для скорейшего ввода в эксплуатацию базовой версии блока для быстрого получения обратной связи по работе с продуктом, вместе с этим инкрементальная модель позволяет менять вектор развития блока по мере завершения итерации, что позволяет поддерживать актуальность продукта. К тому же, увеличивается мотивация персонала ввиду непосредственной работы с продуктом, который улучшает скорость и качество их работы.

Ещё можно использовать методологию экстремального программирования. Она заключается в акцентировании внимания на улучшении качества программного обеспечения и к адаптации к изменяющимся требованиям. XP была разработана Кентом Бекем в конце 1990-х годов и включает в себя ряд практик и принципов, направленных на повышение продуктивности команды и удовлетворенности клиентов.

Её основные принципы заключаются в: тесной коммуникации между командой разработки и конечным потребителем, упоре на обратную связь, упрощение и постоянное совершенствование продукта.

Основными практиками в данной методологии являются: парное программирование, непрерывная интеграция доработок в итоговый продукт, частые релизы, внедрение представителя клиента в команду разработки. Схема методологии представлена на рисунке 3.

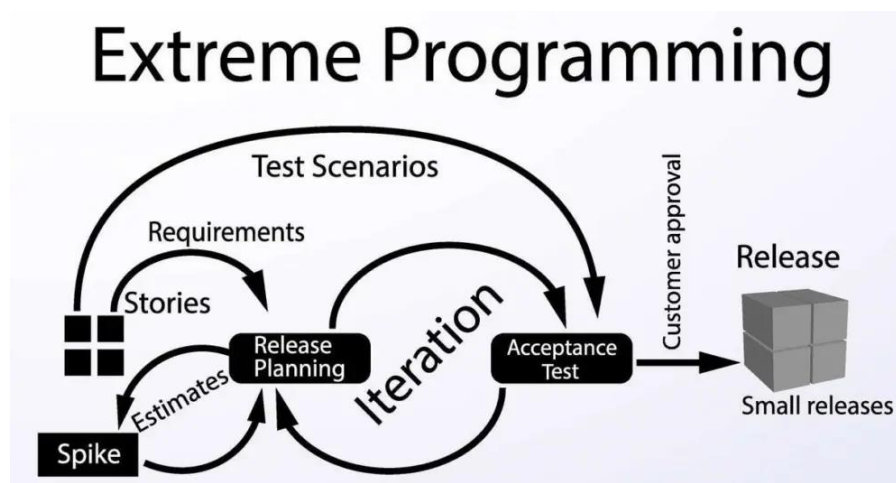


Рисунок 3. Схема экстремального программирования.

Данная методология подходит для не крупных проектов, где требования могут измениться, и где важна высокая степень взаимодействия с заказчиком, однако использование данной методологии требует наличия профессиональной команды разработки и высокую степень вовлечения клиента в проект.

Поддержка существующего функционала и внедрение мелких доработок.

Такие задачи отличаются разнообразием и специфичностью. Так как подходы к их выполнению различны в доработанной типовой конфигурации, находящейся на поддержке, и конфигурации не нуждающейся в периодическом обновлении типовой составляющей.

Там, где для поддержки нетиповой конфигурации достаточно пользоваться агрегатором задач и поддержкой аналитики для удовлетворения потребностей заказчика, в типовых реализациях необходимо придерживаться некоторых правил для упрощения последующего внедрения обновлений.

1. Концепция минимизации «разрушений» типовой конфигурации. Если модифицируемую типовую конфигурацию предполагается обновлять по мере выпуска новых релизов, то необходимо принимать меры по облегчению обновления. Проявляются они в способах решения задач. Следует, по возможности, минимально воздействовать на типовые алгоритмы и бизнес-процессы, даже если это несколько сложнее в реализации[5].
2. Не делать частичное обновление конфигурации 1С. Обычно к этому прибегают, когда необходимо внедрить систему к изменению законодательства, однако данные временные решения усложняют последующее полноценное обновление. Поэтому, если возникла необходимость в частичном обновлении, необходимо провести полноценное обновление как только возникнет такая возможность[6].
3. Комментирование изменений кода. Данный пункт важен для того, чтобы отличать доработки от типового алгоритма программы. В комментариях важно отмечать дату выполнения задачи, а также её номер в агрегаторе задач для упрощения ориентирования.

Таким образом, задачи по поддержке существующего функционала и внедрению мелких доработок проще в выполнении, чем задачи других типов, однако следует придерживаться правил для того, чтобы эффективно затрачивать ресурсы разработки.

Заключение.

В данной статье были рассмотрены методологии разработки программных продуктов 1С:Предприятие и проанализированы основные особенности в решении конкретных типов задач, связанных с широким профилем работ реализуемых на данной платформе.

\*\*\*

1. Фирма 1С [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://1c.ru/rus/firm1c/firm1c.htm> (Дата обращения 02.08.2024).
2. Ковалев, С. Настольная книга аналитика // Практическое руководство по проектированию бизнес-процессов и организационной структуры 1С-Пабблишинг. -2021.
3. Как внедрить 1С точно в срок или с опережением: инструкция для заказчика + чек-лист [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://infostart.ru/pm/1710928/?ysclid=m3wojjqwx970880461> (Дата обращения 04.08.2024)
4. Ещё раз про семь основных методологий разработки [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://habr.com/ru/companies/edison/articles/269789/> (Дата обращения 12.08.2024).
5. Правила доработки типовых конфигураций 1С для облегчения их дальнейшего обновления [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://tavalik.ru/pravila-razrabotki-chast-1/> (Дата обращения 20.08.2024).
6. 5 подходов при доработке конфигурации 1С, чтобы в будущем не было мучительно больно её обновлять [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://infostart.ru/pm/1914992/?ysclid=m405taentb37808561> (Дата обращения 21.08.2024).

Сорокин Н.А.

**Ускорение отображения критически важного контента в Next.js:  
проблемы задержки при SSR и современные решения для улучшения UX и SEO**

*Московский технический университет связи и информатики  
(Россия, Москва)*

**Аннотация**

Статья посвящена оптимизации серверного рендеринга (SSR) приложений на Next.js. Рассматриваются методы снижения задержек отображения критического контента и улучшения UX и SEO: предзагрузка ресурсов, кэширование, использование CDN, потоковый рендеринг и отложенная гидратация. Эти подходы существенно ускоряют загрузку страниц и повышают поисковую видимость сайта.

**Ключевые слова:** Next.js, серверный рендеринг, SSR, оптимизация, UX, SEO, предзагрузка ресурсов, кэширование, CDN, потоковый рендеринг, отложенная гидратация, производительность сайта, Core Web Vitals.

**Abstract**

The article reviews methods for optimizing server-side rendering (SSR) in Next.js applications. It addresses delays in critical content display and proposes solutions including resource preloading, caching, CDN, streaming rendering, and deferred hydration, enhancing UX and SEO performance.

**Keywords:** Next.js, server-side rendering, SSR, optimization, UX, SEO, resource preloading, caching, CDN, streaming rendering, deferred hydration, website performance, Core Web Vitals.

**Введение**

Скорость отображения критически важного контента на веб-странице напрямую влияет на удовлетворённость пользователей и эффективность поисковой оптимизации (SEO). Быстрая загрузка повышает вовлечение аудитории и снижает показатель отказов, тогда как задержки приводят к ухудшению UX и потере трафика. Например, Google учитывает скорость загрузки страниц как фактор ранжирования, подчёркивая важность высокой производительности сайта [1]. В современных приложениях на Next.js серверный рендеринг (SSR) широко используется для ускорения появления содержимого и улучшения индексруемости: при SSR HTML страницы формируется на сервере и поисковые системы сразу получают полностью отрендеренный контент, что существенно упрощает индексацию [2]. Однако сам по себе SSR добавляет серверные задержки — выполнение React-компонентов на стороне сервера для каждого запроса увеличивает время до первого байта (TTFB) и может замедлить первоначальное отображение страницы [3]. Чтобы реализовать преимущества SSR без ухудшения UX и SEO, необходимы специальные оптимизации. В данной работе проведён обзор современных подходов к SSR в Next.js и предложены три ключевых направления оптимизации отображения критического контента: предзагрузка ресурсов, использование кэширования и CDN, а также серверные оптимизации.

**Обзор современных решений SSR**

Современные фреймворки, такие как Next.js, предлагают несколько подходов рендеринга, сочетающих скорость и актуальность контента. Помимо классического SSR с генерацией страницы на каждый запрос, Next.js поддерживает статическую генерацию (SSG) и её улучшенную версию — инкрементальную статическую регенерацию (ISR). SSG обеспечивает выдачу готового HTML из CDN, что даёт практически мгновенное отображение и улучшенные показатели Core Web Vitals (например, LCP), тогда как при SSR всегда присутствует задержка на серверный рендеринг, повышающая TTFB и замедляющая загрузку первого экрана [4]. Тем не менее, SSR незаменим для страниц с часто обновляемым или персонализированным содержимым, где критична выдача актуальных данных на каждый запрос. Чтобы примирить требования скорости и свежести данных, современные решения

используют гибридные подходы: например, ISR в Next.js стал «game-changer» для SEO, позволяя получать преимущество статической скорости и одновременно регулярно обновлять контент. Дополнительно внедряются технологии оптимизации самого процесса SSR (потокковая передача HTML, отложенная гидратация и др.), снижающие время до появления контента и нагрузку на сервер.

#### Предзагрузка критических ресурсов

Одной из важных мер является предварительная загрузка (preloading) ресурсов, необходимых для отображения контента первого экрана. Даже при использовании SSR браузеру требуются стили CSS и скрипты JavaScript, чтобы отобразить присланный HTML; если их загрузка задерживается, пользователь увидит пустую или неоформленную страницу. Поэтому ключевые файлы должны помечаться как критические и загружаться заранее. Практически это реализуется через указание в HTML тегов `<link rel="preload">` для основных таблиц стилей и бандлов JS, а также, при необходимости, через `dns-prefetch/preconnect` для установления соединения с CDN. Такие меры позволяют сократить время до отображения первого содержимого (First Contentful Paint) за счёт устранения блокирующего ожидания ресурсов [5]. Дополнительно можно минимизировать объём критического CSS (например, выносом неиспользуемых стилей), чтобы ускорить рендеринг, и применять отложенную загрузку менее важных компонентов (lazy loading) для снижения нагрузки на канал при старте.

#### Кэширование и CDN

Эффективное кэширование позволяет значительно снизить накладные расходы на SSR. Повторная генерация одной и той же страницы для каждого пользователя нецелесообразна, если содержимое меняется нечасто. Поэтому применяется кэширование на уровне сервера: сгенерированный HTML страниц сохраняется (например, в памяти или Redis) и при следующих запросах отдаётся напрямую, минуя полный цикл рендеринга [6]. Такой подход заметно сокращает время ответа и разгружает сервер. В Next.js встроены механизмы кэширования: фреймворк по умолчанию старается статически выдавать и кэшировать результаты рендеринга там, где это возможно. Например, технология ISR позволяет обновлять страницы фоновой перестройкой по таймеру или событию, объединяя преимущества SSG с актуальностью динамического контента. Помимо серверного кэша, решающее значение имеет использование сети доставки контента (CDN) для отдачи статических ресурсов (изображений, стилей, скриптов) и даже целых страниц. CDN хранит копии контента на узлах по всему миру и обслуживает пользователей с географически ближайших серверов, снижая сетевые задержки. Комплексное применение кэширования и CDN способно значительно уменьшить время загрузки страниц и нагрузку на origin-сервер, повышая общую производительность приложения. Многие современные платформы (например, Vercel) автоматически интегрируют CDN-кэширование для приложений Next.js, обеспечивая быструю доставку контента глобальной аудитории.

#### Серверная оптимизация

Третье направление — повышение эффективности самого серверного рендеринга. Главная цель здесь — минимизировать задержки при выполнении SSR-кода и выдаче ответа. Во-первых, необходимо оптимизировать получение данных: сократить количество последовательных API-запросов и обращений к базе, агрегируя их или выполняя параллельно, а часто используемые данные кэшировать на уровне приложения [7]. Это снижает время ожидания данных при рендеринге страницы. Во-вторых, важна оптимизация серверного кода и шаблонов: рендеринг должен выполняться как можно более эффективно, без лишних вычислений. Следует избегать тяжёлой логики в `getServerSideProps` и аналогичных методах, вынося предрасчёты в этап сборки или фоновые процессы там, где возможно. Современные технологии React/Next.js предоставляют инструменты для ускорения SSR. В React 18 введена поддержка потокового рендеринга с `Suspense`, которая позволяет серверу отправлять части HTML-ответа сразу по готовности, не дожидаясь полной генерации всей страницы. Благодаря такому «стримингу» Time to First Byte и время до появления первого фрагмента контента существенно сокращаются. Пользователь быстрее видит хотя бы часть интерфейса (например,

каркас страницы или заголовков), что улучшает воспринимаемое качество работы приложения. Для реализации этого Next.js использует компонент `<Suspense>` и серверные улучшения, разделяя рендеринг на блоки с отложенной гидратацией. Также стоит задействовать профилирование и мониторинг на стороне сервера, чтобы выявить узкие места (например, медленные запросы или операции) и устранить их, добившись максимально быстрого и стабильного SSR даже под высокой нагрузкой

#### Заключение

Оптимизация SSR в Next.js требует комплексного подхода, объединяющего работы на стороне клиента и сервера. Рассмотренные методы — предзагрузка критических ресурсов, внедрение кэширования (вместе с CDN) и усовершенствование серверной части — в совокупности позволяют существенно сократить задержки отображения главного контента. В результате уменьшаются показатели TTFB и времени до первого отображения (FCP/LCP), что напрямую улучшает UX (быстрое появление интерфейса снижает вероятность ухода пользователя) и усиливает SEO-показатели сайта за счёт лучших Core Web Vitals и полной доступности контента для поисковых роботов. Практические отчёты демонстрируют значимый выигрыш: например, внедрение Next.js с соответствующими оптимизациями позволило сократить время до первого контентного отображения на 50–70% и время до интерактивности примерно на 40% по сравнению с традиционными SPA на React. Таким образом, использование описанных подходов обеспечивает быструю и стабильную загрузку критически важного контента, позволяя максимально реализовать потенциал SSR для повышения удовлетворённости пользователей и поисковой видимости.

\*\*\*

1. Think with Google. Статистика коэффициента конверсии на мобильных устройствах // Think with Google. 2016. URL: <https://www.thinkwithgoogle.com/consumer-insights/consumer-trends/mobile-page-speed-new-industry-benchmarks/>
2. Server-side Rendering (SSR) // Документация Next.js. URL: <https://nextjs.org/docs/pages/building-your-application/rendering/server-side-rendering>
3. Эволюция серверного рендеринга: ускорение TTFB и TTI с помощью потокового SSR // Medium, CSTech. URL: <https://medium.com/cstech/server-side-rendering-evolved-unlocking-faster-ttfb-and-tti-with-streaming-ssr-800735e37bad>
4. Teyim. Подробный разбор CSR, SSR, SSG и ISR // DEV Community. URL: <https://dev.to/teyim/a-deep-dive-into-csr-ssr-ssg-and-isr-3513>
5. Как правильно добавить прелоадер на сайт Next.js // Блог Meje.dev. URL: <https://www.meje.dev/blog/building-a-nextjs-preloader-the-right-way>
6. FocusReactive. Кэширование CDN для самохостинговых сайтов на Next.js — CloudFlare и другие // FocusReactive. URL: <https://focusreactive.com/configure-cdn-caching-for-self-hosted-next-js-websites/>
7. LoadForge. Оптимизация серверного рендеринга в NextJS для повышения производительности // LoadForge. URL: <https://loadforge.com/guides/optimizing-server-side-rendering-in-nextjs-for-faster-performance>

Стариков Е.Н.<sup>1</sup>, Колосова А.А.<sup>1,2</sup>

#### Методы обработки больших данных: эволюция технологий

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

<sup>2</sup>ГБУ СО «Оператор электронного правительства»

(Россия, Екатеринбург)

#### Аннотация

Рассмотрена эволюция современных вычислительных методов и обеспечивающих их применение информационных технологий. В историческом контексте проведен анализ основных инструментов и технологий, используемых для работы с «большими данными». Определено содержание термина «большие данные» и представлены основные области их применения.

**Ключевые слова:** большие данные, искусственный интеллект, экспертные системы, модели данных, базы данных, методы анализа данных.

**Abstract**

The evolution of modern computational methods and information technologies supporting their application is considered. The main tools and technologies used for working with «Big Data» are analyzed in a historical context. The content of the term «Big Data» is defined and the main areas of their application are presented.

**Keywords:** Big data, artificial intelligence, expert systems, data models, databases, data analysis methods.

История возникновения и развития концепции «больших данных» (Big Data) – это интересная часть эволюции информационных технологий, которая отражает стремление человечества к сбору, обработке и анализу огромных объемов информации [1].

Период 1950-1960-х годов был важным временем для становления основ того, что позже стало известно как «большие данные». На этом этапе формировались первые элементы, необходимые для работы с большими объемами информации.

После Второй мировой войны началась активная разработка электронных вычислительных машин. В этом контексте можно выделить такие ранние компьютеры, как UNIVAC I (Universal Automatic Computer I), который стал первым коммерчески доступным компьютером в США в 1951 году. Он использовался для обработки большого объема данных переписи населения США в 1950 году. В это время начали применяться аналитические методы для научных и военных целей, например, для расчетов баллистических таблиц и анализа траекторий.

Один из отцов современного вычисления, Джон фон Нейман разработал архитектуру компьютеров, которая стала основой для современного дизайна компьютеров. Его идеи помогли сформировать подходы к обработке данных.

В 1948 Клод Шеннон опубликовал влиятельную работу «Математическая теория связи» (англ. A Mathematical Theory of Communication), заложившую основы теории информации [2]. Эта работа инициировала многие научные исследования по всему миру, продолжающиеся по сей день, положив начало развитию методов обработки, передачи и хранения информации.

В 1970 году Эдгар Кодд изобрел реляционную модель данных, что привело к созданию реляционных баз данных. Реляционные базы данных стали основой для хранения и управления структурированными данными в организациях [3]. Эдгар Кодд предложил модель, которая позволяет разработчикам разделять свои базы данных на отдельные, но взаимосвязанные таблицы, что увеличивает производительность, но при этом внешнее представление остаётся тем же, что и у исходной базы данных [4].

Период сразу после Дартмутской конференции с 1956 по 1974 год был назван первым летом искусственного интеллекта. Благодаря достигнутому прогрессу исследователи были полны оптимизма в отношении будущего ИИ, и компьютеры выполняли всё больше операций, от диалогов на английском языке до решения алгебраических уравнений.

Несмотря на финансирование исследований в области ИИ, в то время компьютеры ещё не могли обрабатывать и хранить достаточно данных и информации. ИИ испытывал большие трудности в тех областях, которые казались более простыми, таких как машинный перевод или воспроизведение естественного языка. Например, программа для анализа английского языка могла обрабатывать только 20 слов.

Финансисты поняли, что поиск дал недостаточные результаты, и прекратили финансирование. Так началась «первая зима» ИИ, которая продлилась до начала 1980-х годов.

Эпоха цифровой революции 1980-1990-х годов была временем быстрого развития технологий, в том числе массового внедрения компьютеров и интернета. Это был ключевой период, когда цифровые технологии начали проникать в повседневную жизнь, бизнес и академическую среду.

В 1981 году IBM выпустила свой персональный компьютер, который стал стандартом для последующих моделей. Это помогло ПК обрести широкую популярность. Выпуск в 1984

году Macintosh защищал графический интерфейс пользователя (GUI), упрощая использование компьютеров для широкой аудитории. В 1980-х Microsoft развила MS-DOS, а затем в 1985 году выпустила первую версию Windows, которая предоставила пользователям интерфейс, более удобный для взаимодействия. Программы вроде Microsoft Office начали становиться стандартными инструментами для бизнеса и образования.

Тим Бернерс-Ли предложил концепцию Всемирной паутины в 1989 году и в начале 1990-х в CERN разработал первые браузер и сервер. Это было ключевым моментом в доступности информации в интернете [5]. Компьютеры и интернет изменили подходы к бизнесу и торговле, положив начало электронной коммерции (Amazon был основан в 1994 году). Интернет открыл доступ к информации, упрощая процесс обучения и самообучения. Онлайн-ресурсы стали популярными среди студентов и преподавателей.

Эпоха цифровой революции стала временем радикальных изменений в технологиях и обществе, заложив основу для мира, в котором мы живем сегодня.

1980-е годы стали золотым веком для разработки и коммерческого использования экспертных систем. Индустрия увидела значительное количество успешных внедрений в различных областях.

Компании начали активно разрабатывать и использовать экспертные системы для улучшения бизнес-процессов. Примеры включают системы для диагностики оборудования, планирования производства и финансового анализа.

Первым примером экспертной системы была DENDRAL (аббревиатура от термина «ДЕНДРитический АЛгоритм»), разработанная в 1965 году Эдвардом Фейгенбаумом [6]. Задача этой программы состояла в том, чтобы отображать структуру молекул и помогать химикам идентифицировать неизвестные органические молекулы. MYCIN, ещё одна экспертная система, созданная на основе DENDRAL, задумывалась как инструмент, помогающий врачам диагностировать инфекционные заболевания крови. Она была ориентирована на выявление бактерий, вызывающих инфекции, и рекомендации по применению антибиотиков.

Эти ранние экспертные системы не решали общие задачи, а скорее использовали булеву логику (в которой переменные могут принимать только значения «истина» или «ложь») и логические рассуждения в соответствии с детерминированной моделью причинно-следственных связей. Несмотря на то, что это были машины, которые, казалось, анализировали и «думали», эксперт-человек всё равно намного превосходил искусственную экспертную систему.

В 1980-х годах возрос интерес к применению экспертных систем, появилось множество проектов и экспериментов. Так появились экспертные системы «второго поколения»: была введена вероятностная модель, которая анализировала причины и возможные последствия.

Этому интенсивному периоду развития также способствовало применение экспертных систем в промышленности и коммерции. Первой реализацией, имевшей значительный экономический успех, была R1 (или Xcon, eXpert CONfigurer). Разработанная в Университете Карнеги-Меллона Джоном Макдермоттом в 1978 году, она была представлена в 1982 году компанией Digital Equipment Corporation для настройки компьютерных заказов и повышения их точности: на основе заказов клиентов R1 могла не только гарантировать, что заказ выполнен полностью, но и определить пространственные отношения между компонентами (система включала более 100 компонентов с различными возможностями взаимодействия). Четыре года спустя компания смогла сэкономить 40 миллионов долларов в год.

Благодаря этому новому успеху появились новые системы, основанные на знаниях и инженерии знаний. Япония была первой страной, которая вложила значительные средства в компьютеры, предназначенные для ИИ, поэтому Америка, Великобритания и остальная Европа последовали её примеру.

Однако даже у экспертных систем второго поколения были проблемы. Прежде всего, сложность написания правил, отражающих знания экспертов, а также управление и поддержка

этих правил. Кроме того, популярность экспертных систем росла гораздо быстрее, чем технологическая зрелость того времени.

Затем энтузиазм сменился разочарованием. Apple и IBM представили более мощные компьютеры общего назначения, чем те, что были разработаны для ИИ, что привело к краху индустрии искусственного интеллекта. Кроме того, в 1987 году DARPA, правительственное агентство Министерства обороны США и один из основных спонсоров исследований в области искусственного интеллекта (только в 1985 году оно потратило 100 миллионов долларов на исследования в этой области), решило прекратить инвестиции и сосредоточиться на технологиях с более перспективными краткосрочными результатами.

В 1998 году Карло Строцци разработал NoSQL – реляционную базу данных с открытым исходным кодом, которая позволяла хранить и извлекать данные, смоделированные иначе, чем в традиционных табличных методах, используемых в реляционных базах данных. Затем, в 1999 году, в первом издании книги «In How Much Information?» Хэла Р. Вариана и Питера Лаймана [7] была предпринята попытка количественно оценить объём цифровой информации, доступной в мире на тот момент.

Хотя сам термин «большие данные» еще не был широко распространен, в этот период аналитики и ученые начали осознавать трудности, связанные с управлением и анализом больших объемов данных [8].

С начала 2000-х годов Интернет и Всемирная паутина открыли уникальные возможности для сбора и анализа данных. С ростом веб-трафика и онлайн-магазинов такие компании, как Yahoo, Amazon и eBay, начали анализировать поведение клиентов, изучая количество кликов, данные о местоположении по IP-адресам и поисковые журналы. Это открыло целый новый мир возможностей.

В начале 2000-х годов термин «большие данные» претерпел значительные изменения и переосмысление. Впервые исследователи и мыслители попытались количественно оценить объём цифровой информации в мире и темпы её роста. Результаты были ошеломляющими: по оценкам, объём данных в мире удваивался каждые два года. Именно в это время были представлены концепции облачных сервисов и приложений, а также была признана важность анализа данных. Большие данные стали модным словечком десятилетия, и компании и правительства вкладывали значительные средства в технологии, чтобы получить конкурентное преимущество. Возможность собирать, хранить и анализировать большие объёмы данных стала важной частью в деятельности многих предприятий, позволяя им принимать более обоснованные решения и эффективнее работать с клиентами.

В 2005 году Роджер Мугалас дал определение «большим данным» как большого объёма данных, которыми в то время было практически невозможно управлять и обрабатывать с помощью традиционных инструментов бизнес-аналитики. В том же году был создан Hadoop, который мог работать с большими данными. Hadoop был основан на программной платформе с открытым исходным кодом под названием Nutch и был объединён с Google MapReduce [9].

Бурное развитие больших данных продуктивно сказалось на всех сферах жизнедеятельности человека, повлияв на его культуру и поведение. Это явление связано с началом информационной эпохи и трансформации той среды, где люди занимаются спортом, создают музыкальные произведения и трудятся.

Тенденция Web 2.0 или поколение «веба», инициировала процесс преобразования структуры пользовательских данных. Термин «Web 2.0» был введён Т. О'Рейли в 2005 г. Он акцентировал внимание на том, что основная масса данных в интернете поступает от пользователей сервиса, а не только от самого сервиса. Появление социальных сетей, таких как Facebook (деятельность организации Meta Platforms Inc., ее продуктов Instagram и Facebook запрещена в Российской Федерации), поспособствовало массовому распространению персональной информации и предпочтений пользователей по всему миру.

Вместе с тем, на практике получило распространение соединение обычных веб-страниц в формате HTML с обширными внутренними базами данных, созданными на базе языка SQL, что привело к созданию динамичных и интерактивных web-сайтов, что также позволило эффективно обрабатывать и анализировать данные. Открытие Hadoop в 2006 г. дало мощный

импульс для построения платформы хранения и обработки информации, предложив доступное и масштабируемое решение для анализа больших данных.

Например, большие данные являются основным механизмом в здравоохранении, позволяющим отслеживать вспышки заболеваний и изучать альтернативные методы лечения. NASA использует большие данные для изучения загадок Вселенной. Музыкальная индустрия стала ориентироваться не на интуитивные догадки, а на результаты исследований, основанных на больших данных. Энергетические компании применяют большие данные для оценки поведения клиентов и предотвращения рисков отключений. Nike использует носимые устройства, чтобы контролировать здоровье клиентов и собирать обратную связь о состоянии их здоровья. Механизмы кибербезопасности тоже задействуют большие данные в противодействии преступлениям.

В 2010-х годах термин «большие данные» стал обретать своё современное значение. Обычно компании стали хранить и обрабатывать всё большее количество данных на своих серверах. На конференции в 2010 г. Э. Шмидт, председатель совета директоров Google, заявил, что данные, эквивалентные всем тем, что были созданы с момента зарождения цивилизации до 2003 года, создаются каждые два дня. Указано, что ежедневно создаётся более 2,5 квинтиллионов байт данных [10].

По мере роста объема данных, собранных организациями, возникла необходимость в профессионалах, способных выполнять их обработку и всестороннюю интерпретацию. В то же время активное удешевление абонентских услуг сотовой связи и увеличение доли населения с доступом к мобильной связи создали среду для массового использования смартфонов и других мобильных устройств. При этом пользователи генерировали данные о своем поведении через интернет, общение и разнообразные действия, что только увеличивало число получаемых результатов анализа и расширяло их возможные области применения – от подсчета вероятности потери клиента до создания сложных маркетинговых стратегий.

Крупные организации начали внедрять Big Data для поддержания и оптимизации операционной деятельности, повышения конкурентных преимуществ, разработки softверных решений и других стратегических бизнес-процессов. Это привело к бурному развитию высоких технологий для анализа больших данных. На рынке появилось множество современных и высокопроизводительных программных обеспечений для работы в режиме реального времени (версии Apache Spark и Hadoop) и специализированные NoSQL и графовые базы данных (MongoDB, Cassandra, Neo4j).

\*\*\*

1. Big Data: определение, история, перспективы и примеры [Электронный ресурс]. – URL: <https://pakhotin.org/technologies/big-data/> (дата обращения: 16.02.2025).
2. Шеннон, К. Э. Математическая теория связи [Текст] / К. Э. Шеннон. – М.: ИИЛ, 1963. – 830 с.
3. Codd, E. F. A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks [Текст]. Communications of the ACM, 1970. – Vol. 13, № 6.
4. Date, C. J. A. M. Turing Award – Edgar F. («Ted») Codd [Текст]. Association for Computing Machinery.
5. O'Reilly Radar: Open-source tool trends – What our users tell us [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.oreilly.com/radar/oreilly-radar-open-source-tool-trends-what-our-users-tell-us/> (дата обращения: 28.02.2025).
6. Feigenbaum, E. The Age of Intelligent Machines: Knowledge Processing--From File Servers to Knowledge Servers [Электронный ресурс]. – URL: <https://web.archive.org/web/20080629111950/http://www.kurzweilai.net/meme/frame.html?main=%2Farticles%2Fart0098.html> (дата обращения: 28.02.2025).
7. AI History: the 1980s and expert systems [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.klondike.ai/en/ai-history-the-1980s-and-expert-systems/> (дата обращения: 19.02.2025).
8. Lyman, P., Varian, H. R., Charles, P. How much information? [Текст]. School of Information Management and Systems, University of California at Berkeley, 2003.
9. Кораблев, А. Ю., Булатов, Р. Б. Машинное обучение в бизнесе [Электронный ресурс]. АНИ: экономика и управление, 2018. №2 (23). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mashinnoe-obuchenie-v-biznese> (дата обращения: 28.02.2025).
10. Сколько данных мы создаем каждый день? Forbes, 2023. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/05/21/how-much-data-do-we-create-every-day-the-mind-blowing-stats-everyone-should-read/> (дата обращения: 21.02.2025).

**Щербань О.В., Максимова М.А., Полевая М.А.**  
**Применение технологии блокчейн в индустрии красоты**

*Высшая школа кибертехнологий, математики и статистики  
Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова  
(Россия, Москва)*

**Аннотация**

В статье проводится анализ того, как технологии блокчейн способны изменить индустрию красоты. Особое внимание уделено таким преимуществам блокчейна, как децентрализация, прозрачность и защита данных, которые помогают бороться с подделками и контрафактной продукцией. Также поднимаются трудности, с которыми сталкиваются компании при внедрении блокчейн-решений, включая технические, юридические и организационные барьеры.

**Ключевые слова:** цифровая экономика, информационные технологии, блокчейн, индустрия красоты.

**Abstract**

The article analyzes how blockchain technologies can change the beauty industry. Particular attention is paid to such advantages of blockchain as decentralization, transparency and data protection, which help to combat counterfeiting and counterfeit products. It also raises the difficulties that companies face when implementing blockchain solutions, including technical, legal and organizational barriers.

**Keywords:** digital economy, information technology, blockchain, beauty industry.

**Введение.**

В работе “Поддельная радость: как бренды борются с контрафактной косметикой с помощью блокчейна” [9] показано, что в условиях закрытия офлайн-магазинов и салонов красоты из-за пандемии 2020 года, компании активно внедряли технологии и электронную коммерцию.

Контрафактная косметика представляет опасности для покупателей и брендов. Приводятся случаи изъятия поддельных товаров с высоким содержанием токсичных веществ и бактерий. Покупатели разделяются на тех, кто специально ищет низкую цену, и тех, кто случайно покупает подделку, сталкиваясь с потенциальными рисками для здоровья.

Блокчейн становится эффективным инструментом в борьбе с подделками в косметической индустрии. Компании, такие как “Beautyblender” и “LVMH”, успешно используют блокчейн для обеспечения безопасности и прозрачности продукции. Эта технология позволяет отслеживать происхождение продуктов, координировать логистику и предоставлять потребителям информацию о каждом этапе жизненного цикла товара. Благодаря блокчейну бренды могут эффективно бороться с подделками и поддерживать доверие потребителей.

В настоящее время блокчейн активно используется для обеспечения прозрачности цепочек поставок в косметической индустрии. Компании, вроде Cult Beauty и e.l.f Cosmetics, успешно интегрируют эту технологию, улучшая свои взаимоотношения с клиентами и создавая востребованный тренд “криптокосметики”. Этот тренд, включающий выпуск цифровых активов в виде NFT-версий продуктов, не только придает косметическим брендам уникальность, но и углубляет взаимодействие с аудиторией через цифровые платформы.

Можно выделить вызовы, стоящие перед предпринимателями - высокие затраты на внедрение, сложность обучения персонала, проблемы масштабирования и конфиденциальности данных. Процесс физического соответствия данных в блокчейне с реальными товарами также является одним из вызовов, поднимаемых доктором Джеком Паркином. Это может создавать потенциальные угрозы манипуляции содержимым продукции и подрывать доверие к технологии в борьбе с подделками.

Популярный журнал “Vogue Business” тоже поднимал вопрос: “Может ли блокчейн решить проблемы доверия в индустрии красоты?” [8] Культовый бьюти-ритейлер Cult Beauty сотрудничает с Provenance, используя блокчейн для создания “пунктов подтверждения”, предоставляющих покупателям детальную информацию о продуктах. Эти “пункты” охватывают безопасность, отсутствие жестокости, поддержку благотворительности и другие важные аспекты, что позволяет клиентам принимать информированные решения о покупке.

Из недостатков системы можно выделить следующие. Чем больше ритейлеров присоединяются к “пунктам подтверждения”, тем сильнее оказывается давление на бренды, которое заставляет их серьезно обдумать решение о том, давать ли вводную в заблуждение информацию о новых продуктах. Еще одна проблема — это готовность брендов к сотрудничеству. Несмотря на то, что огромное количество брендов готовы предоставить свои полные списки ингредиентов, существует риск, что некоторые будут гораздо менее склонны к сотрудничеству. Исходя из этого, обеспечение доказательств для претензий по понятным причинам не является простым процессом и может занимать чрезвычайно много времени.

Технология блокчейн для салонов красоты. С повышением важности обеспечения безопасности персональных данных салоны красоты класса люкс сталкиваются с растущей необходимостью принятия передовых технологических решений. Это позволяет ускорить транзакции, избежать банковских издержек и улучшить эффективность поставок. Благодаря смарт-контрактам в блокчейне, салоны могут автоматизировать процессы, обеспечивая прозрачность и быстроту в согласовании и исполнении обязательств между сторонами.

Нами предлагается использовать технологию блокчейн для защиты персональных данных в салонах красоты класса люкс. Разработанная нами исследовательская модель строится на следующих принципах:

персональные данные клиентов хранятся в децентрализованной базе данных блокчейн, обеспечивая безопасность и надежность;

разграничение прав доступа к данным с использованием умных контрактов, гарантирующих, что только авторизованные лица могут получить доступ к определенной информации;

возможность отслеживать историю изменений данных;

обеспечение безопасных транзакций для оплаты услуг прямо через блокчейн.

Программный код части модели, отвечающей за добавление блоков в цепочку, отображение предыдущего блока и проверки работы, представлен на рисунке 1.

```
# Эта функция ниже создана для добавления дополнительных блоков в цепочку
def create_block(self, proof, previous_hash):
    df = Blockchain.postgre()
    block = {'index': len(self.chain) + 1,
            'timestamp': str(datetime.datetime.now()),
            'id': str(df[0].iloc[len(self.chain)]),
            'last_name': str(df[1].iloc[len(self.chain)]),
            'first_name': str(df[2].iloc[len(self.chain)]),
            'date_time': str(df[3].iloc[len(self.chain)]),
            'service_type': str(df[4].iloc[len(self.chain)]),
            'proof': proof,
            'previous_hash': previous_hash}
    self.chain.append(block)
    return block

# Эта функция ниже создана для отображения предыдущего блока
def print_previous_block(self):
    return self.chain[-1]

# Эта функция для проверки работы и используется для успешного майнинга блока
def proof_of_work(self, previous_proof):
    new_proof = 1
    check_proof = False
    while check_proof is False:
        hash_operation = hashlib.sha256(
            str(new_proof**2 - previous_proof**2).encode()).hexdigest()
        if hash_operation[:5] == '00000':
            check_proof = True
        else:
            new_proof += 1
    return new_proof
```

Рисунок 1. Пример программного кода.

Также работу модели можно проиллюстрировать страницей, на которой отображается содержание работы блокчейн (рис. 2).

```

1 {
2   "chain": [
3     {
4       "date_time": "19.01.20 13:00",
5       "first_name": "Anna",
6       "id": "1",
7       "index": 1,
8       "last_name": "Petrova",
9       "previous_hash": "0",
10      "proof": 1,
11      "service_type": "haircut",
12      "timestamp": "2023-12-15 18:43:00.568449"
13    }
14  ],
15  "length": 1
16 }

```

Рисунок 2. Страница, отображающее содержание блоков.

Плюсами, предлагаемой нами модели блокчейн, являются: высокий уровень безопасности персональных данных, история изменений делает процессы прозрачными и проверяемыми, система управления доступом обеспечивает контроль над информацией. Минусами будут: необходимость обучения персонала использованию новой системы, внедрение блокчейна может потребовать дополнительных технических ресурсов, инициация проекта может требовать значительных финансовых вложений.

Внедрение технологии блокчейн в сферу салонов красоты обеспечивает экономический успех. Уменьшение рисков утечек данных и повышенная безопасность данных создают прочный барьер перед потенциальными угрозами. Улучшение операционной эффективности и упрощение управления данными способствуют оптимизации ресурсов и повышению производительности.

Перспективы в дальнейшей доработке. В будущем технология блокчейн в салонах красоты не только улучшит безопасность и эффективность, но и откроет новые перспективы. Интеграция с другими отраслями и усовершенствование умных контрактов позволят расширить использование блокчейна. Исследование новых возможностей создаст инновационные сервисы, привлекая больше клиентов и обеспечивая долгосрочный успех.

Заключение. Роль технологии блокчейн в обеспечении безопасности персональных данных в салонах красоты класса люкс оказывается преобразующей и прогрессивной. Интеграция блокчейн-технологии в существующие системы управления данными салонов не только повышает уровень конфиденциальности клиентов, но и содействует более эффективному и автоматизированному предоставлению услуг.

\*\*\*

1. Свон М. Блокчейн: Схема новой экономики. – М.: Издательство «Олимп-Бизнес», 2017. – 240 с.
2. Ларионова, М., & Степанов, И. (2017). "Применение технологии блокчейн в сфере личных данных: преимущества и риски." Информационные технологии в управлении, 1(33), 34-41.
3. Ткачева, Н. (2018). "Интеграция технологии блокчейн в системы управления персональными данными в условиях класса люкс в сфере красоты." Вестник высших технологий, 2(15), 112-120.
4. Смирнов, А. (2017). "Блокчейн: технологии будущего." Компьютерра, 4, 58-61.
5. Иванов, П., & Сорокин, А. (2016). "Блокчейн: распределенные базы данных будущего." Журнал Интернет-маркетинг, 3, 42-46.
6. Жуков, А., & Григорьев, С. (2019). "Блокчейн: новые возможности для бизнеса." Москва: Издательский дом "Вильямс".
7. Белов, В., & Семенов, И. (2020). "Эффективное использование технологии блокчейн в салонах красоты." Инновации и инвестиции, 5, 76-82.

**Akram K.**

**Automated System Based on Artificial Intelligence for Reading Handwritten Letters**

*Perm National Research Polytechnic University  
(Russia, Perm)*

#### **Аннотация**

Распознавание рукописных букв с использованием искусственного интеллекта (ИИ) имеет трансформирующий потенциал в различных секторах, включая исторические исследования, здравоохранение, образование, юридическую администрацию и личное архивирование. В данном документе изложена методология разработки системы распознавания

рукописных букв на основе ИИ, рассматривающая такие проблемы, как изменчивость почерка, качество документов, неоднозначность символов и требования к ресурсам.

**Ключевые слова:** ИИ, распознавание рукописного текста, машинное обучение, обработка документов, сбор данных, разработка модели, интеграция системы.

### Abstract

The recognition of handwritten letters using artificial intelligence (AI) has transformative potential across various sectors, including historical research, healthcare, education, legal administration, and personal archiving. This document outlines the methodology for developing an AI-based handwritten letter recognition system, addressing challenges such as handwriting variability, document quality, character ambiguity, and resource requirements.

**Keywords:** AI, handwritten recognition, machine learning, document processing, data collection, model development, system integration.

### Introduction

The recognition of handwritten letters through the use of artificial intelligence (AI) represents a significant technological advancement with the potential to revolutionize various sectors. From historical document preservation to modern healthcare systems, education, legal administration, and personal data organization, the implementation of such AI systems can enhance efficiency, accuracy, and accessibility. This article presents a comprehensive methodology for designing and developing an AI-based handwritten letter recognition system. It specifically addresses prevalent challenges such as handwriting style variations, poor-quality scans, ambiguous characters, and technical constraints related to hardware and data processing resources.

### Objectives

The central aim of this project is to build a reliable and efficient system that can accurately interpret handwritten letters regardless of style or context. The goals include:

- **Accuracy and Performance:** The system should exhibit high precision and recall, while achieving balanced F1-scores to ensure optimal performance across diverse datasets.
- **Scalability and Adaptability:** It should be capable of processing large volumes of handwritten data and easily adaptable to new writing styles or alphabets through minimal retraining or tuning.

### Methodology

A systematic approach is followed in the development of the handwritten recognition system, divided into four main stages:

#### Data Collection

Quality data is foundational to any successful AI system. This project aggregates handwriting samples from three primary sources:

- **Public Databases:** Existing resources like the IAM Handwriting Database and MNIST provide structured datasets for initial training and testing.
- **Historical Archives:** Partnerships with libraries, museums, and academic institutions help collect older and stylistically diverse samples.
- **Crowdsourcing:** Volunteers contribute handwritten samples to increase dataset variability, capturing modern and regional differences in letter formation.

#### Data Preprocessing

Before training can begin, raw data undergoes multiple preprocessing steps to enhance its utility and uniformity:

- **Image Enhancement:** Adjustments like noise reduction and contrast sharpening improve legibility.
- **Normalization:** Standardizing formats and image dimensions ensures uniform input for neural networks.

- Segmentation: Handwritten text is divided into individual letters or words, simplifying the task for the AI model.
- Data Augmentation: Rotations, skewing, and other transformations increase dataset size and improve the model's generalization.

#### Model Development

Model development is a critical stage where various deep learning techniques are employed:

- Architecture Design: A hybrid model using convolutional neural networks (CNNs) for feature extraction and recurrent neural networks (RNNs), particularly Long Short-Term Memory (LSTM) networks, for sequential interpretation is proposed.
- Training Phase: Labeled datasets are used for supervised learning. Backpropagation and stochastic gradient descent help optimize the learning process.
- Transfer Learning: Pre-trained models are fine-tuned with domain-specific data to accelerate training and improve accuracy.
- Hyperparameter Tuning: Different parameters such as learning rate, dropout rates, and batch size are tested to find the optimal configuration.

#### System Integration

For practical deployment, the AI model is embedded into a user-oriented software application:

- User Interface (UI): Designed to allow users to upload images or documents, receive real-time results, and interact with recognized text.
- Backend Processing: A robust backend infrastructure handles tasks such as image preprocessing, inference via the trained model, and storage of outputs.
- Real-Time Capabilities: Optimizations ensure the system delivers quick and responsive feedback, making it suitable for live applications.

#### Results and Evaluation

##### Model Performance

The model's efficacy is measured using standard metrics—accuracy, precision, recall, and F1-score—on validation and unseen test datasets. Results indicate the model performs exceptionally well under controlled conditions and maintains good accuracy with varied handwriting.

##### Error Analysis

Confusions between visually similar characters (e.g., “o” and “a”, or “i” and “l”) are common. Analysis of these errors helps inform future improvements such as refining segmentation algorithms or applying contextual correction techniques.

##### Benchmarking

Comparisons with existing systems demonstrate that the proposed model shows higher accuracy and better generalization, especially when recognizing cursive or stylized handwriting.

##### Discussion

##### Historical Research Applications

The system allows historians to digitize and analyze archived handwritten materials efficiently, improving accessibility and searchability of centuries-old documents.

##### Impact on Healthcare

In medical settings, the recognition of handwritten prescriptions or notes reduces human error, enhances workflow automation, and ultimately contributes to patient safety.

##### Educational Uses

Teachers can benefit from automatic grading tools that assess student handwriting, saving time and ensuring fair evaluations across large cohorts.

##### Challenges and Limitations

Despite its effectiveness, the system struggles with highly cursive or deteriorated texts, as well as documents with overlapping letters. These challenges require further research into hybrid AI systems and better image restoration techniques.

##### Future Directions

To enhance performance, future work may include multimodal systems incorporating speech or typed text alongside handwriting. Expanding support to multiple languages and scripts, and making the model interpretable and transparent, are also key goals.

#### Conclusion

AI-driven handwritten letter recognition systems are set to transform how we process and preserve written documents. By tackling the core challenges of variability and ambiguity, and ensuring broad applicability, these systems can lead to significant advancements in data processing, cultural preservation, and operational efficiency across diverse industries.

\*\*\*

1. LeCun et Deep learning, Nature (2015).
2. Graves et al., Новый подход к онлайн-распознаванию рукописного ввода NIPS
3. (2009).
4. Simard et al. Лучшие практики для сверточных нейронных сетей, применяемых для визуального анализа документов, ICDAR (2003).
5. TensorFlow Documentation - TensorFlow
6. IBM Research - Улучшение распознавания рукописного ввода с помощью нейронных сетей
7. Kingma Ba, Adam: Метод стохастической оптимизации, arXiv (2015).
8. Goodfellow Generative adversarial nets, NIPS (2014).
9. Chollet, Глубокое обучение с Python, Manning Publications (2017).
10. Olah, Понимание сетей LSTM, блог

## РАЗДЕЛ II. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Белоброва А.К.

### Современное состояние стратегии развития транспортной системы

Ульяновский государственный технический университет  
(Россия, Ульяновск)

Научный руководитель Орлова Л.В.

#### Аннотация

Статья посвящена анализу современного состояния и стратегических направлений развития транспортной отрасли России в условиях глобальных вызовов и санкционного давления. Рассматриваются ключевые компоненты транспортной системы страны: железнодорожный, автомобильный, воздушный, морской и речной транспорт, а также их роль в обеспечении экономического роста и национальной безопасности. Особое внимание уделено государственным программам, включая Национальный проект по модернизации инфраструктуры до 2024 года и Транспортную стратегию РФ до 2030 года, направленным на расширение пропускной способности магистралей, цифровизацию логистики и развитие транзитного потенциала.

**Ключевые слова:** транспорт, транспортная системы России, национальные проекты, цифровизация транспорта, транзитный потенциал.

#### Abstract

The article is devoted to the analysis of the current state and strategic directions of development of the Russian transport industry in the context of global challenges and sanctions pressure. The key components of the country's transport system are considered: rail, road, air, sea and river transport, as well as their role in ensuring economic growth and national security. Special attention is paid to government programs, including the National Infrastructure Modernization Project until 2024 and the Transport Strategy of the Russian Federation until 2030, aimed at expanding the capacity of highways, digitalizing logistics and developing transit potential.

**Keywords:** transport, Russian transport systems, national projects, digitalization of transport, transit potential.

Транспортная система России играет ключевую роль в обеспечении экономического роста, национальной безопасности и социальной стабильности. Протяженность территории страны, ее географическое положение между Европой и Азией, а также наличие труднодоступных регионов делают развитие транспортной инфраструктуры приоритетной задачей. В условиях санкционного давления и глобальных вызовов Россия активизирует модернизацию отрасли, опираясь на стратегические документы, такие как национальные проекты и долгосрочные программы развития, которые мы и рассмотрим в статье. Транспортная система России включает железнодорожный, автомобильный, воздушный, морской и речной транспорт, а также логистические комплексы [3, с. 51].

Железнодорожный транспорт: Занимает ведущее место в грузоперевозках (около 45% грузооборота). РЖД активно модернизирует инфраструктуру, включая проекты БАМ и Транссиб, что позволило увеличить пропускную способность до 180 млн тонн грузов в год. Однако сохраняется износ части путей (до 20%).

Автомобильный транспорт: На его долю приходится 50% пассажирских перевозок. Плотность дорог с твердым покрытием составляет 74 км на 1000 км<sup>2</sup>, что ниже европейских показателей. Только 53% федеральных трасс соответствуют нормативам.

Воздушный транспорт: После пандемии COVID-19 пассажиропоток восстановился до 95 млн человек в 2023 году. Модернизируются аэропорты (например, в Москве, Сочи, Казани), но сохраняется зависимость от импортных запчастей [2, с. 50].

Морской и речной транспорт: Активно развивается Северный морской путь (СМП), грузопоток по которому достиг 34 млн тонн в 2022 году. Однако портовая инфраструктура Дальнего Востока требует расширения.

Основные документы, определяющие развитие отрасли: национальный проект «Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры» (до 2024 г.): Бюджет — 6,3 трлн руб. Включает строительство и реконструкцию 7,5 тыс. км дорог, 85 аэропортов и 3 тыс. км железных дорог. Транспортная стратегия РФ до 2030 года: Цели — увеличение транзитного потенциала, цифровизация, снижение аварийности на 50%, рост грузооборота СМП до 110 млн тонн. Развитие высокоскоростных магистралей (ВСМ): Проекты Москва–Казань и Москва–Санкт-Петербург призваны сократить время в пути и разгрузить существующие линии [1, с. 5].

Ключевые направления модернизации: Цифровизация: Внедрение интеллектуальных транспортных систем (ИТС), цифровых платформ для логистики (например, «Транспортная платформа РЖД»), использование Big Data и ИИ для управления потоками. Экологизация: Переход на газомоторное топливо (700 заправочных станций к 2024 г.), развитие электробусов (более 1 тыс. единиц в Москве), проекты водородного транспорта. Импортозамещение: Локализация производства вагонов, самолетов (МС-21, Сухой Суперджет), судов ледового класса [2, с. 52].

Вызовы и перспективы: геополитические риски в связи с санкциями, которые осложнили доступ к технологиям и финансированию. Ответом стало переориентирование на сотрудничество с Азией (проект «Один пояс, один путь» с Китаем). Также инфраструктурные дисбалансы, где 70% дорожной сети сосредоточено в европейской части, тогда как Сибирь и Дальний Восток нуждаются в развитии. Эксплуатация транспорта в Арктике требует повышенных инвестиций в ледокольный флот и порты [1, с. 8].

Многие авторы также отмечают значимость опережающего развития транспортной инфраструктуры. Видный теоретик экономики транспорта профессор К. Я. Загорский отмечал, что развитие транспорта дает значимые эффекты «во всех областях жизни человека — в экономической, общественной, культурной и государственной» [4 с. 125]. Причины достигаемых эффектов следующие:

- экономическое сближение районов производства с районами потребления;
- развитие географического разделения труда и концентрации производства;
- создание новых отраслей промышленности и районов производства;
- преобразование организации и путей товарообмена.

К. Я. Загорский указывал, что развитие путей сообщения должно предшествовать развитию других отраслей народного хозяйства: «...И только тогда производство в свою очередь может начать строиться на основе этих новых условий и выступить с теми запросами относительно обращения, для которых и были созданы новые пути и средства транспорта» [4 с. 127].

Таким образом, подводя итоги вышесказанного, можно выявить, что стратегия развития транспортной отрасли России направлена на преодоление инфраструктурных ограничений, интеграцию в международные коридоры и технологическую независимость. Несмотря на прогресс в области цифровизации и реализации мегапроектов, остаются проблемы: зависимость от импорта, неравномерность развития регионов и климатические вызовы. Успех стратегии будет зависеть от эффективности государственно-частного партнерства, внедрения инноваций и укрепления сотрудничества со странами Азии и БРИКС. Сегодня существует весьма тесная связь между уровнем развития транспортной инфраструктуры и экономики страны. Необеспечение опережающего развития транспортной инфраструктуры приводит к

проявлению в сфере транспорта фундаментального экономического закона убывающей отдачи. Его следствия — снижение скорости доставки товаров и производительности подвижного состава, рост себестоимости перевозок и тарифов, ограничение возможностей перевозки товаров и пассажиров, что приводит к сдерживанию экономического роста.

\*\*\*

1. Белый, О. В. О стратегии развития транспортной отрасли до 2030 года // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. — 2023. — № 4. — С. 5-8.
2. Дугаржапова, М.А Современное состояние транспортного комплекса и проблемы его развития в условиях пространственного развития России // Вестник Алтайской академии экономики и права. — 2022. — № 8. — С. 49-57.
3. Зюзин, П. В. Транспортные системы городов России: современное состояние и перспективы развития // Издательский дом Высшей школы экономики Москва. — 2022. — С. 1-80.
4. Лapidус Б. М., Мачерет Д. А. Макроэкономический аспект эволюции железнодорожного транспорта // Вопр. экон. 2023. № 3. С. 124–137.

**Геюшов Ш.З., Кадилова З.Г.**

**Использование жидких продуктов пиролиза, образующихся на установке EP-300,  
в качестве модификаторов при получении композиций  
на основе 3-этилиден-норборденового сополимера**

*Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности  
(Азербайджан, Баку)*

**Аннотация**

Композиции на базе 3-этилиден-норборденового сополимера производится в различных модификациях, что зависит от его вязкости. Высокий спрос на эти композиты вызван многими достоинствами данного сополимера, в том числе его недорогим изготовлением, благодаря доступности недорогого сырья. Одним из важнейших аспектов их производства является использование недорогого сырья, в частности побочных продуктов. На установке EP-300, входящей в состав Производственного объединения «Азерхимия» ГНКАР, был создан высококлассный многоцелевой модификатор на основе тяжёлой пиролизной смолы. Данный вторичный продукт, составляющий 4-6% от основного, выделяется в виде кубового остатка. Он прошёл научную экспертизу и был адаптирован для повышения характеристик композитных материалов на основе 3-этилиден-норборденового сополимера.

**Ключевые слова:** тяжёлая пиролизная смола, обогащение, 3-этилиден-норборденового сополимера, модификатор, композитные материалы, пластификация, вулканизация, установка EP-300.

**Abstract**

Compositions based on 3-ethylidene-norbordene copolymer are produced in various modifications, depending on its viscosity. The high demand for these composites is caused by many advantages of this copolymer, including its inexpensive manufacture due to the availability of inexpensive raw materials. One of the most important aspects of their production is the use of inexpensive raw materials, in particular by-products. A high-class multipurpose modifier based on heavy pyrolysis resin was created at the EP-300 installation, which is part of the SOCAR Azerchemistry Production Association. This secondary product, which makes up 4-6% of the main product, is released as a cubic residue. It has passed scientific examination and has been adapted to enhance the performance of composite materials based on 3-ethylidene-norbordene copolymer.

**Keywords:** heavy pyrolysis resin, enrichment, 3-ethylidene-norbordene copolymer modifier, composite materials, plasticization, vulcanization, EP-300 installation.

Проблема значительных объемов кубовых остатков и побочных продуктов, образующихся при нефтепереработке и нефтехимическом производстве, а также их

рационального использования всегда была актуальной. В связи с этим наблюдается растущий спрос на разработку новых технологий, которые были бы как практически, так и экономически выгодными. В последние годы особое внимание уделяется вопросам, связанным с переработкой тяжелых нефтяных остатков, образующихся в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, и разработке современных, эффективных технологий, отвечающих современным стандартам. Одна из главных причин этого заключается в постепенном снижении добычи нефти, что привело к повышенному интересу к альтернативному сырью. Одним из таких продуктов является тяжелый пиролизный гудрон — жидкий побочный продукт, образующийся в процессе пиролиза.

В данном исследовании рассматриваются сырьевые материалы, которые имеют доступные источники производства, но обладают определёнными недостатками, ограничивающими их промышленное применение. В частности, изучаются этилиденнорборнен и тяжелый пиролизный гудрон — побочный продукт, образующийся на установке EP-300 завода «Этилен-Полиэтилен», входящего в состав Производственного объединения «Азерхимия» Государственной нефтяной компании Республики Азербайджан (SOCAR) в Сумгаите. В настоящее время тяжелый пиролизный гудрон не имеет четко определённой области применения. В ходе исследования этот гудрон был изучен и обогащён с целью использования его в качестве модификатора для улучшения физических и механических свойств композитов на основе сополимеров этилиденнорборнена. Данная модификация улучшает эксплуатационные характеристики таких композитов при совместном использовании с другими видами каучуков и повышает их адгезию к металлам.

Основной целью данного исследования является устранение недостатков, препятствующих промышленному применению композитных материалов на основе 3-этилиден-норборденового сополимера марки Kelton, который производится из экономически выгодного сырья. Для этого кубовый остаток, образующийся на установке EP-300, был подвергнут обогащению и использован в качестве модификатора. Для достижения этой цели сначала был проведен детальный анализ кубового остатка, выявлены и удалены компоненты, мешающие модификации. Затем модифицированный остаток вводился в композитные материалы на основе сополимера Kelton в различных пропорциях с целью определения оптимального соотношения модификатора. В результате проведённых экспериментов было возможно повысить прочность адгезии композитных материалов к металлам, а также улучшить их совместимость с другими видами каучуков, что является двумя ключевыми проблемами, ограничивающими применение композитов на основе сополимера Kelton в промышленности. Если предложенные методы окажутся успешными, это позволит значительно расширить возможности использования композитов на основе этилиден-норбордена в промышленных масштабах.

Исследование и обогащение кубового остатка. Состав кубового остатка, который составляет примерно 4–6% от основного продукта установки EP-300 Производственного объединения «Азерхимия» SOCAR, был проанализирован и изучен. Важно отметить, что состав кубового остатка не является стабильным, так как зависит от исходного сырья, используемого в процессе пиролиза. Основным сырьём является прягонный бензин с низким октановым числом. Состав кубового остатка был исследован методом Маркуссона [1]. Перед анализом из кубового остатка были удалены механические и другие примеси. Затем 50,0-граммовый образец был растворён в 500 мл петролейного эфира с температурой кипения 40–80°C. Полученный раствор выдерживали в темноте в течение 24 часов, после чего фильтровали через фильтрованную бумагу с мелкими порами. Остаток на фильтре высушивали в эксикаторе в течение 24 часов до достижения постоянной массы (1). На этом этапе в эфиросодержащем продукте оставались масла и специфические смолы [4]. Смесь масла и смолы затем экстрагировали в течение 60 минут в аппарате Сокслета с использованием петролейного эфира

до тех пор, пока через сифонную трубку не стала вытекать бесцветная жидкость. В результате смола, выделенная из кубового остатка, адсорбировалась на универсальном силикагеле в верхней части аппарата Сокслета. Далее смола, адсорбированная силикагелем, извлекалась в том же аппарате с использованием 1:4 спирто-бензольного раствора в течение 30 минут. Таким образом, масла переходили в фазу петролейного эфира в аппарате Сокслета (2), в то время как смолы растворялись в спирто-бензольном растворе (3). Затем горячий бензол добавляли к асфальтенам и углеродистым остаткам (карбенам и карбоидам), удерживающимся на фильтровальной бумаге, в результате чего асфальтены растворялись в бензольной фазе (4), а карбены и карбоиды оставались на фильтровальной бумаге (4). Наконец, все три полученных раствора (1, 2, 3) подвергали перегонке. Оставшиеся компоненты, а также карбены и карбоиды, оставшиеся на фильтровальной бумаге (4), были взвешены с точностью до 0,00001 г, после чего был составлен материальный баланс.

Компонентный состав кубического остатка представлен в таблице 1.

Таблица 1

Компонентный состав кубического остатка.

50 г компоненты АРQ:	Количество	
	г	%
Масла	37,876	75,752
Специальные смолы	6,4421	12,8842
Асфальтены	4,5592	9,11184
Карбены-карбоиды	0,0013	0,0026
Общий	48,8786	97,75064
Потеря	1,1214	2,24936

Анализ результатов, представленных в таблице 1, показывает, что высокое содержание специфических смол и, в первую очередь, масел в кубовом остатке, который считается побочным продуктом [3, 8], способствует гомогенизации композитных материалов.

Проведенные исследования показали, что присутствие асфальтенов и смеси карбен-карбоида (4) в кубовом остатке препятствует формированию однородной фазы в композитных материалах на основе Kelton. Высокая вязкость Kelton усложняет его переработку. Поэтому перед использованием кубового остатка в качестве модификатора он подвергается процессу обогащения с применением хорошо известного метода Маркуссона (5) для удаления асфальтенов и карбен-карбоида. Основная цель обогащения кубового остатка заключается в снижении его вязкости и достижении более жидкой консистенции. Добавление обогащенного кубового остатка (5) в композитный материал на основе Kelton в различных пропорциях приводит к значительному снижению вязкости композита, делая его более мягким и упрощая процесс переработки. В результате процесс пластификации может проводиться при относительно более низкой температуре, что позволяет снизить затраты энергии и времени. Процесс подготовки композита осуществляется с использованием вальцевого оборудования. В процессе смешивания за счет сил трения создается температура примерно 40–60°C, что способствует снижению вязкости. Ослабление внутренних связей ускоряет переход состава в однородную фазу, чему также способствует снижение вязкости после обогащения кубового остатка [6, 7]. Во время приготовления композиции необходимые компоненты, такие как раптакс, стеариновая кислота, сера и др., добавляются в систему после предварительного смешивания в течение 2–3 минут. Однако при введении обогащенного кубового остатка в качестве модификатора время смешивания сокращается примерно до 1,9–2,6 минут. Поскольку технический углерод составляет значительную часть смеси, его обычно добавляют в течение 15 минут, но при использовании модификатора эта продолжительность уменьшается до 13–14

минут. Наконец, композитный материал формуют в слои толщиной 2–2,5 мм и отделяют от прокатного стана, подготавливая его к процессу вулканизации [2, 3, 5].

Таблица 2

Сравнение композитов, полученных из тройного этилиден-норборденового сополимера марки Kelton, смешанного с обогащенным кубическим остатком.

№		1	2	3	4	5	6
1	Кельтан 9650Q	100	100	100	100	100	100
2	АПК	-	2,0	4,0	6,0	8,0	10
3	Стеариновая кислота	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
4	Гурьм	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
5	Раттакс	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
6	ZnO	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
7	Технический углерод	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
8	Сера	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	Общий	110	112	114	116	118	120

В таблице 2 представлено добавление различных пропорций кубического остатка к композитам, приготовленным на основе Кельтана.

Подготовленные композитные материалы выдерживаются в течение 4, 6 и 8 часов перед отправкой на производственное предприятие для вулканизации. Процесс вулканизации проводится при температуре 155°C в течение 30 минут под давлением 6–8 атмосфер. Основной целью вулканизации является обеспечение межмолекулярного сшивания, которое превращает композит из пластичного состояния в эластичное.

После вулканизации композитные материалы на основе Kelton анализируются, а полученные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Влияние обогащенного кубового остатка на физико-механические свойства композитов на основе Kelton после вулканизации.

6	Сопротивление разрыву, кН/м	35,3	36,5	37,3	38,4	39,6	38,2
7	Твёрдость по ТМ, с.в.	72	72,0	71,8	71,2	70,8	70,1
8	Эластичность отскока, %	42	43,0	43,1	42,5	42	41,5
9	Коэффициенты термического старения после 100 часов при 393К						
	В терминах Fr В терминах Er	0,83 0,44	0,84 0,46	0,85 0,48	0,85 0,48	0,82 0,49	0,80 0,50
10	Усталостная прочность при многократном растяжении (Един=200%, V=250 циклов/мин, T=296 К) (тыс. циклов).	1,950	2,350	2,620	2,810	2,700	4,25
11	Скорость набухания при 296К в течение 480 часов, % Бензин	88	87,1	88,2	88,8	89,2	90,1

Данные, представленные в таблице 3, показывают, что добавление различных пропорций обогащенного кубового остатка в качестве модификатора значительно улучшает нежелательные свойства композитов на основе Kelton. В результате области промышленного применения 3-этилиден-норборденового сополимера могут быть расширены, что делает его более перспективным для использования в различных отраслях.

**Выводы:**

Кубовый остаток, являющийся побочным продуктом, образующимся на заводе «Этилен-Полиэтилен» Производственного объединения «Азербихимия» SOCAR, был проанализирован, и его состав был определен. Асфальтены и карбен-карбоиды, содержащиеся в кубовом остатке, были обогащены и отделены, что привело к значительному снижению его вязкости.

Для устранения ограничений композитных материалов на основе 3-этилиден-норборденового сополимера, который обладает низкой стоимостью сырьевых компонентов, но имеет ограниченное промышленное применение из-за некоторых нежелательных свойств, был исследован процесс модификации с использованием обогащенного кубового остатка в различных пропорциях.

Результаты исследования показали, что добавление разработанного в данной работе обогащенного кубового остатка в качестве модификатора к композитам на основе 3-этилиден-норборденового сополимера марки Kelton значительно ускоряет процесс гомогенизации. Время смешивания сократилось с 2,5–3 мин до 1,9–2,4 мин.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что ускорение процесса пластификации приводит к снижению энергозатрат, повышая эффективность и экономичность производства.

\*\*\*

1. Геюшов Ш.З. Извлечение фенантрена из отходов нефтехимического производства и синтеза на его основе // Известия Азербайджанской инженерной академии. 2017. т. 9. №1.
2. Амиров Ф.А. Теоретические основы переработки пластичных масс и эластомеров. Баку: ADNA. 2006. 193 с.
3. Геюшов Ш.З., Гасанлы Р.Ш. Исследование свойств и составов бутадиен-стирольного каучука, модифицированного хлорометилованной тяжёлой пиролизной смолой // Международный научный журнал «Современная наука». Москва. № 04(3). 20.04. 2020. с. 380-384.
4. Важенев С.Л. Механика и технологии композитных материалов. Москва: Химия. 2014. 325 с.
5. Мовлаев И.Г., Курбанова Н.И., Гусейнова З.Н. Модификация бутадиен-стирольного эластомера хлорэтиловым эфиром трихлороуксусной кислоты // Химия и нефтехимия. 2005. № 2.
6. Садыгов Ф.М., Магеррамова З.К., Гаджиев Г.Н. и т.д. Комбинирование технологического режима пиролиза и качественного состава тяжёлой смолы // Азербайджанский химический журнал. № 4. 2016.
7. Хикмет Дж. Ибрагимов, Гюльнар Ф. Гасимова, Земфира М. Ибрагимова и т.д. Изучение dealкилирования алкилнафталина в тяжёлой пиролизной смоле до нафталина // Процесс нефтехимии и нефтепереработки. 2017. т.18. № 3. с. 306-315.
8. Мамедова Р., Аскарли А. Химическая модификация сополимера малеевого ангидрида-стирола и исследование с использованием спектроскопических методов // Германский международный журнал современной науки / Deutsche Internationale Zeitschrift für Zeitgenössische Wissenschaft. 2024. №80. с.16, doi: 10.5281/zenodo.11211848.

**Николаенко Е.Д.**

**Автоматизация диагностики железнодорожного полотна:  
концепт робототехнического комплекса с изменяющейся конфигурацией**

*Южно-Российский Государственный Политехнический Университет (НПИ)  
имени М.И. Платова  
(Россия, Новочеркасск)*

**Аннотация**

Предлагается инновационное решение, заключающееся в разработке мобильных платформ с мехатронными комплексами, которые смогут обеспечивать диагностику рельсов и в то же время освободить маршрут для проезда поездов. В статье приведены технические требования к этой платформе и принципы механизмов обеспечивающие изменения конфигурации. Приводятся особенности, которые необходимо преодолеть в ходе написания диссертации.

**Ключевые слова:** мехатроника, робототехника, автоматизация, диагностика, железнодорожное полотно, мониторинг.

**Abstract**

An innovative solution is proposed, involving the development of mobile platforms with mechatronic complexes that can provide rail diagnostics while simultaneously clearing the route for train passage. The article outlines the technical requirements for this platform and the principles of mechanisms that ensure configuration changes. It also discusses the challenges that must be overcome during the dissertation writing process.

**Keywords:** mechatronics, robotics, automation, diagnostics, railway track, monitoring.

Современные железнодорожные сети занимают ключевую, а иногда и решающую позицию в транспортной инфраструктуре, обеспечивая высокую скорость и надежность как для пассажиров, так и для грузов. Они также представляют собой важное средство доступа к удалённым районам, где создание аэропортов или вертолетных площадок нецелесообразно. Тем не менее, с увеличением нагрузки на транспортные системы и устареванием инфраструктуры возрастает необходимость в поддержании и контроле состояния железнодорожных путей. Это требует внедрения инновационных подходов к диагностике, которые позволят оперативно выявлять неисправности и предотвращать аварийные ситуации, что, в свою очередь, обеспечит безопасность и эффективность транспортных перевозок.

Одним из основных направлений, которые в настоящее время активно развиваются, является автоматизация диагностики. Для этого применяются механизированные устройства, управляемые операторами, что позволяет значительно повысить качество диагностики благодаря современным инструментам. Также разрабатываются автоматические платформы, которые не требуют присутствия оператора.

Однако такие решения имеют свои недостатки: автоматизированные платформы и бригады обходчиков путей замедляют движение поездов на участках, где проводятся проверки, и иногда полностью блокируют путь, что делает невозможным проезд поездов, оборудованных современными системами безопасности. Если рабочие могут покинуть пути и убрать оборудование, то специализированные мобильные платформы не обладают такой гибкостью. Их можно рассматривать как подвижные единицы, аналогичные поезду или маневровому локомотиву, которые, благодаря контакту колес с рельсами, вызывают срабатывание системы автоматической блокировки (САБ). Эта система сигнализирует о занятости пути не только на ближайших семафорах, но и на тех, что находятся дальше, а если поезд игнорирует предупреждения, система управления автоматически его останавливает.

Поскольку замедление движения или блокировка направления приводят к экономическим потерям, а необходимость проверки рельсов на наличие дефектов является критически важной для надежного функционирования этой "кровеносной" системы, необходимо предусмотреть для мобильных платформ функцию освобождения пути во время диагностики.

Предлагаемое решение заключается в оснащении мобильных платформ мехатронными комплексами, позволяющими пережидать проходящие поезда внутри колеи.

Для этого следует установить технические требования к размерам. На рисунке 1 представлены габариты, в которые должны вписываться мобильные платформы для размещения внутри колеи.

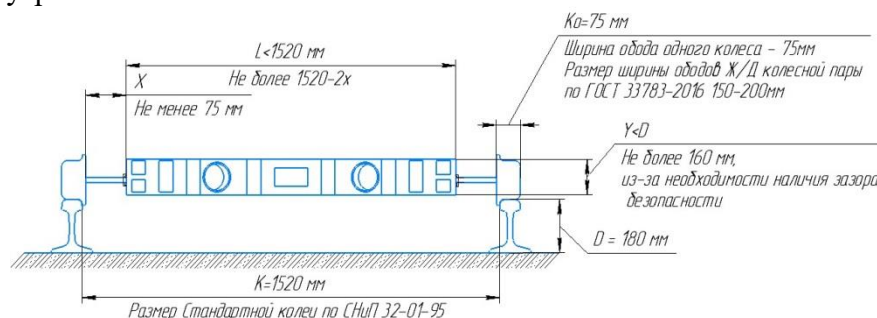


Рисунок 1. Размеры влияющие на габариты изделия.

Таким образом, можно обозначить следующие технические требования:

Высота платформы не должна превышать 0.16 метра.

Ширина платформы должна быть меньше стандартной ширины колеи, чтобы обеспечить необходимый зазор для втянутых колес. Для узкой колеи требование аналогично и соответствует установленным размерам.

Конструкция платформы не должна иметь выступающих частей, которые могут повредить поезд.

Соблюдение данных требований позволит безопасно пережидать проходящие составы внутри колеи. Один из вариантов механизма складывания представлен на рисунке 2.

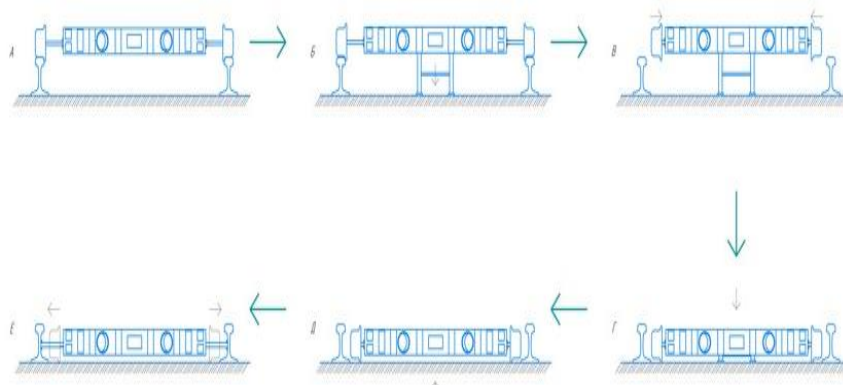


Рисунок 2. Схема складывания мобильной платформы.

На представленной схеме в позиции А демонстрируется положение полностью остановленной мобильной платформы, которое служит начальной позицией для процесса складывания. В позиции Б показано выдвижение механизма, отвечающего за подъем и опускание корпуса диагностической платформы. Следующий этап, обозначенный буквой В, включает втягивание колес внутрь корпуса, что позволяет размещать мобильную платформу в пределах колеи. На этапе Г осуществляется опускание корпуса. Затем, после втягивания подъемного механизма обратно в корпус (этап Д), происходит завершающий этап (Е) — выдвижение упоров, предназначенных для закрепления платформы внутри колеи.

Этот завершающий этап является важным для предотвращения смещения платформы, вызванного вибрациями и воздушными потоками, возникающими при движении поезда. Данная конструкция способствует упрощению проекта, поскольку позволяет вместо индивидуальных кареток для каждого колеса использовать одну каретку на сторону с колесами, что, в свою очередь, уменьшает сложность и стоимость разработки.

Для реализации данного концепта необходимо изменить принцип движения мобильного робота. Вместо одного мотора и вала колесной пары следует сделать колеса независимыми, но соосными. Одна пара колес будет моторизированной, что обеспечит движение платформы по рельсам.

Кроме того, необходимо интегрировать три дополнительные системы в конструкцию стандартной автоматизированной диагностической платформы: систему подъема, систему втягивания колес и систему упоров, фиксирующих положение корпуса без значительных изменений, сохраняя строгое параллельное положение относительно рельсов.

Тем не менее, у данного концепта имеются существенные аспекты, требующие решения. В дальнейшем будут опубликованы результаты по следующим задачам:

Миниатюризация и компактизация. Проектируемое устройство должно соответствовать определенным габаритам, что накладывает ограничения на размеры используемых моторов и приводов.

Скорость. Движение мобильной платформы ограничено скоростью диагностики.

Навигация. Система должна быть автономной и способна определять своё местоположение, чтобы эффективно реагировать на необходимость вернуться, повернуть на другую ветку или начать диагностику на заданном участке.

Автономность. Нужно оптимально выбрать диапазоны работы и расстояния, которые может пройти мехатронный комплекс на одном заряде аккумуляторов.

Безопасность. Учитывая возможность появления людей, домашних животных и диких зверей вблизи путей, необходимо предусмотреть меры для безопасной остановки и подачи сигналов.

Быстродействие. Важно обеспечить быструю работу систем складывания и развертывания.

Хранение, обработка и передача информации. Необходимо определить метод обработки данных и передачи их на пост оператора для принятия решений.

Алгоритм поиска места остановки. Учитывая конструктивные особенности, некоторые места, такие как повороты, железнодорожные переезды и мосты, могут быть неподходящими из-за искривления рельсов.

Взаимодействие с САБ. Необходимо предусмотреть возможность получения сигналов от системы автоматической блокировки для оповещения о приближающемся поезде.

Инфраструктура. Учитывая меньший размер платформы и возросшее количество потребителей энергии, по сравнению с традиционными автоматизированными платформами диагностики, необходимо обеспечить возможность смены аккумуляторов на станциях, что требует наличия соответствующей инфраструктуры, такой как боковые тупиковые ветки и зарядные станции, станции технического обслуживания и хранения устройства в неэксплуатируемое время.

Разрабатываемый концепт мобильной платформы для мониторинга состояния железнодорожных путей обладает значительными перспективами. Его внедрение не только улучшит качество диагностики и повысит безопасность транспортных перевозок, но и существенно увеличит эффективность работы железнодорожных систем, минимизируя временные задержки, связанные с традиционными методами проверки путей. Обеспечение быстрого реагирования и минимизация влияния на скорость трафика становятся важными задачами для снижения экономических затрат.

\*\*\*

1. РАСПОРЯЖЕНИЕ от 12 декабря 2021 г. № 2888/р «Об утверждении правил назначения ремонтов железнодорожного пути». Москва, 2021.
2. РАСПОРЯЖЕНИЕ от 12 декабря 2021 г. № 2888/р «Об утверждении правил назначения ремонтов железнодорожного пути». Москва, 2021.
3. Приказ Министерства транспорта РФ от 23.06.2022 № 250. Москва, 2022.
4. Распоряжение ОАО "РЖД" от 27.04.2016 N 777р «Об утверждении концепции развития систем диагностики и мониторинга объектов путевого хозяйства на период до 2025 года». Москва, 2016.
5. Кочетков, А. Н. Робот-дефектоскоп: диагностика и тележка // NAUKA-RASTUDENT.RU. 2016. С. 35. УДК: 621.865.8.
6. СИСТЕМА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ В ОАО «РЖД»: <https://opzt.ru/news/sistema-diagnostirovanija-v-oao-rzhd/>
7. Осмотр и оценка технического состояния железнодорожного пути: [https://www.tdesant.ru/content/osmotr\\_puti](https://www.tdesant.ru/content/osmotr_puti)
8. ГОСТ Р 56332-2015 - «Автоматизация и метрология. Средства измерений для мониторинга состояния объектов железнодорожного транспорта».
9. ГОСТ Р 53368-2009 - «Техника безопасности в железнодорожном транспорте. Общие требования к безопасности систем диагностики и контроля состояния подвижного состава».
10. ГОСТ 27916-88 - «Системы автоматизированного управления движением поездов. Общие технические требования».

**Рахматов Р.И.**

**Теоретические исследования источников шума и звуковой вибрации,  
и путей их распространения**

*Московский политех  
(Россия, Москва)*

**Аннотация**

В статье представлены физические модели источников и путей распространения шума и звуковой вибрации автотранспортных средств, обобщенное решение задач о путях распространения и граничные условия, математические модели путей распространения шума и звуковой вибрации, анализированы источники шума и звуковой вибрации, а также разработаны математические модели их воздействия на водителя и пассажиров. В математических моделях учтены, в частности, конструктивные особенности современных автотранспортных средств, неравномерность звукового поля и образования сложных акустических полей в моторном отсеке и в салоне автотранспортного средства. Учтены акустические характеристики ограждения моторного отсека и ограждения салона автотранспортного средства, в частности, щитка моторного отсека, панелей пола и панелей багажного отделения. Также учтено влияние подстилающей поверхности, в частности, влияния подстилающей поверхности асфальтового полотна. Представленные физические модели позволили разработать математические модели источников шума и звуковой вибрации, воздействующие на водителя и пассажиров автотранспортных средств в процессе эксплуатации, а также позволили разработать математические модели путей распространения шума и звуковой вибрации. Физические модели автотранспортных средств представлены в виде сложных линейных динамических систем с постоянными параметрами, состоящих из отдельных динамических подсистем таких как источники шума и звуковой вибрации, и путей распространения шума и звуковой вибрации.

**Ключевые слова:** физические модели, математические модели, шум, звуковая вибрация, сложные акустические поля, пути распространения шума, пути распространения звуковой вибрации, линейная система, подстилающая поверхность.

**Abstract**

The paper presents physical models of sources and propagation paths of noise and sound vibration of motor vehicles, generalised solution of problems on propagation paths and boundary conditions, mathematical models of noise and sound vibration propagation paths, analyses sources of noise and sound vibration, and develops mathematical models of their impact on the driver and passengers. The mathematical models take into account, in particular, the design features of modern motor vehicles, the non-uniformity of the sound field and the formation of complex acoustic fields in the engine compartment and in the interior of the vehicle. The acoustic characteristics of the engine compartment enclosure and vehicle interior enclosure, in particular the engine compartment panel, floor panels and luggage compartment panels, are taken into account. The influence of the underlying surface is also taken into account, in particular the influence of the underlying asphalt surface. The presented physical models allowed to develop mathematical models of noise sources and sound vibration, affecting the driver and passengers of motor vehicles during operation, and also allowed to develop mathematical models of noise and sound vibration propagation paths. Physical models of motor vehicles are represented as complex linear dynamic systems with constant parameters, consisting of separate dynamic subsystems such as noise and sound vibration sources and noise and sound vibration propagation paths.

**Keywords:** physical models, mathematical models, noise, sound vibration, complex acoustic fields, noise propagation paths, sound vibration propagation paths, linear system, underlying surface.

**Введение**

В АТС имеют место разнообразные колебательные процессы, специфика которых обусловлена отличительными конструктивными и эксплуатационными особенностями данного

типа транспортно-технологических машин и оборудования: близкое расположение источников колебаний к контрольным точкам, большой внутренний воздушный акустический объем (частоты собственных колебаний внутреннего воздушного акустического объема менее 50 Гц), наличие до трех контуров уплотнителей дверей, большое количество виброакустических (звукопоглощающие, звукоизолирующие и вибродемпфирующие) пакетов, большая мощность силового агрегата более 600 л.с., наличие заднего подрамника с редуктором (дополнительный источник шума и вибраций расположенный в задней части АТС), формирование сложных акустических полей внутри салона АТС и др. Более того, с позиции виброакустики, АТС представляет собой сложную динамическую систему, состоящую из отдельных динамических подсистем: источников воздушного и звуковой вибрации, путей распространения воздушного и звуковой вибрации, и образования сложных акустических полей в салоне АТС.

Теоретические исследования формирования шума в салоне АТС требуют глубокого понимания физических процессов образования сложных акустических полей в салоне АТС при воздействии воздушного и звуковой вибрации передающихся по путям распространения от источников.

#### Физические модели исследуемых процессов

Рассмотрим последовательно характер акустических процессов и начнем с решения вопроса о входе в динамическую систему, т.е. об акустической мощности ( $W_{ист.}$ ) источника (источников) шума. Как было отмечено выше, режим эксплуатации АТС в основном представляет из себя стационарный режим поэтому шум, излучаемый источниками, может быть в первом приближении принят как детерминированный и описан функцией частоты  $W = F(f)$ . Другие режимы эксплуатации, имеют стохастический характер, соответственно излучаемая акустическая мощность является функцией времени ( $t$ ) и частоты ( $f$ )  $W = F(f, t)$ . Детерминированность изучения шума источниками является определенной аппроксимацией стохастического процесса, вполне допустимой при расчетах. Также в АТС в большинстве случаев каналы распространения звука линейные, т.е. каналы, обладают постоянными во времени параметрами. Тогда рассматриваемую систему можно представить как линейную систему с постоянными параметрами и несколькими входами (по числу источников), на выходе системы наблюдается одна выходная величина - интенсивность звука в расчетной точке. Иллюстрация вышеизложенного приведена на рисунке 1.

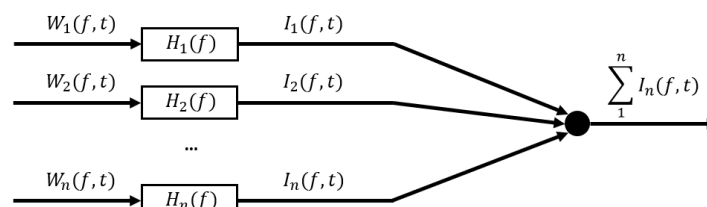


Рисунок 1. Линейная система с n- входами.

Значение  $W = F(f)$  т.е. входа в систему, можно определить как расчетным, так и экспериментальными способами, в зависимости от режима работы АТС. Таким образом, здесь и далее везде до особых разъяснений под акустической мощностью источника, т.е. под входом в систему, будем понимать детерминированный процесс.

Большинство реальных источников колебательной энергии АТС – колебательные системы сложной формы. Аналитический расчет звуковых полей данных источников затруднен. В связи с чем в качестве излучателя в данной работе будет рассматриваться только пространственный излучатель, при этом для упрощения расчета, принято условие, что звук попадает в контрольную точку от трех плоских излучателей (рисунок 2а), которые являются сторонами пространственного источника (рисунок 2б).

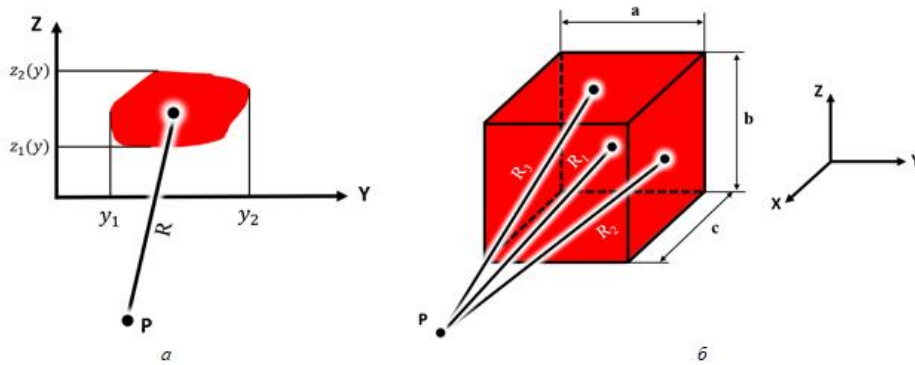


Рисунок 2. Источники звука: а-плоский источник и б-пространственный источник

Звуковое поле плоского излучателя можно разделить на 4 области:

Непосредственно примыкающую к поверхности излучателя - ближнее акустическое поле;

Зона Френелевой дифракции;

Переходная зона (между Френелевой и Фрунгоферовой дифракции);

Зона Фрунгоферовой дифракции.

Необходимо избегать расположения измерительной и/или расчетной точки в зоне ближнего акустического поля, непосредственно примыкающей к излучателю, так как эта зона характеризуется ярко выраженными неравномерностями, фазовая поверхность имеет множество пиков и впадин, соответственно флуктуации давления в этой зоне могут достигать значительных величин. Сглаживание чередований флуктуаций звукового давления  $p_g(\omega)$  происходит, когда размер излучателя  $L_n$  перекрывается зоной Френеля, начиная с расстояния  $R_{ближ.} = \frac{L_n^2}{8\lambda}$ , где  $\lambda$ -длина излучаемой звуковой волны. В зоне Френелевой дифракции формирование акустического поля еще не закончено, в связи с наличием заметной разности фаз сигналов, которые приходят в точку наблюдения от различных излучателей акустического источника. Соответственно акустическая волна в этой зоне квазиплоская, а акустическое поле – квазистационарное. Протяжённость данного поля до  $R_{Френ.} = \frac{L_n^2}{\lambda}$ . При  $R \geq L$  фазовый сдвиг очень мал ( $\varphi \leq 9^\circ$ ), а звуковое давление пропорционально скорости части среды. Переходная зона между Френелевой и Фрунгоферовой дифракций имеет протяженность до  $R_{пер.} = \frac{2L_n^2}{\lambda}$ . Данная зона характеризуется монотонной функцией, зависимости амплитуды квазиплоской волны от расстояния, отличной от закона сферической волны.

Важной задачей для практического применения является исследование распространения звука от источника до контрольной точки, поэтому рассмотрим, как определяется интенсивность звука в контрольной точке от трех плоских излучателей, которые являются сторонами пространственного источника. Более того, воспользуемся расчетной моделью предложенной Маекавой З в работе [1], где поверхность излучателя равномерно распределены точечными источниками, которые излучают колебательную энергию в полусферу со случайной фазой таким образом, что волновая природа движения может не учитываться. Исходя из этого, плотность звуковой энергии (E) и интенсивность звука (I) плоского источника в контрольной точке, расположенной на расстоянии R определяется из выражения 1 и 2 соответственно:

$$E = \frac{W_0}{4\pi c} \int_{y_1}^{y_2} \int_{z_1}^{z_2} \frac{dy dz}{(R^2+y^2+z^2)}, \text{ Дж/м}^3 \quad (1)$$

где  $W_0$  - звуковая мощность на единицу площади источника, Вт/м<sup>2</sup>;

c - скорость звука, м/с;

y, z - координаты элементарного излучателя.

$$I = \frac{W}{4\pi S} \int_{y_1}^{y_2} \int_{z_1(y)}^{z_2(y)} \frac{dy dz}{(R^2+y^2+z^2)}, \text{ Вт} \quad (2)$$

где W - звуковая мощность источника, Вт;

$S$  - площадь излучателя скорость звука,  $m^2$ .

Интенсивность звука в контрольной точке, излучаемого пространственным источником, определяется из следующего выражения:

$$I = \frac{W}{4\pi} \left[ \frac{1}{ab} \int_0^{a/2} \int_0^{b/2} \frac{dy dz \cos^n \varphi_1}{(R_1^2 + y^2 + z^2)} + \frac{1}{cb} \int_0^{c/2} \int_0^{b/2} \frac{dx dz \cos^n \varphi_2}{(R_2^2 + x^2 + z^2)} + \frac{1}{ac} \int_0^{a/2} \int_0^{c/2} \frac{dx dy \cos^n \varphi_3}{(R_3^2 + x^2 + y^2)} \right] \quad (3)$$

где  $a$ ,  $b$  и  $c$  - длины сторон пространственного излучателя,  $m$ ;

$R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$  - расстояния от излучающих поверхностей до контрольной точки,  $m$ ;

$\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  и  $\varphi_3$  - углы между нормалью излучающих поверхностей и направлением на контрольную точку от излучающих поверхностей соответственно.

Для понимания поведения звукового поля в реальных эксплуатационных условиях АТС, последовательно рассмотрим физические модели основных процессов образования звукового поля в моторном отсеке, под полом, под багажным отделением и в салоне. Для моторного отсека разработаны множество моделей, в частности предложено нормальное падение звука на панели моторного отсека [2], плоская волновая модель моторного отсека [3], модель диффузного звукового поля моторного отсека [4], модель звукового поля, состоящего из трех частотных диапазонов: низкочастотная – диапазон частот ниже частот собственных колебаний панелей и воздушного акустического объема моторного отсека, среднечастотная - диапазон частот соответствующий частотам собственных колебаний панелей и воздушного акустического объема моторного отсека, высокочастотная – диапазон частот отраженных звуковых волн. Валидация основных физических моделей выполнена в работе [5], где по результатам валидационных мероприятий погрешность составила от 5 до 35 дБ, что не является точной.

Согласно определению М.Р. Шрёдера, звуковое поле, в случае спадов отраженной энергии, имеет квазидиффузный характер, обусловленный наличием в каждой точке объема результирующего потока энергии при сохранении формального признака диффузности по изотропности угловой направленности элементарных потоков, поэтому звуковое поле в моторном отсеке не может быть названо строго диффузным. Более того, в силу конструктивных особенностей расположения источников и панелей моторного отсека с звукопоглощающими пакетами для построения расчетных моделей применяется энергетический метод статистической теории акустики, и весь частотный диапазон разделяется на три частотных диапазонов:

- диапазон частот  $f < f_a^{M.O.}$ . Звук в моторном отсеке полностью определяется вынужденными колебаниями и вводится поправка - средний коэффициент звукопоглощения в моторном отсеке ( $\delta^{M.O.}$ ). Где  $f_a^{M.O.}$  - первая частота собственных колебаний внутреннего воздушного акустического объема моторного отсека;

- диапазон частот  $f_a^{M.O.} \leq f \leq f_{Диф.}^{M.O.}$ . В моторном отсеке - отраженная звуковая энергия.

Где  $f_{Диф.}^{M.O.}$  – граничная частота квазидиффузного поля.

- диапазон частот  $f > f_{Диф.}^{M.O.}$ . Звуковое поле в моторном отсеке квазидиффузное.

Звуковое поле в моторном отсеке можно описать формулой [6].

$$L = L_{Ист.}^{M.O.} + 10 \log \left( \frac{\chi \Phi}{\Omega r_{Ист.М.О.}^2} + \frac{4\gamma^{M.O.}}{V_{Пан.М.О.}} \right), \text{ дБ} \quad (4)$$

где  $L_{Ист.}^{M.O.}$  - акустическая мощность источника, расположенного в моторном отсеке;

$\chi$  - экспериментальная поправка на ближнее звуковое поле источника звука, расположенного в моторном отсеке;

$\Phi$  – коэффициент направленности;

$\Omega$  – пространственный угол, град.;

$r_{Ист.М.О.}$  - расстояние от источника звука до панели кузова моторного отсека,  $m$ ;

$\gamma^{M.O.}$  - экспериментальная поправка, учитывающая неравномерность звукового поля в моторном отсеке;

$V_{Пан.М.О.}$  - постоянная панели кузова моторного отсека,  $m^2$ .

Исходя из данных, приведенных в работе [7] запишем:

- при  $f > f_{\text{Диф.}}^{\text{М.О.}}$  постоянная панели кузова моторного отсека определяется из выражения

2.5.

$$V_{\text{Пан.М.О.}} = A^{\text{М.О.}} = \delta_{\text{Пан.}}^{\text{М.О.}} \cdot S_{\text{Пан.}}^{\text{М.О.}} \quad (5)$$

- при  $f \leq f_{\text{Диф.}}^{\text{М.О.}}$  постоянная панели кузова моторного отсека определяется из выражения

2.6.

$$V_{\text{Пан.М.О.}} = \frac{\delta_{\text{Пан.}}^{\text{М.О.}} \cdot S_{\text{Пан.}}^{\text{М.О.}}}{1 - \delta_{\text{Пан.}}^{\text{М.О.}}} \quad (6)$$

где  $S_{\text{Пан.}}^{\text{М.О.}}$  – площадь панели кузова, расположенного в моторном отсеке,  $\text{м}^2$ ;

$A^{\text{М.О.}}$  – эквивалентная площадь звукопоглощения панели кузова в моторном отсеке.

Валидационные исследования, проведенные в работе [8] показываются, что при  $\delta_{\text{Пан.}}^{\text{М.О.}} = 1$  погрешность составляет до  $\pm 3$  дБ, а по результатам исследования проведенные в работах [9] можно заключить, что применение статистической теории акустики допустимо при значении  $\delta_{\text{Пан.}}^{\text{М.О.}} \leq 0,76$ . Исходя из этого, для АТС с применением статистической теории акустики допустимо значение  $\delta_{\text{Пан.}}^{\text{М.О.}} = 0,8$ .

Также по результатам теоретических и экспериментальных исследований звуковых полей, приведенных в работе [10], можно заключить, что при применении статистической теории акустики величина среднеквадратичного отклонения уровней звукового давления не превышает 1,5-3 дБ в диапазоне частот  $f \leq f_{\text{Диф.}}^{\text{М.О.}}$ . Кроме того, на основе исследования [11], можно заключить, что нижним пределом диапазона частот для расчетов будет октавная частота, содержащая более двух частот собственных колебаний моторного отсека. Соответственно число колебаний воздушного акустического объема согласно работе [12] определяется из следующего выражения:

$$n = \frac{4 \cdot \pi \cdot V \cdot f^3}{3 \cdot c^2} \quad (7)$$

где  $V$  - внутренний воздушный акустический объем,  $\text{м}^3$ ;

$f$  - частота, Гц;

$c$  - скорость звука,  $\text{м/с}$ ;

Если количество частот собственных колебаний воздушного акустического объема более 10, то звуковое поле считается диффузным [13]. Введя соответствующие значения, в частности  $n = 10$  в формулу 7, получим нижеследующее выражение:

$$f_{\text{Диф.}}^{\text{М.О.}} = \frac{65,5}{\sqrt[3]{V_{\text{В.О.}}}} \quad (8)$$

где  $V_{\text{В.О.}}$  - внутренний воздушный акустический объем с вычетом объема источника,  $\text{м}^3$ , который определяется из выражения  $V_{\text{В.О.}} = V - V_{\text{Ист.}}^{\text{М.О.}}$  ( $V_{\text{Ист.}}^{\text{М.О.}}$  - объем занимаемый источником звука, расположенный в моторном отсеке,  $\text{м}^3$ ).

Подставив значение  $n = 2$  – наименьшей частоты, получим выражение 2.9:

$$f_{\text{Min.}}^{\text{М.О.}} = \frac{38,2}{\sqrt[3]{V_{\text{В.О.}}}} \quad (9)$$

С практической точки зрения представляет также интерес процесс образования звукового поля в салоне. В силу конструктивных особенности АТС звуковые волны в внутреннем воздушном акустическом объеме, отражаясь от жестких границ (панелей кузова граничащие с внутренним воздушным акустическим объемом), генерируют сложные звуковые поля, характер которых зависит от форм и размеров внутреннего воздушного акустического объема (как основного, так и багажного отделения), характеристик звукопоглощающих пакетов и др.

Внутренний воздушный акустический объем АТС представляет собой замкнутую сложную колебательную систему, состоящую из основного объема, объема багажного

отделения и акустического объема задней полки, соединяющий эти объемы. Следует отметить, что формы колебания воздушного акустического объема АТС в основном состоят из:

- продольных акустических форм;
- поперечные акустических форм;
- комбинированных акустических форм.

Внутренний воздушный акустический объем АТС трудно подвергнуть теоретическим расчетам, поэтому его обычно представляют упрощенно в виде прямоугольной коробки, как показано на рисунке 2.3 и согласно выражениям 10 и 11 можно рассчитать частоты и формы собственных колебаний соответственно.

$$f_{i,j,k} = \frac{c}{2} \sqrt{\left(\frac{i}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{j}{L_y}\right)^2 + \left(\frac{k}{L_z}\right)^2} \quad (10)$$

$$\Phi_{\text{ВВАО}} = \cos \frac{i\pi x}{L_x} \cos \frac{j\pi y}{L_y} \cos \frac{k\pi z}{L_z} \quad (11)$$

где  $c$  – скорость звука, м/сек;

$L_x$ ,  $L_y$  и  $L_z$  – длина, ширина и высота упрощенного воздушного объема, по направлениям  $x$ ,  $y$  и  $z$ , соответственно, м;

$i$ ,  $j$  и  $k$  – номера форм колебаний по направлениям  $x$ ,  $y$  и  $z$  соответственно.

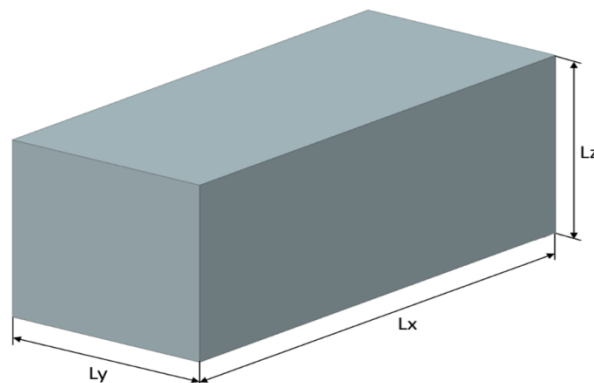


Рисунок 3. Упрощенное представление внутреннего воздушного акустического объема

Валидационные мероприятия, проведенные в работе [14], на АТС показывают, что первая форма колебаний (колебания багажного отделения ниже 20 Гц) не учитывается вышеприведенными формулами, а разница частот составляет в некоторых случаях более 8 Гц. В связи с чем такой порядок несоответствия частот собственных колебаний внутреннего воздушного акустического объема несущественно сказывается на точность акустических расчетов, при расчете общего уровня шума.

Особенностью спектра шума, измеренного в салоне АТС, является наличие ярко выраженной низкочастотной составляющей [15], в частности, на частоте, равной частоте вращения источника вибрации (карданного вала). Данный пик объясняется совпадением частот собственных колебаний внутреннего воздушного акустического объема и частот колебаний задней части крыши, соответственно задняя часть крыши и заднее стекло действуют как колеблющийся поршень.

Физическая модель звукового поля салона АТС в целом похожа на модель звукового поля моторного отсека, в связи с чем границы расчетов ( $f_{\text{Диф.}}^{\text{В.О.}}$ ,  $f_{\text{Min.}}^{\text{В.О.}}$ ) для салона определяется аналогична выражениям 8 и 9.

Рассмотрим процесс образования звукового поля под полом и под багажным отделением. В отличие первых двух звуковых полей, рассматриваемые звуковые поля имеют полуоткрытые границы, поэтому звуковые волны свободно распространяются, при этом распространение звуковых волн происходит над подстилающей поверхностью. В связи с чем

рассмотрим влияние подстилающей поверхности при излучении звука источниками, расположенными под полом салона и под полом багажного отделения.

Полное поле, измеренное в точке S, является суперпозицией волн, пришедших по прямому отрезку PS и падающе-отраженному отрезку PQ-QS от поверхности, что эквивалентно наличию мнимого источника P<sub>1</sub>. Иллюстрация распространения звуковой волны от точечного источника над поверхностью, приведена на рисунке 4.

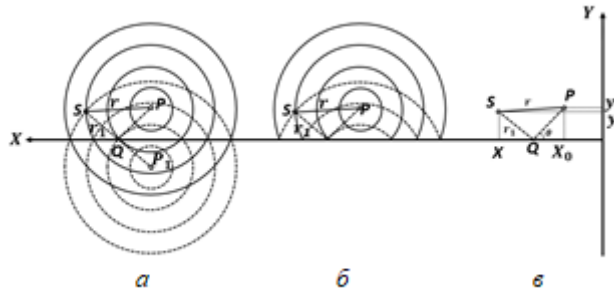


Рисунок 4. Монопольное излучение над поверхностью: а – фронт волны от источника и его мнимая часть в свободном поле, б – действительный фронт волны, в – лучевая модель (упрощенная)

В связи с вышеизложенным, полное поле, создаваемое точечным источником (монопольное излучение), в соответствии теорией отражения примет следующий вид:

$$p(S) = A \frac{e^{-ikr}}{r} + A \cdot K \frac{e^{-ikr_1}}{r_1} \tag{12}$$

где  $r = \sqrt{(y_0 - y)^2 + x^2}$  и  $r_1 = \sqrt{(y_0 + y)^2 + x^2}$

$K = \frac{-1+Z\cos\theta}{1+Z\cos\theta}$  – коэффициент отражения;

$\cos\theta = \frac{y_0+y}{\sqrt{(y_0+y)^2+x^2}}$ ,  $\theta$  – угол падения/отражения;

Z – импеданс отражающей поверхности;

Как видно из формулы 12, слагаемое отраженного поля домножается на коэффициент отражения, который в свою очередь зависит от импеданса отражающей поверхности и угла падения. В связи с чем рассмотрим два предельных случая импеданса отражающей поверхности:

Когда импеданс отражающей поверхности стремится к бесконечности (абсолютно жесткая граница), то при любых углах падения слагаемое  $Z\cos\theta$  числителя и знаменателя будет намного больше первых слагаемых числителя и знаменателя формулы определения коэффициента отражения, следовательно сам коэффициент отражения  $K = 1$ .

Когда импеданс отражающей поверхности равен нулю (абсолютно мягкая граница), то при любых углах падения коэффициент отражения  $K = -1$ .

В других случаях,  $0 < Z < \infty$ , коэффициент отражения будет зависеть от угла.

Акустические характеристики панели кузовов без акустических пакетов можно принимать как жесткую границу, а на основе классической теории определения акустических свойств отражающих поверхностей однородного материала с порами разработаны множество моделей, описывающих импеданс подстилающей поверхности и панелей кузова имеющие акустические пакеты, приведенных в работе [16]. Однако, широкое применение получили результаты экспериментальных исследований [17] вырезанных образцов (в частности асфальта и бетона для подстилающей поверхности) в импедансной трубе. Данный подход применяется также для панелей кузова с акустическими пакетами. Разработанная модель, описывается нижеследующей формулой:

$$Z = \frac{\sqrt{[\rho_g(\omega) \cdot K_g(\omega)]}}{\Omega} \tag{13}$$

где  $\rho_g(\omega)$  – эффективная плотность;

$K_g(\omega)$  – эффективная упругость;

$\Omega = 0,15$  – пористость асфальта.

Эффективная плотность в свою очередь выражается формулой 14.

$$\rho_g(\omega) = \rho_0 q^2 \left(1 + \frac{if_\Omega}{f}\right) \quad (14)$$

где  $\rho_0 = 1,204 \text{ кг/м}^3$  – плотность воздуха

$q^2 = 3,3$  – параметр формы (извилистость асфальта)

$f_\Omega = \frac{\Omega \cdot R_s}{2 \cdot \pi \cdot \rho_0 \cdot c_0 \cdot q^2}$ , где  $R_s = 2000 \text{ Н} \cdot \text{с/м}^3$  – коэффициент сопротивления продуванию

асфальта

$c_0 = 343,1 \text{ м/с}$  – скорость звука в воздухе

А эффективная упругость выражается формулой 15.

$$K_g(\omega) = \frac{\gamma P_0}{1 + (\gamma - 1) / \left(1 - \frac{if_\gamma}{f}\right)} \quad (15)$$

где  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$  – атмосферное давление

$\gamma = 1,4$  – отношение теплоемкости для воздуха

$f_\gamma = \frac{R_s}{2 \cdot \pi \cdot \rho_0 \cdot N_r}$ , где  $N_r = 0,85$  – число Прандтля, отношение коэффициента

кинематической вязкости к коэффициенту температуропроводности асфальта.

Таким образом, для учета влияния импеданса подстилающей поверхности (в частности, асфальтового покрытия) необходимо использовать коэффициент отражения  $K$  с характеристиками, приведенными выше.

Рассмотрим излучение звуковой энергии из замкнутого объема (моторного отсека) и от объема с полуоткрытыми границами. Если контрольная точка расположена достаточно далеко от моторного отсека, пола салона и багажного отделения, для расчета интенсивности звука достаточно знать значение приведенной потери передач панелей данных зон. При близком расположении контрольной точки картина становится сложнее, так как звук может проходить через панели кузова (в предельном случае с разными виброакустическими свойствами), через отверстия, щели и проемы. Соответственно звуковое поле в контрольной точке определяется суммарным вкладом излучателей, при этом в контрольную точку попадает только часть энергии излучателя из-за расположения на различных панелях кузова.

В работах [18-20] доказываются:

Если контрольная точка расположена на оси излучателя (щель, отверстие, проем), то вся звуковая энергия передается в эту точку;

Если контрольная точка расположена под углом  $90^\circ$  к излучателю (щель, отверстие, проем), то передается  $1/3$  от всей звуковой энергии, соответственно коэффициент  $\beta_1 = \frac{1}{\pi}$ ;

Если контрольная точка расположена противоположно к излучателю (щель, отверстие, проем), то передается  $1/6$  от всей звуковой энергии, соответственно коэффициент  $\beta_2 = \frac{1}{2\pi}$ ;

В других случаях, излучаемый звук будет зависит от угла между направлением на контрольную точку и нормалью к излучателю, в связи с чем необходимо умножить на излучаемый звук  $\cos^2 \varphi$ , где  $\varphi$  - угол между направлением на расчетную точку и нормалью к излучателю.

Вопрос о распространении колебаний по АТС не изучен. При этом существует физические модели распространения вибрации на сравнительно небольшом расстоянии от источника возмущающих сил по конструкции, где имеет место пространственное затухание, обусловленное только расширением фронта волны [21, 22].

Однако перечисленные модели не пригодны для решения вопроса в связи конструктивными особенностями АТС к которым следуют отнести:

Установку большинства источников возмущений на силовом каркасе кузова;

Разные по технологии изготовления детали каркаса кузова: литье и штамповка (распространение и переход колебательной энергии от объемной к плоской конструкции);

Использование деталей с разными характеристиками: разница по модулю упругости и плотности достигает до трех раз соответственно (распространение и переход колебательной энергии по разным материалам);

Применение контактной точечной сварки для соединения деталей кузова (уменьшение и расширение фронта волны);

Использование вибродемпфирующих пакетов и структурного клея;

и др.

Для решения задач распространения колебаний с учетом конструктивных особенностей АТС воспользуемся методом конечных элементов, основная идея которой заключается, в том, что:

1. Конструкция кузова АТС может быть разбита воображаемыми поверхностными линиями и элементарные объемы (конечные элементы), для которых можно вычислить жесткостные характеристики на основе их элементарной геометрии и свойств материалов;
2. На элементах фиксируется конечное число узлов и считается, что конечные элементы соединяются между собой в этих узлах. Нумеруются узлы и элементы. Эта операция часто называется генерацией конечно-элементной сетки;
3. Значения перемещений рассматриваются как неизвестные только в этих узлах. Таким образом, число неизвестных от бесконечности сводится к какому-то определенному числу. Для элементов устанавливаются заданные законы аппроксимации в виде полиномов (линейные, квадратичные и т.д.). После определения перемещений в узлах в пределах любого элемента перемещение может быть определено путем аппроксимации с помощью заданного полинома;
4. На основе элементарной геометрической формы конечных элементов и физических свойств материалов вычисляются матрицы жесткости элементов, и все действующие нагрузки приводятся к узловым;
5. Из матриц элементов строятся расширенные матрицы, а затем формируются глобальные матрицы жесткости и сил путем суммирования расширенных матриц элементов. Далее задаются граничные условия;
6. Решается система  $[K]\{\delta\}=\{R\}$  из которой находится вектор перемещений в узлах, где  $[K]$  – матрица жесткости;  $\{\delta\}$  – вектор столбец перемещений;  $\{R\}$  – вектор внешних сил;
7. По принятым законам аппроксимации определяются перемещения внутри элементов (в интересующих точках);
8. Из перемещений, на основе геометрических уравнений, определяются деформации в каждом элементе;
9. Из деформаций, на основе физических уравнений, в каждом элементе определяются напряжения.

Для определение вибрационных характеристик кузова АТС, используется дифференциальное уравнение движения под действием гармонических сил:

$$[M]\{\ddot{u}(t)\} + [B]\{\dot{u}(t)\} + [K]\{u(t)\} = \{F(\omega)\} e^{i\omega t} \quad (16)$$

где  $[M]$  – матрица масс кузова;

$[B]$  – матрица демпфирования кузова;

$[K]$  – матрица жесткости кузова;

$\{\ddot{u}(t)\}$  – вектор-столбец узловых ускорений как функция времени;

$\{\dot{u}(t)\}$  – вектор-столбец узловых скоростей как функция времени;

$\{u(t)\}$  – вектор-столбец узловых перемещений как функция времени;

$\{F(\omega)\}$  – внешняя гармоническая сила.

Гармоническое движение подразумевает гармоническое решение в виде:

$$\{u(t)\} = \{u(\omega)\} e^{i\omega t} \quad (17)$$

где  $\{u(\omega)\}$  – комплексный вектор перемещений

Взяв первую и вторую производные от (17), подставив полученные выражения в (16) и сократив на  $e^{i\omega t}$ , получим уравнение движения:

$$[-\omega^2 M + i\omega B + K] \{u(\omega)\} = \{F(\omega)\} \quad (18)$$

Компоненты уравнения движения, таким образом, записываются не как функции времени, а как функции действующей частоты. Это выражение (18) в случае присутствия демпфирования или фазового угла приложенной нагрузки представляет собой систему уравнений с комплексными коэффициентами. На каждой заданной частоте эти уравнения решаются сходно с решением статических проблем с использованием комплексной арифметики. Демпфирование в анализе частотного отклика представлено матрицей демпфирования  $[B]$  и добавками к матрице жесткости  $[K]$ .

Решение уравнения 18 позволяет исследовать распространении колебаний по кузову с учетом конструктивных особенностей АТС. Валидационные исследования, проведенные автором [23], показывают, что сходимость расчетных моделей составляет более 93%.

Обобщенное решение задач о путях распространения и граничные условия

Теперь рассмотрим характер акустических процессов в системе и начнем с распространения звука. Распространяясь от излучателя любое колеблющееся тело вызывает соответствующее изменение давления или смещение частиц среды, которые в виде волнового фронта способны распространяться и достигать пассажиров или водителя АТС. Уравнение Навье-Стокса, не только описывает движение жидкости, но и в слабой форме может описать движение волн акустического давления. Акустические волны представляют собой колебания давления, которые могут существовать в сжимаемой области. В этой области изменения давления, которые происходят, когда воздух сжимается или расширяется, создают восстанавливающие силы, которые ответственны за распространение акустической волны. Эти восстанавливающие силы представляют собой силы, с которыми сжимаемая область сопротивляется деформации, и их можно считать подобными восстанавливающим силам в пружине. Для анализа звуковых волн, распространяющихся в сжимаемой области, воспользуемся уравнением состояния. Уравнение состояния связывает внутренние восстанавливающие силы с соответствующими деформациями. Для воздушной среды уравнение состояния должно связывать физические величины, описывающие термодинамическое поведение жидкости:

$$p_i = \rho \cdot R \cdot T \quad (19)$$

где  $p_i$  – мгновенное давление (Па),

$\rho$  – плотность ( $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ),  $R$  – газовая постоянная ( $\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ ),

$T$  – абсолютная температура (К)

Акустические процессы являются почти изоэнтропическими (адиабатическими и обратимыми). Это связано с тем, что диффузия тепла намного медленнее, чем акустические колебания, а это означает, что теплопроводность и температурные градиенты достаточно малы, так что между соседними элементами среды не происходит существенной передачи тепловой энергии. Следовательно, энтропия среды остается почти постоянной, а акустическое поведение можно описать адиабатическим уравнением:

$$\frac{p_i}{p_0} = \left(\frac{\rho_i}{\rho_0}\right)^\gamma \quad (20)$$

где  $p_0$  – давление среды, Па,

$\rho_0$  – плотность среды,  $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ,

$\gamma$  – показатель адиабаты (отношение теплоёмкости при постоянном давлении  $C_p$  к теплоёмкости при постоянном объёме  $C_v$ ).

Для среды, отличных от идеального газа, адиабатическое соотношение в (2.21) становится более сложным. Однако связь между колебаниями давления и плотности может быть представлена многочленом Тейлора:

$$p_i = p_0 + \left(\frac{\partial p_i}{\partial \rho}\right)_{\rho_0} \cdot (\rho - \rho_0) + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\partial^2 p_i}{\partial \rho^2}\right)_{\rho_0} \cdot (\rho - \rho_0)^2 + \dots \quad (22)$$

В уравнении 22 частные производные определены для изоэнтропического сжатия и расширения жидкости относительно ее равновесной плотности. Когда эти колебания малы, необходимо сохранить только член самого низкого порядка, что дает линейную зависимость между колебанием давления и плотностью.

$$p_i - p_0 \approx \beta(\rho - \rho_0)/\rho_0 \quad (23)$$

где  $\beta$ - модуль адиабатического объема, который определяется  $\rho_0 \left(\frac{\partial p_i}{\partial \rho}\right)_{\rho_0}$

С точки зрения акустического давления  $p = p_i - p_0$  и плотности можно записать следующую зависимость:

$$p = \beta(\rho - \rho_0)/\rho_0 \quad (24)$$

Уравнение Навье-Стокса выражает два фундаментальных принципа механики - сохранение массы, с одной стороны, а с другой, второй закон Ньютона ( $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ ). Для первого случая – сохранение массы – рассмотрим бесконечно малый объем среды, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда с сторонами  $AD=EF=BC=GH=dx$ ,  $AE=DF=BG=CH=dy$  и  $AB=DC=EH=FG=dz$  (рисунок 5). При увеличении массы объема в течение времени  $dt$  соответственно увеличивается плотность.

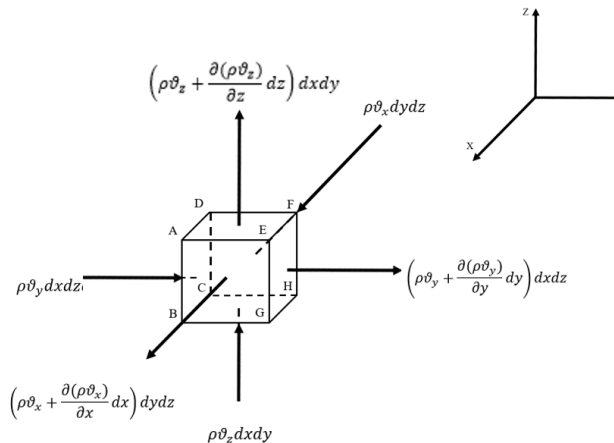


Рисунок 5. Уравнение неразрывности.

Рассмотрим сторону  $dx dz$  перпендикулярную оси  $Y$ . Поток вещества, поступающий в объем с этой стороны в течение времени  $dt$ , записывается как:

$$\rho \vartheta_y dx dz dt \quad (25)$$

Принимая во внимание изменение плотности и скорости между двумя параллельными сторонами контрольного объема, поток вещества, выходящий через противоположную сторону за тот же период времени, можно описать формулой:

$$\left(\rho + \frac{\partial \rho}{\partial y} dy\right) \left(\vartheta_y + \frac{\partial \vartheta_y}{\partial y} dy\right) dx dz dt \quad (26)$$

Поток вещества, проходящий через две стороны параллелепипеда, определяется производной уравнения 9, и примет следующую форму:

$$-\frac{\partial(\rho \vartheta_y)}{\partial y} dx dy dz dt \quad (27)$$

Выполнив аналогичный расчет для двух других пар сторон параллелепипеда, мы получим следующее выражение для потока вещества, проходящего через контрольный объем за время dt:

$$-\left(\frac{\partial(\rho\vartheta_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho\vartheta_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho\vartheta_z)}{\partial z}\right) dx dy dz dt \quad (28)$$

При воздействии внешнего акустического источника на параллелепипед возникает дополнительная масса в нем. Ее можно выразить через единицу объема q:

$$q(dx dy dz dt) = q_0(dx dy dz dt) + q'(dx dy dz dt) \quad (29)$$

И при отсутствии внешнего потока ( $q_0 \equiv 0$ ) закон сохранения массы примет следующий вид:

$$\frac{\partial(\rho_0 + \rho')}{\partial t} = (\rho_0 + \rho')q' - \vec{\nabla}[(\rho_0 + \rho')\vec{\vartheta}'] \quad (30)$$

где  $\nabla$ -оператор Лапласа

Для второго случая – уравнение сохранения импульса требует баланса динамических сил в трех ортогональных направлениях (x, y и z). На рисунке 6 показаны динамические силы действующие на бесконечно малый объем среды dx, dy и dz в направлении x.

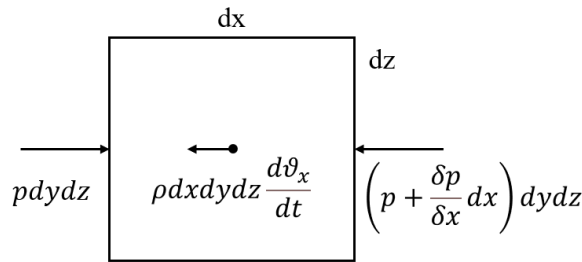


Рисунок 6. Динамические силы действующие в направлении X.

Исходя из вышеизложенного с учетом невязкости среды уравнение сохранения импульса по направлению x примет следующий вид:

$$\rho dx dy dz \frac{d\vartheta_x}{dt} = -\frac{\partial p}{\partial x} dx dy dz \quad (31)$$

Где полная производная по времени от x-компоненты вектора скорости среды:

$$\frac{d\vartheta_x}{dt} = \frac{\partial\vartheta_x}{\partial t} + \frac{\partial\vartheta_x}{\partial x}\vartheta_x + \frac{\partial\vartheta_x}{\partial y}\vartheta_y + \frac{\partial\vartheta_x}{\partial z}\vartheta_z = \left(\frac{\partial}{\partial t} + \vec{\vartheta}\vec{\nabla}\right)\vartheta_x \quad (32)$$

Общее уравнение производного по времени от x, y и z компонентов выраженное в виде векторного уравнения примет следующий вид:

$$(\rho_0 + \rho') \left(\frac{\partial}{\partial t} + \vec{\vartheta}'\vec{\nabla}\right)\vec{\vartheta}' = -\vec{\nabla}(p_0 + p') \quad (33)$$

Уравнение 33 с учетом  $p = f(\rho) = C\rho^\gamma$  можно записать в следующем виде:

$$p = (f|_{\rho=\rho_0}) + \left(\frac{df}{d\rho}\Big|_{\rho=\rho_0}\right)(\rho - \rho_0) + \left(\frac{1}{2}\frac{d^2f}{d\rho^2}\Big|_{\rho=\rho_0}\right)(\rho - \rho_0)^2 + \dots \quad (34)$$

С учетом  $p(x, y, z, t) = p_0(x, y, z, t) + p'(x, y, z, t)$  уравнение 34 можно записать:

$$p = \frac{\gamma\rho_0}{\rho_0}\rho' + \frac{\gamma(\gamma - 1)}{2\rho_0^2}(\rho')^2 + \dots \quad (35)$$

Так как акустические процессы линейные, адиабатические и распространяются в однородной и невязкой среде можно записать члены с одной переменной уравнений сохранения массы, сохранения импульса и соотношения давления и плотности:

$$\frac{\partial\rho'}{\partial t} = \rho_0 q' - \rho_0 \vec{\nabla}\vec{\vartheta}' \quad (36)$$

$$\rho_0 \frac{\partial\vec{\vartheta}'}{\partial t} = -\vec{\nabla}p' \quad (37)$$

$$p' = \frac{\gamma p_0}{\rho_0} \rho' \quad (38)$$

Подставляя выражения 37 и 38 в выражение 36 получим линейное уравнение распространения продольных акустической волны в однородной невязкой среде:

$$\nabla^2 p' - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p'}{\partial t^2} = -\rho_0 \frac{\partial q'}{\partial t} \quad (39)$$

$$\text{где } \nabla^2 \equiv \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

В инженерных задачах, в частности, в задачах уменьшение шума АТС акустическое возбуждение имеет периодический, мульти гармонический характеры и могут быть ограничены анализом различных частотных составляющих шума, определяемой круговой частотой  $\omega = 2\pi f$ . Соответственно акустический отклик можно записать:

$$p(x, y, z, t) = p(x, y, z) e^{j\omega t} \quad (40)$$

И волновое уравнение 39 преобразуется в линейное уравнение Гельмгольца.

$$\nabla^2 p + k^2 p = -j\rho_0 \omega q \quad (41)$$

где  $k = \frac{\omega}{c} = 2\pi f/c$  – акустическое число волны на частоте  $f$ .

Уравнение 41 показывает, что векторное поле скорости среды пропорционально градиенту поля давления (выражение 42) и усредненное по времени векторное поле интенсивности звука можно записать согласно выражению 43:

$$\vec{\vartheta} = \frac{j}{\rho_0 \omega} \vec{\nabla} p \quad (42)$$

$$\vec{I} = \frac{1}{2} \text{Re}(p \vec{\vartheta}^*) \quad (43)$$

где  $\text{Re}()$  и  $*$  обозначают, действительную часть и комплексное сопряжение соответственно.

Также можно записать звуковую мощность излучаемую поверхность  $S$ :

$$W = \int_S \vec{I} \vec{n} dS = \frac{1}{2} \int_S \text{Re}(p \vec{\vartheta}^*) \vec{n} dS \quad (44)$$

где  $\vec{n}$  - единичный вектор, направленный по нормали к поверхности  $S$ .

Для частного случая, распространения плоской волны по направлению  $x$ , акустические величины могут быть выражены:

$$p(x, t) = P e^{j\omega t - kx} \quad (45)$$

$$\vartheta_x(x, t) = \frac{1}{\rho_0 c} P e^{j\omega t - kx} = \frac{1}{\rho_0 c} p(x, t) \quad (46)$$

$$I_x(x) = \frac{|P|^2}{2\rho_0 c} \quad (47)$$

Последние выражения показывают, что скорость частиц среды в распространяющейся плоской волны находится в фазе с акустическим давлением. Коэффициент пропорциональности между двумя величинами обозначается как удельное акустическое сопротивление среды  $\rho_0 c$ .

Уравнение 41 описывает распространение продольной волны в среде, где поле давления можно определить, при условии, что в каждой точке граничной поверхности ( $\Psi_{\text{АТС}}$ ) среды задано одно граничное условие. Исходя из вышеизложенного исследуем поле давления, формируемое внутри салона АТС (рисунок 2.3) при воздушной передаче шума в замкнутый внутренний воздушный акустический объем. При воздушной передаче шума на внешних границах внутреннего воздушного акустического объема возникают следующие граничные условия:

$$\Psi_{\text{АТС}} = \Psi_{\text{Скор.}}^{\text{Осн.}} \cup \Psi_{\text{Давл.}}^{\text{Осн.}} \cup \Psi_{\text{Имп.}}^{\text{Осн.}} \cup \Psi_{\text{Скор.}}^{\text{Баг.}} \cup \Psi_{\text{Давл.}}^{\text{Баг.}} \cup \Psi_{\text{Имп.}}^{\text{Баг.}} \quad (48)$$

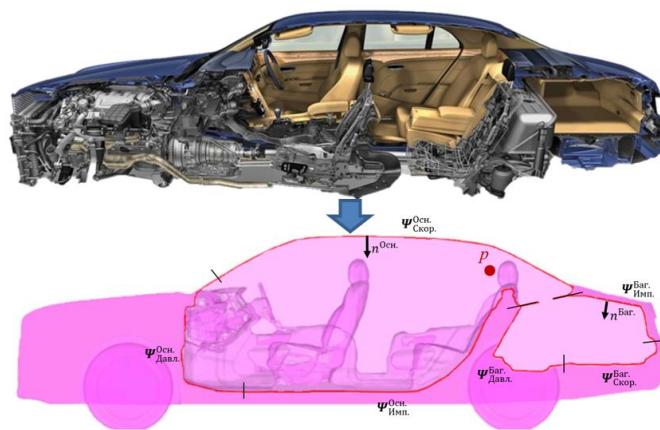


Рисунок 7. Распространение акустической волны от внешней границы внутреннего воздушного акустического объема.

- приложенное акустическое давление к внешней границе основного внутреннего воздушного акустического объема, воздушного акустического объема багажного отделения и воздушного акустического объема моторного отсека соответственно (граничное условие Дирихле или существенное граничное условие на границе):

$$p(\vec{r}^{Oсн.}) = \bar{p}(\vec{r}^{Oсн.}), p(\vec{r}^{Баг.}) = \bar{p}(\vec{r}^{Баг.}) \quad (49)$$

где  $\bar{p}(\vec{r}^{Oсн.})$  и  $\bar{p}(\vec{r}^{Баг.})$  - приложенная функция давления к внешней границе основного внутреннего воздушного акустического объема и воздушного акустического объема багажного отделения соответственно. При условии, что:

$$\vec{r}^{Oсн.} \in \Psi_{Давл.}^{Oсн.}, \vec{r}^{Баг.} \in \Psi_{Давл.}^{Баг.} \quad (50)$$

- приложенная скорость на внешнюю границу основного внутреннего воздушного акустического объема и воздушного акустического объема багажного отделения (граничное условие Неймана или естественное граничное условие):

$$\vartheta_{n^{Oсн.}}(\vec{r}^{Oсн.}) = \frac{j}{\rho_0 \omega} \frac{\partial p(\vec{r}^{Oсн.})}{\partial n^{Oсн.}} = \bar{\vartheta}_{n^{Oсн.}}(\vec{r}^{Oсн.}) \quad (51)$$

$$\vartheta_{n^{Баг.}}(\vec{r}^{Баг.}) = \frac{j}{\rho_0 \omega} \frac{\partial p(\vec{r}^{Баг.})}{\partial n^{Баг.}} = \bar{\vartheta}_{n^{Баг.}}(\vec{r}^{Баг.}) \quad (52)$$

где  $\bar{\vartheta}_{n^{Oсн.}}(\vec{r}^{Oсн.})$  и  $\bar{\vartheta}_{n^{Баг.}}(\vec{r}^{Баг.})$  - приложенная функция скорости к внешней границе основного внутреннего воздушного акустического объема и воздушного акустического объема багажного отделения.  $n^{Oсн.}$  и  $n^{Баг.}$  - указывают направление приложенной функции скорости, нормаль поверхностям  $\Psi_{Скор.}^{Oсн.}$  и  $\Psi_{Скор.}^{Баг.}$  соответственно. Следует отметить, что при  $\bar{\vartheta}_{n^{Oсн.}} \equiv 0$  и  $\bar{\vartheta}_{n^{Баг.}} \equiv 0$  образуются «жесткие» границы основного внутреннего воздушного акустического объема и воздушного акустического объема багажного отделения соответственно. При условии, что:

$$\vec{r}^{Oсн.} \in \Psi_{Скор.}^{Oсн.}, \vec{r}^{Баг.} \in \Psi_{Скор.}^{Баг.} \quad (53)$$

- импеданс внешней границы внутреннего воздушного акустического объема (граничное условие Робина или комбинированные граничные условия). На внешних границах воздушного акустического объема АТС (кроме стёкол) присутствуют виброакустические пакеты, характеристики которых нужно задавать через импедансы основного внутреннего воздушного акустического объема -  $\bar{Z}(\vec{r}^{Oсн.})$  и воздушного акустического объема багажного отделения -  $\bar{Z}(\vec{r}^{Баг.})$ .

На основе вышеизложенных граничных условий звуковое давление в контрольной точке внутри салона АТС можно определить из следующего выражения при условии, что обеспечивается замкнутость внутреннего воздушного акустического объема:

$$p(\vec{r}) = \bar{Z}(\vec{r}^{Oсн.})\bar{\vartheta}_{n^{Oсн.}}(\vec{r}^{Oсн.}) + \bar{Z}(\vec{r}^{Баг.})\bar{\vartheta}_{n^{Баг.}}(\vec{r}^{Баг.}) = \frac{j\bar{Z}(\vec{r}^{Oсн.})}{\rho_0 \omega} \frac{\partial p(\vec{r}^{Oсн.})}{\partial n^{Oсн.}} + \frac{j\bar{Z}(\vec{r}^{Баг.})}{\rho_0 \omega} \frac{\partial p(\vec{r}^{Баг.})}{\partial n^{Баг.}} \quad (54)$$

Как видно из приведенной формулы (выражение 54) за основу описания положен принцип энергетического суммирования граничных условий двух воздушных замкнутых акустических объемов, соединенных между собой. Данное выражение позволяет исследовать поля давлений с учетом замкнутости внутренних воздушных акустических объемов, в частности позволяет исследовать передаточные функции АТС или кузова АТС.

Математические модели путей распространения шума

Одной из конструктивных особенностей АТС наличие звукопоглощающих пакетов на большинстве панелей кузова граничащие с внутренним воздушным акустическим объемом. При этом на щитке моторного отсека звукопоглощающие пакеты установлены с обеих сторон панелей (со стороны внутреннего воздушного акустического объема и со стороны моторного отсека), а также установлены на капоте. Источники шума АТС такие как ДВС, компоненты и системы ДВС, РР и ПР располагаются в моторном отсеке, электромашина, АКПП, РК, шины и основной резонатор СВОГ находятся под панелями пола салона, задний редуктор и основные глушители установлены за панелями багажного отделения и источники шума аэродинамического происхождения образуются в передней части АТС (внешняя граница моторного отсека), ветрового стекла, боковых стекол, крыши и заднего стекла. Иллюстрация схемы расположения источников звука приведена на рисунке 8.

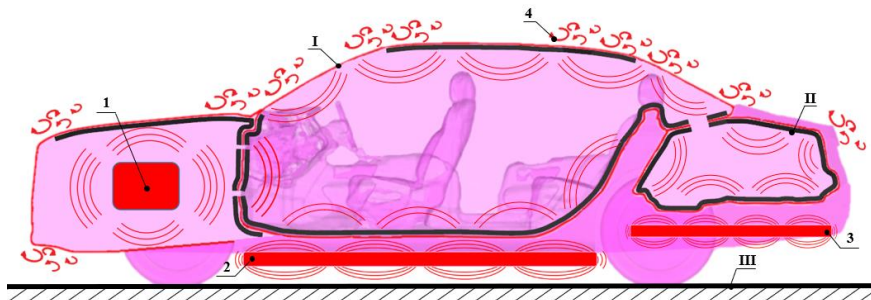


Рисунок 7. Схема распространения воздушного шума от источников: 1 - источники звука расположенные в моторном отсеке, 2 - источники звука расположенные под панелями пола салона, 3 - источники звука расположенные за панелями багажного отделения (боковые и панели пола), 4 - источники звука аэродинамического происхождения возникающие в передней части АТС, у ветрового стекла, у боковых стекол, на крыше и заднего стекла, I - внешние границы внутреннего воздушного объема и моторного отсека (панели кузова), II - звукопоглощающие пакеты и III - подстилающая поверхность.

Исходя из вышеизложенного, запишем звуковую мощность, воздействующую на панели моторного отсека со стороны источников звука, расположенных в моторном отсеке:

$$W^{M.O.} = W_{Ист.}^{M.O.} + \Delta W_{Пан.}^{M.O.} K^{M.O.} + \Delta W_{З.К.}^{M.O.} \quad (55)$$

где  $W_{Ист.}^{M.O.}$  – звуковая мощность источников, расположенных в моторном отсеке;

$\Delta W_{Пан.}^{M.O.}$  – отраженная звуковая мощность от панелей моторного отсека;

$K^{M.O.}$  – коэффициент отражения с учетом импеданса звукопоглощающих пакетов;

$\Delta W_{З.К.}^{M.O.}$  – отраженная звуковая мощность от защиты картера.

Звуковая мощность, воздействующая на панели пола салона со стороны источников звука, расположенных под панелями пола:

$$W^{П.П.} = W_{Ист.}^{П.П.} + \Delta W_{Пан.}^{П.П.} + \Delta W_{П.П.З.К.}^{П.П.} K^{П.П.} \quad (56)$$

где  $W_{Ист.}^{П.П.}$  – звуковая мощность источников, расположенных под полом салона;

$\Delta W_{Пан.}^{П.П.}$  – отраженная звуковая мощность от панелей пола салона;

$K^{П.П.}$  – коэффициент отражения с учетом импеданса подстилающей поверхности;

$\Delta W_{П.П.З.К.}^{П.П.}$  – отраженная звуковая мощность от подстилающей поверхности.

Звуковая мощность, воздействующая на панели багажного отделения (боковые панели и панель пола) со стороны источников звука, расположенных за пределами багажного отделения:

$$W^{Б.О.} = W_{Ист.}^{Б.О.} + \Delta W_{Пан.}^{Б.О.} + \Delta W_{П.П.З.К.}^{Б.О.} K^{Б.О.} \quad (57)$$

где  $W_{Ист.}^{Б.О.}$  – звуковая мощность источников, расположенных за панелями багажного отделения;

$\Delta W_{Пан.}^{Б.О.}$  – отраженная звуковая мощность от панелей багажного отделения;

$\Delta W_{П.П.З.К.}^{Б.О.}$  – отраженная звуковая мощность от подстилающей поверхности.

$K^{Б.О.}$  – коэффициент отражения с учетом импеданса подстилающей поверхности;

Звуковая мощность источников аэродинамического происхождения воздействует на: внешние границы моторного отсека, ветровое стекло, боковые стекла, крышу, заднее стекло и панель крышки багажника:

$$W_{Пан.}^{Аэр.} = W_{Ист.}^C + W_{Ист.}^K + W_{Ист.}^{КБ.} \quad (58)$$

где  $W_{Ист.}^C$  – звуковая мощность источников, расположенных у стекол;

$W_{Ист.}^K$  – звуковая мощность источников, расположенных над панелью крыши;

$W_{Ист.}^{КБ.}$  – звуковая мощность источников, расположенных над крышкой багажника.

Исходя из предположения, что звук равномерно распределен по поверхностям панелей кузова граничащие с внутренним воздушным акустическим объемом, звуковая мощность, излучаемая во внутренний воздушный акустический объем панелями кузова, проемами, отверстиями и щелями можно определить из следующего выражения:

$$W_{Изл.}^{ВВАО} = W^{М.О.} \sum_{a=1}^b (\alpha_a^{М.О.} + \beta_a^{М.О.}) K_a + W^{П.П.} \sum_{c=1}^d (\alpha_c^{П.П.} + \beta_c^{П.П.}) K_c + W^{Б.О.} \sum_{e=1}^f (\alpha_e^{Б.О.} + \beta_e^{Б.О.}) K_e + W_{Пан.}^{Аэр.} \sum_{g=1}^h (\alpha_g^{Аэр.} + \beta_g^{Аэр.}) K_g \quad (59)$$

где  $\alpha_a^{М.О.}$ ,  $\alpha_c^{П.П.}$ ,  $\alpha_e^{Б.О.}$  и  $\alpha_g^{Аэр.}$  – коэффициенты звукопроводности а, с, е и g - го панели кузова излучающий шум во внутренний воздушный акустический объем соответственно;

$\beta_a^{М.О.}$ ,  $\beta_c^{П.П.}$ ,  $\beta_e^{Б.О.}$  и  $\beta_g^{Аэр.}$  – коэффициенты звукопроводности а, с, е и g - го проема или отверстия или щели на панелях кузова излучающий шум во внутренний воздушный акустический объем;

b, d, f и h – число проемов или отверстий или щелей на панелях кузова, а также число панелей кузова, излучающих шум во внутренний воздушный акустический объем;

$K_a$ ,  $K_c$ ,  $K_e$  и  $K_g$  – коэффициенты затухания звука по элементам а, с, е и g - го проема или отверстия или щели на панелях, а также непосредственно панелей кузова излучающий шум во внутренний воздушный акустический объем.

Акустическая мощность в внутреннем воздушном акустическом объеме с учетом отражения и поглощение звука о панели кузова с акустическими пакетами, граничащие с внутренним воздушным акустическим объемом, определяется из выражения:

$$W_{ОП}^{ВВАО} = W_{Изл.}^{ВВАО} + \Delta W_{Пан.}^{ВВАО} K^{ВВАО} \quad (60)$$

где  $\Delta W_{Пан.}^{ВВАО}$  – отраженная звуковая мощность от панелей кузова, граничащие с внутренним воздушным акустическим объемом (с внутренней стороны – сторона салона);

$K^{ВВАО}$  – коэффициент отражения с учетом импеданса звукопоглощающих пакетов салона;

Подставляя в формулу 60 значения формул 55-59 получим структурно-логическую математическую модель, описывающую распространение воздушного шума по элементам конструкции АТС:

$$W_{ОП}^{ВВАО} = (W_{Ист.}^{М.О.} + \Delta W_{Пан.}^{М.О.} K^{М.О.} + \Delta W_{З.К.}^{М.О.}) \sum_{a=1}^b (\alpha_a^{М.О.} + \beta_a^{М.О.}) K_a + (W_{Ист.}^{П.П.} + \Delta W_{Пан.}^{П.П.} + \Delta W_{П.П.З.К.}^{П.П.} K^{П.П.}) \sum_{c=1}^d (\alpha_c^{П.П.} + \beta_c^{П.П.}) K_c + (W_{Ист.}^{Б.О.} + \Delta W_{Пан.}^{Б.О.} + \Delta W_{П.П.З.К.}^{Б.О.} K^{Б.О.}) \sum_{e=1}^f (\alpha_e^{Б.О.} + \beta_e^{Б.О.}) K_e + (W_{Ист.}^C + W_{Ист.}^K + W_{Ист.}^{КБ.}) \sum_{g=1}^h (\alpha_g^{Аэр.} + \beta_g^{Аэр.}) K_g + \Delta W_{Пан.}^{ВВАО} K^{ВВАО} \quad (61)$$

Исходя из формулы 3 запишем интенсивность звука прошедшего по элементам конструкции АТС при излучении пространственного источника, расположенного в моторном отсеке, под полом и под багажным отделением:

$$\begin{aligned}
 & \frac{4W_{\text{Истр.}}^{M.O.}}{\Sigma A^{BBAO.}} \left( \left[ \frac{1}{ab} \int_0^{a/2} \int_0^{b/2} \frac{dy dz \cos^n \varphi_1}{(R_1^2 + y^2 + z^2)} + \frac{1}{cb} \int_0^{c/2} \int_0^{b/2} \frac{dx dz \cos^n \varphi_2}{(R_2^2 + x^2 + z^2)} + \frac{1}{ac} \int_0^{a/2} \int_0^{c/2} \frac{dx dy \cos^n \varphi_3}{(R_3^2 + x^2 + y^2)} \right]_{M.O.} \right. \\
 & \quad \left. + \frac{4\gamma^{M.O.}(1 - \delta^{M.O.})}{\Sigma A^{M.O.}} \right) \alpha_{\text{Пан.}i}^{M.O.} S_{\text{Пан.}i}^{M.O.} \cdot \sum_{j=1} \beta_{\text{Отв.}j}^{M.O.} S_{\text{Отв.}j}^{M.O.} \cdot \sum_{k=1} \beta_{\text{Пр.}k}^{M.O.} S_{\text{Пр.}k}^{M.O.} \cdot \sum_{l=1} \beta_{\text{Щ.}l}^{M.O.} S_{\text{Щ.}l}^{M.O.} \\
 & \quad + \frac{4W_{\text{Истр.}}^{П.П.}}{\Sigma A^{BBAO.}} \left( \left[ \frac{1}{ab} \int_0^{a/2} \int_0^{b/2} \frac{dy dz \cos^n \varphi_1}{(R_1^2 + y^2 + z^2)} + \frac{1}{cb} \int_0^{c/2} \int_0^{b/2} \frac{dx dz \cos^n \varphi_2}{(R_2^2 + x^2 + z^2)} \right. \right. \\
 & \quad \left. \left. + \frac{1}{ac} \int_0^{a/2} \int_0^{c/2} \frac{dx dy \cos^n \varphi_3}{(R_3^2 + x^2 + y^2)} \right]_{П.П.} + \frac{4\gamma^{П.П.}(1 - \delta^{П.П.})}{\Sigma A^{П.П.}} \right) \alpha_{\text{Пан.}i}^{П.П.} S_{\text{Пан.}i}^{П.П.} \cdot \sum_{j=1} \beta_{\text{Отв.}j}^{П.П.} S_{\text{Отв.}j}^{П.П.} \\
 & \quad \cdot \sum_{k=1} \beta_{\text{Пр.}k}^{П.П.} S_{\text{Пр.}k}^{П.П.} \cdot \sum_{l=1} \beta_{\text{Щ.}l}^{П.П.} S_{\text{Щ.}l}^{П.П.} \\
 & \quad + \frac{4W_{\text{Истр.}}^{Б.О.}}{\Sigma A^{BBAO.}} \left( \left[ \frac{1}{ab} \int_0^{a/2} \int_0^{b/2} \frac{dy dz \cos^n \varphi_1}{(R_1^2 + y^2 + z^2)} + \frac{1}{cb} \int_0^{c/2} \int_0^{b/2} \frac{dx dz \cos^n \varphi_2}{(R_2^2 + x^2 + z^2)} \right. \right. \\
 & \quad \left. \left. + \frac{1}{ac} \int_0^{a/2} \int_0^{c/2} \frac{dx dy \cos^n \varphi_3}{(R_3^2 + x^2 + y^2)} \right]_{Б.О.} + \frac{4\gamma^{Б.О.}(1 - \delta^{Б.О.})}{\Sigma A^{Б.О.}} \right) \alpha_{\text{Пан.}i}^{Б.О.} S_{\text{Пан.}i}^{Б.О.} \cdot \sum_{j=1} \beta_{\text{Отв.}j}^{Б.О.} S_{\text{Отв.}j}^{Б.О.} \\
 & \quad \cdot \sum_{k=1} \beta_{\text{Пр.}k}^{Б.О.} S_{\text{Пр.}k}^{Б.О.} \cdot \sum_{l=1} \beta_{\text{Щ.}l}^{Б.О.} S_{\text{Щ.}l}^{Б.О.}
 \end{aligned} \tag{62}$$

где  $A^{BBAO.}$  - эквивалентная площадь звукопоглощения панелей кузова в внутреннем воздушном акустическом объеме;

$\gamma^{M.O.}$ ,  $\gamma^{П.П.}$  и  $\gamma^{Б.О.}$  - коэффициенты, показывающие неравномерность звукового поля в моторном отсеке, под полом и под багажным отделением;

$\delta^{M.O.}$ ,  $\delta^{П.П.}$  и  $\delta^{Б.О.}$  - средний коэффициент звукопоглощения в моторном отсеке, под полом и под багажным отделением;

$A^{M.O.}$  - эквивалентная площадь звукопоглощения панелей кузова в моторном отсеке;

$\alpha_{\text{Пан.}i}^{M.O.}$ ,  $\beta_{\text{Отв.}j}^{M.O.}$ ,  $\beta_{\text{Пр.}k}^{M.O.}$  и  $\beta_{\text{Щ.}l}^{M.O.}$  - коэффициенты звукопроводности  $i$  -ой панели моторного отсека,  $j$  -го отверстия,  $k$  -го проема и  $l$  -ой щели панели моторного отсека соответственно;

$\alpha_{\text{Пан.}i}^{П.П.}$ ,  $\beta_{\text{Отв.}j}^{П.П.}$ ,  $\beta_{\text{Пр.}k}^{П.П.}$  и  $\beta_{\text{Щ.}l}^{П.П.}$  - коэффициенты звукопроводности  $i$  -ой панели пола,  $j$  -го отверстия,  $k$  -го проема и  $l$  -ой щели панели пола соответственно;

$\alpha_{\text{Пан.}i}^{Б.О.}$ ,  $\beta_{\text{Отв.}j}^{Б.О.}$ ,  $\beta_{\text{Пр.}k}^{Б.О.}$  и  $\beta_{\text{Щ.}l}^{Б.О.}$  - коэффициенты звукопроводности  $i$  -ой панели багажного отделения,  $j$  -го отверстия,  $k$  -го проема и  $l$  -ой щели панели багажного отделения соответственно;

$S_{\text{Пан.}i}^{M.O.}$ ,  $S_{\text{Отв.}j}^{M.O.}$ ,  $S_{\text{Пр.}k}^{M.O.}$  и  $S_{\text{Щ.}l}^{M.O.}$  - площади  $i$  -ой панели моторного отсека,  $j$  -го отверстия,  $k$  -го проема и  $l$  -ой щели;

$S_{\text{Пан.}i}^{П.П.}$ ,  $S_{\text{Отв.}j}^{П.П.}$ ,  $S_{\text{Пр.}k}^{П.П.}$  и  $S_{\text{Щ.}l}^{П.П.}$  - площади  $i$  -ой панели пола,  $j$  -го отверстия,  $k$  -го проема и  $l$  -ой щели;

$S_{\text{Пан.}i}^{Б.О.}$ ,  $S_{\text{Отв.}j}^{Б.О.}$ ,  $S_{\text{Пр.}k}^{Б.О.}$  и  $S_{\text{Щ.}l}^{Б.О.}$  - площади  $i$  -ой панели багажного отделения,  $j$  -го отверстия,  $k$  -го проема и  $l$  -ой щели.

Для учета звука аэродинамического происхождения, воздействующего на АТС, перейдем к описанию уравнения неразрывности и последовательно опишем формирование звука при воздействии набегающего потока на наружные поверхности АТС.

Рассмотрим распределенный источник массы  $m(x, y, z, t)$  [кг/(м<sup>3</sup> · с)] (рисунок 5). Общая масса, произведенная этим источником в объеме прямоугольного параллелепипеда за время  $dt$ :

$$m dx dy dz dt \quad (63)$$

Мы также можем оценить увеличение массы в объеме, учитывая изменение плотности:

$$\left(\rho + \frac{\partial \rho}{\partial t} dt\right) dx dy dz - \rho dx dy dz = \frac{\partial \rho}{\partial t} dx dy dz dt \quad (64)$$

Сохранение массы требует, чтобы сумма (28) и (63) была равна (64). Это соотношение называется уравнением неразрывности:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = m - \left(\frac{\partial(\rho \vartheta_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho \vartheta_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho \vartheta_z)}{\partial z}\right) \quad (65)$$

Или

$$m = \frac{\partial \rho}{\partial t} + \left(\frac{\partial(\rho \vartheta_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho \vartheta_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho \vartheta_z)}{\partial z}\right) \quad (66)$$

Если заменить буквы пространственных осей декартовой системы координат  $x, y$  и  $z$  на  $x_1, x_2$  и  $x_3$  и вектора скоростей, направленных вдоль данных осей,  $\vartheta_x, \vartheta_y$  и  $\vartheta_z$  на  $\vartheta_1, \vartheta_2$  и  $\vartheta_3$ , уравнение 66 примет следующий вид:

$$m = \frac{\partial \rho}{\partial t} + \sum_{i=1,3} \frac{\partial(\rho \vartheta_i)}{\partial x_i} \quad (67)$$

Производную функции  $f$  по времени можно записать как  $\partial_t f$ , а производную по  $x_i$ , можно записать как  $\partial_i f$ , тогда уравнение неразрывности примет следующий вид:

$$m = \partial_t \rho + \sum_{i=1,3} \partial_i(\rho \vartheta_i) \quad (68)$$

Уравнение 68 может быть дополнительно упрощено с использованием допущения Эйнштейна. При повторении индекса (которого называют безымянным индексом) при суммировании нет необходимости сохранять символ суммирования, при условии:

Индекс не может быть записан более двух раз в одном уравнении;

Кроме безымянного индекса, другие члены уравнения должны содержать одинаковые однородные индексы.

В связи с вышеизложенным второе слагаемое правой части уравнения неразрывности запишем без символа суммирования:

$$m = \partial_t \rho + \partial_i(\rho \vartheta_i) \quad (69)$$

Согласно теореме Крокко запишем уравнение сохранения импульса:

$$\rho \frac{\partial \vartheta_i}{\partial t} + \rho \frac{\partial h_t}{\partial x_j} = \rho T \frac{\partial s}{\partial x_i} + \rho \delta_{ijk} \vartheta_j \omega_k - \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} \quad (70)$$

где  $h$  – энтальпия;  $\tau$  – тензор вязких напряжений;  $h_T = h + \frac{\vartheta_i \vartheta_j}{2}$  – полная энтальпия

$\delta_{ijk} \vartheta_j \omega_k = (\vec{\vartheta} \cdot \vec{\omega})_i, \vec{\omega} = \nabla \cdot \vec{\vartheta}$  – завихренность

А уравнение сохранения энергии:

$$\rho \frac{\partial h_t}{\partial t} + \rho \vartheta_i \frac{\partial h_t}{\partial x_i} - \frac{\partial \rho}{\partial t} = \frac{\partial q_j}{\partial x_j} - \frac{\partial \vartheta_i \tau_{ij}}{\partial x_j} \quad (71)$$

без учета мощности рассеивания за счет вязких сил и тепла примет следующий вид:

$$\rho \frac{\partial h_t}{\partial t} + \rho \vartheta_i \frac{\partial h_t}{\partial x_i} = \frac{\partial \rho}{\partial t} \quad (72)$$

Объединив уравнения сохранения массы и энергии с учетом скорости звука  $c^2 = \left(\frac{\partial p}{\partial \rho}\right)_{s=\text{const}}$  получим:

$$\rho \frac{\partial \vartheta_i}{\partial t} = \frac{\partial \rho \vartheta_i}{\partial t} - \frac{\rho \vartheta_i}{c^2} \frac{\partial h_t}{\partial t} - \frac{\rho \vartheta_i \vartheta_j}{c^2} \frac{\partial h_t}{\partial x_j} - \left(\frac{\partial \rho}{\partial s}\right)_p \vartheta_i \frac{\partial s}{\partial t} \quad (73)$$

Перезапишем уравнение 73 с учетом 70:

$$\frac{\partial \rho \vartheta_i}{\partial t} - \frac{\rho \vartheta_i}{c^2} \frac{\partial h_t}{\partial t} - \frac{\rho \vartheta_i \vartheta_j}{c^2} \frac{\partial h_t}{\partial x_j} - \left(\frac{\partial \rho}{\partial s}\right)_p \vartheta_i \frac{\partial s}{\partial t} + \rho \frac{\partial h_t}{\partial x_j} = \rho T \frac{\partial s}{\partial x_i} + \rho (\vec{\vartheta} \cdot \vec{\omega})_i - \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} \quad (74)$$

Также перезапишем уравнение 74, но с учетом масштабированной энтальпии ( $\rho_T$ -общая плотность):

$$\frac{\partial b}{\partial t} + \vartheta_i \frac{\partial b}{\partial x_i} = \rho_T \frac{\partial h_t}{\partial t} + \rho_T \vartheta_i \frac{\partial h_t}{\partial x_i} \quad (75)$$

На основе вышеизложенного запишем уравнение описывающее распространение акустической волны от турбулентностей, возникающих в потоке (уравнение Мёринга).

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\rho}{\rho_T^2 c^2} \frac{\partial b}{\partial t} + \frac{\rho v_i}{\rho_T^2 c^2} \frac{\partial b}{\partial x_i} \right) + \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \frac{\rho v_i}{\rho_T^2 c^2} \left( \frac{\partial b}{\partial t} + v_i \frac{\partial b}{\partial x_i} \right) - \frac{\rho}{\rho_T^2} \frac{\partial b}{\partial x_i} \right) \\ = - \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \frac{\rho}{\rho_T} (\vec{v} \cdot \vec{\omega})_i - \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} \right) + \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \frac{v_i}{\rho_T} \left( \frac{\partial \rho}{\partial S} \right)_p \frac{\partial S}{\partial t} - \frac{\rho_T}{\rho_T} \frac{\partial S}{\partial x_i} \right) \\ + \frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{1}{\rho_T} \left( \frac{\partial \rho}{\partial S} \right)_p \frac{\partial S}{\partial t} - \frac{\rho v_i}{\rho_T^2} \frac{\partial \rho_T}{\partial x_i} \right) \end{aligned} \quad (76)$$

Где левая часть уравнения описывает распространение акустической волны. Первое и второе выражение правой части уравнения объемный источник аэродинамического шума, а третье выражение поверхностный источник аэродинамического шума. В частотной области уравнение 76 примет следующий вид:

$$\begin{aligned} -\omega^2 \int_V N_a \frac{\rho b}{\rho_T^2 c^2} dV + i\omega \int_V N_a \frac{\rho v_i}{\rho_T^2 c^2} \frac{\partial b}{\partial x_i} dV - \int \frac{\partial N_a}{\partial x_i} \left( i\omega \frac{\rho v_i b}{\rho_T^2 c^2} + \frac{\rho v_i v_j}{\rho_T^2 c^2} \frac{\partial b}{\partial x_j} - \frac{\rho}{\rho_T^2} \frac{\partial b}{\partial x_i} \right) dV = \\ = \int \frac{\partial N_a}{\partial x_i} FT \left( \frac{\rho}{\rho_T} (\vec{v} \cdot \vec{\omega})_i - \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} - \frac{v_i}{\rho_T} \left( \frac{\partial \rho}{\partial S} \right)_p \frac{\partial S}{\partial t} - \frac{\rho_T}{\rho_T} \frac{\partial S}{\partial x_i} \right) dV + \\ + i\omega FT \left( \int_V \left( \frac{N_a}{\rho_T} \left( \frac{\partial \rho}{\partial S} \right)_p \frac{\partial S}{\partial t} - \frac{\rho v_i N_a}{\rho_T^2} \frac{\partial \rho_T}{\partial x_i} \right) dV + i\omega FT \left( \oint_S N_a \frac{\rho v_i n_i}{\rho_t} dS \right) \right) \end{aligned} \quad (77)$$

В итоге, как было сказано ранее, акустические процессы являются изоэнтропическими, то объемный турбулентный источник без учета вязких эффектов ( $\frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j}$ ), источников, связанных с энтропией ( $\frac{\partial S}{\partial t}$  и  $\frac{\partial S}{\partial x_i}$ ), и флуктуаций общей плотности ( $\frac{\partial \rho_T}{\partial x_i}$ ) будет рассчитываться по нижеследующей формуле:

$$\int \frac{\partial N_a}{\partial x_i} FT \left( \frac{\rho}{\rho_T} (\vec{v} \cdot \vec{\omega})_i \right) dV \quad (78)$$

Соответственно, поверхностный источник рассчитываться по формуле 79:

$$i\omega FT \left( \oint_S N_a \frac{\rho v_i n_i}{\rho_t} dS \right) \quad (79)$$

На основе формул 78 и 79, сформулирована математическая модель эксплуатационных акустических нагрузок аэродинамического происхождения с учетом 80:

$$\begin{aligned} W^{Аэп.} = \left[ \int \frac{\partial N_a}{\partial x_i} FT \left( \frac{\rho}{\rho_T} (\vec{v} \cdot \vec{\omega})_i \right) dV + i\omega FT \left( \oint_S N_a \frac{\rho v_i n_i}{\rho_t} dS \right) \right]_{Ист.}^C \\ + \left[ \int \frac{\partial N_a}{\partial x_i} FT \left( \frac{\rho}{\rho_T} (\vec{v} \cdot \vec{\omega})_i \right) dV + i\omega FT \left( \oint_S N_a \frac{\rho v_i n_i}{\rho_t} dS \right) \right]_{Ист.}^К. \\ + \left[ \int \frac{\partial N_a}{\partial x_i} FT \left( \frac{\rho}{\rho_T} (\vec{v} \cdot \vec{\omega})_i \right) dV + i\omega FT \left( \oint_S N_a \frac{\rho v_i n_i}{\rho_t} dS \right) \right]_{Ист.}^{Кб.} \end{aligned} \quad (80)$$

Математическая модель, приведенная выше, необходимо использовать для исследования шума АТС при воздействии набегающего потока на наружные поверхности АТС,

шум от системы отопления и кондиционирования и вентиляторов системы охлаждения и ОНВ, и газодинамических источников, в которых возникают турбулентности.

На основе вышеизложенного уравнение 62 с учетом аэродинамической составляющей примет следующий вид:

$$\begin{aligned}
 I_{\text{ОП}}^{\text{ВВАО}} = & \frac{4W_{\text{Ист.}}^{\text{М.О.}}}{\sum A^{\text{ВВАО}}} \left( \left[ \frac{1}{ab} \int_0^{a/2} \int_0^{b/2} \frac{dy dz \cos^n \varphi_1}{(R_1^2 + y^2 + z^2)} + \frac{1}{cb} \int_0^{c/2} \int_0^{b/2} \frac{dx dz \cos^n \varphi_2}{(R_2^2 + x^2 + z^2)} + \frac{1}{ac} \int_0^{a/2} \int_0^{c/2} \frac{dx dy \cos^n \varphi_3}{(R_3^2 + x^2 + y^2)} \right]_{\text{М.О.}} \right. \\
 & + \left. \frac{4\gamma^{\text{М.О.}}(1 - \delta^{\text{М.О.}})}{\sum A^{\text{М.О.}}} \right) \alpha_{\text{Пан.}i}^{\text{М.О.}} S_{\text{Пан.}i}^{\text{М.О.}} \cdot \sum_{j=1} \beta_{\text{Отв.}j}^{\text{М.О.}} S_{\text{Отв.}j}^{\text{М.О.}} \cdot \sum_{k=1} \beta_{\text{Пр.}k}^{\text{М.О.}} S_{\text{Пр.}k}^{\text{М.О.}} \cdot \sum_{l=1} \beta_{\text{Щ.}l}^{\text{М.О.}} S_{\text{Щ.}l}^{\text{М.О.}} \\
 & + \frac{4W_{\text{Ист.}}^{\text{П.П.}}}{\sum A^{\text{ВВАО}}} \left( \left[ \frac{1}{ab} \int_0^{a/2} \int_0^{b/2} \frac{dy dz \cos^n \varphi_1}{(R_1^2 + y^2 + z^2)} + \frac{1}{cb} \int_0^{c/2} \int_0^{b/2} \frac{dx dz \cos^n \varphi_2}{(R_2^2 + x^2 + z^2)} \right. \right. \\
 & \left. \left. + \frac{1}{ac} \int_0^{a/2} \int_0^{c/2} \frac{dx dy \cos^n \varphi_3}{(R_3^2 + x^2 + y^2)} \right]_{\text{П.П.}} + \frac{4\gamma^{\text{П.П.}}(1 - \delta^{\text{П.П.}})}{\sum A^{\text{П.П.}}} \right) \alpha_{\text{Пан.}i}^{\text{П.П.}} S_{\text{Пан.}i}^{\text{П.П.}} \cdot \sum_{j=1} \beta_{\text{Отв.}j}^{\text{П.П.}} S_{\text{Отв.}j}^{\text{П.П.}} \\
 & \cdot \sum_{k=1} \beta_{\text{Пр.}k}^{\text{П.П.}} S_{\text{Пр.}k}^{\text{П.П.}} \cdot \sum_{l=1} \beta_{\text{Щ.}l}^{\text{П.П.}} S_{\text{Щ.}l}^{\text{П.П.}} \\
 & + \frac{4W_{\text{Ист.}}^{\text{Б.О.}}}{\sum A^{\text{ВВАО}}} \left( \left[ \frac{1}{ab} \int_0^{a/2} \int_0^{b/2} \frac{dy dz \cos^n \varphi_1}{(R_1^2 + y^2 + z^2)} + \frac{1}{cb} \int_0^{c/2} \int_0^{b/2} \frac{dx dz \cos^n \varphi_2}{(R_2^2 + x^2 + z^2)} \right. \right. \\
 & \left. \left. + \frac{1}{ac} \int_0^{a/2} \int_0^{c/2} \frac{dx dy \cos^n \varphi_3}{(R_3^2 + x^2 + y^2)} \right]_{\text{Б.О.}} + \frac{4\gamma^{\text{Б.О.}}(1 - \delta^{\text{Б.О.}})}{\sum A^{\text{Б.О.}}} \right) \alpha_{\text{Пан.}i}^{\text{Б.О.}} S_{\text{Пан.}i}^{\text{Б.О.}} \cdot \sum_{j=1} \beta_{\text{Отв.}j}^{\text{Б.О.}} S_{\text{Отв.}j}^{\text{Б.О.}} \\
 & \cdot \sum_{k=1} \beta_{\text{Пр.}k}^{\text{Б.О.}} S_{\text{Пр.}k}^{\text{Б.О.}} \cdot \sum_{l=1} \beta_{\text{Щ.}l}^{\text{Б.О.}} S_{\text{Щ.}l}^{\text{Б.О.}} \\
 & + \frac{4W_{\text{Аэр.}}}{\sum A^{\text{ВВАО}}} \left( \left[ \frac{1}{ab} \int_0^{a/2} \int_0^{b/2} \frac{dy dz \cos^n \varphi_1}{(R_1^2 + y^2 + z^2)} + \frac{1}{cb} \int_0^{c/2} \int_0^{b/2} \frac{dx dz \cos^n \varphi_2}{(R_2^2 + x^2 + z^2)} \right. \right. \\
 & \left. \left. + \frac{1}{ac} \int_0^{a/2} \int_0^{c/2} \frac{dx dy \cos^n \varphi_3}{(R_3^2 + x^2 + y^2)} \right]_{\text{Аэр.}} + \frac{4\gamma^{\text{Аэр.}}(1 - \delta^{\text{Аэр.}})}{\sum A^{\text{Аэр.}}} \right) \alpha_{\text{Пан.}i}^{\text{Аэр.}} S_{\text{Пан.}i}^{\text{Аэр.}} \cdot \sum_{j=1} \beta_{\text{Отв.}j}^{\text{Аэр.}} S_{\text{Отв.}j}^{\text{Аэр.}} \\
 & \cdot \sum_{k=1} \beta_{\text{Пр.}k}^{\text{Аэр.}} S_{\text{Пр.}k}^{\text{Аэр.}} \cdot \sum_{l=1} \beta_{\text{Щ.}l}^{\text{Аэр.}} S_{\text{Щ.}l}^{\text{Аэр.}}
 \end{aligned} \tag{81}$$

где  $\gamma^{\text{Аэр.}}$  - коэффициент, показывающие неравномерность звукового поля от аэродинамического источника;

$\delta^{\text{Аэр.}}$  - средний коэффициент звукопоглощения при воздействии аэродинамического источника;

$A^{\text{М.О.}}$  - эквивалентная площадь звукопоглощения панелей кузова у источников аэродинамического происхождения;

$\alpha_{\text{Пан.}i}^{\text{Аэр.}}$ ,  $\beta_{\text{Отв.}j}^{\text{Аэр.}}$ ,  $\beta_{\text{Пр.}k}^{\text{Аэр.}}$  и  $\beta_{\text{Щ.}l}^{\text{Аэр.}}$  - коэффициенты звукопроводности  $i$  -ой панели у источника аэродинамического происхождения,  $j$  -го отверстия,  $k$  -го проема и  $l$  -ой щели панели у источника аэродинамического происхождения;

$S_{\text{Пан.}i}^{\text{М.О.}}$ ,  $S_{\text{Отв.}j}^{\text{М.О.}}$ ,  $S_{\text{Пр.}k}^{\text{М.О.}}$  и  $S_{\text{Щ.}l}^{\text{М.О.}}$  - площади  $i$  -ой панели у источника аэродинамического происхождения,  $j$  -го отверстия,  $k$  -го проема и  $l$  -ой щели;

Математические модели путей распространения звуковой вибрации

Колебательная энергия, распространяясь от источников по путям распространения претерпевает изменения как по амплитуде, так и по фазе. Соответственно входной механический импеданс точек крепления источников на путях распространения, глобальный механический импеданс путей распространения, локальные резонансы излучающих поверхностей путей распространения и акустическая проницаемости путей распространения напрямую влияют на колебательную энергию, воздействующую на главного пассажира. В связи с чем необходимо рассматривать динамические подсистемы путей распространения колебаний и вторичных источников колебаний как единую динамическую подсистему, которую можно охарактеризовать передаточными функциями. Соответственно, математические модели путей распространения звуковой вибрации основываются на решении уравнения 18. При этом отклик в любой точки кузова может быть выражена как линейная комбинация каждой формы колебаний в модальной постановке (модальная постановка решения задачи приведена в работе [24]). Соответственно для точки  $i$  кузова отклик определяется из следующего выражения:

$$\zeta_i(\omega) = \sum_{j=1}^k \Theta_{ij} P_j(\omega) \quad (82)$$

где  $\Theta_{ij}$  – коэффициент формы колебаний точки  $i$  кузова для  $j$ -ой частоты формы колебаний кузова и  $P_j(\omega)$  – модальная координата для  $j$ -ой частоты формы колебаний кузова. Для кузова, состоящей из  $k$  степеней свободы, матрица коэффициента формы для  $j$ -ой формы колебаний кузова определяется из выражения:

$$\Lambda_j = [\Theta_1 \ \Theta_2 \ \Theta_3 \ \dots \ \Theta_j \ \dots \ \Theta_k]^T \quad (83)$$

где  $\Lambda_j$  – модальный вектор  $j$ -ой частоты;

$\Theta_j$  – формы колебания  $j$ -ой частоты.

Соответственно, модальная матрица кузова определяется из следующего выражения:

$$H_{\text{Кузов}} = [\Lambda_1 \ \Lambda_2 \ \Lambda_3 \ \dots \ \Lambda_j \ \dots \ \Lambda_k] \quad (84)$$

Следует отметить, что модальная координата  $V_j$  представляет собой вклад  $j$ -ой формы колебаний в отклик. Сложив все модальные координаты, можно получить матрицу модальных координат, которая выражается следующим образом:

$$\Gamma_j = [P_1 \ P_2 \ P_3 \ \dots \ P_j \ \dots \ P_k]^T \quad (85)$$

Связь между физическими координатами и модальными координатами описывается выражением:

$$E = H_{\text{Кузов}} \Gamma \quad (86)$$

Подставив уравнение 86 в 18 получим.

$$(-\omega^2 [M] + i\omega [B] + [K]) H_{\text{Кузов}} \Gamma = F(\omega) \quad (87)$$

Из-за низкого демпфирования формы колебания кузова АТС могут рассматриваться как действительные формы, соответственно демпфирование принимается пропорциональным. Умножая обе стороны уравнения 87 на  $H_{\text{Кузов}}^T$ , связанная система в физической координате переводится в расцепленную систему в модальных координатах, и вышеприведенное уравнение в модальных координатах примет следующий вид:

$$(-\omega^2 [M_j] + i\omega [B_j] + [K_j]) \Gamma = F_j(\omega) \quad (88)$$

где  $[M_j]$ ,  $[B_j]$  и  $[K_j]$  – матрица модальных масс, матрица модального демпфирования и матрица модальных жесткостей в модальных координатах, соответственно. Все они являются диагональными матрицами, которых можно описать выражениями 89-91:

$$[M_j] = H_{\text{Кузов}}^T [M] H_{\text{Кузов}} = \begin{bmatrix} M_1 & & & & \\ & \ddots & & & \\ & & M_j & & \\ & & & \ddots & \\ & & & & M_k \end{bmatrix} \quad (89)$$

$$[B_j] = H_{\text{кузов}}^T [B] H_{\text{кузов}} = \begin{bmatrix} B_1 & & & & \\ & \ddots & & & \\ & & B_j & & \\ & & & \ddots & \\ & & & & B_k \end{bmatrix} \quad (90)$$

$$[K_j] = H_{\text{кузов}}^T [K] H_{\text{кузов}} = \begin{bmatrix} K_1 & & & & \\ & \ddots & & & \\ & & K_j & & \\ & & & \ddots & \\ & & & & K_k \end{bmatrix} \quad (91)$$

$F_j(\omega)$  - вектор силового воздействия в модальной координате, который описывается следующим выражением:

$$F_j(\omega) = H_{\text{кузов}}^T F(\omega) = [f_1 \ f_2 \ f_3 \ \dots \ f_j \ \dots \ f_k]^T \quad (92)$$

Для  $j$ -ой формы колебаний, уравнение 88 примет следующий вид:

$$(-\omega^2 M_j + i\omega B_j + K_j) P_j = f_j \quad (93)$$

где  $M_j, B_j$  и  $K_j$  - масса, демпфирование и жесткость  $j$  - ой формы колебаний.  $f_j$ - силы  $j$  - ой формы колебаний, определяемая из выражения:

$$f_j = \Lambda_j^T F(\omega) \quad (94)$$

Предположим, что кузов возбуждается только в точке  $A$ , соответственно выражение  $F = [f_1 \ f_2 \ f_3 \ \dots \ f_j \ \dots \ f_k]^T$  примет следующий вид:

$$F = [0 \ 0 \ 0 \ \dots \ f_A \ \dots \ 0]^T \quad (95)$$

Соответственно уравнение 94 преобразуется в следующее выражение:

$$f_j = \Lambda_{Aj} f_A(\omega) \quad (96)$$

Подставляя уравнение 96 в уравнение 93, получим отклик для  $j$  - ой формы колебаний:

$$P_j = \frac{\Lambda_{Aj} f_A(\omega)}{-\omega^2 M_j + i\omega B_j + K_j} \quad (97)$$

Для получения отклика в точке  $i$ , при возбуждении точки  $A$  необходимо подставить уравнение 97 в уравнение 82:

$$\zeta_i(\omega) = \sum_{j=1}^k \frac{\Lambda_{ij} \Lambda_{Aj} f_A(\omega)}{-\omega^2 M_j + i\omega B_j + K_j} \quad (98)$$

Соответственно, структурная передаточная функция при возбуждении точки  $A$  и отклик в точки  $i$  кузова АТС определяется из нижеследующего выражения:

$$H_{iA}^{\text{Стр.}}(\omega) = \frac{\zeta_i(\omega)}{f_A(\omega)} = \sum_{j=1}^k \frac{\Lambda_{ij} \Lambda_{Aj}}{-\omega^2 M_j + i\omega B_j + K_j} \quad (99)$$

Для увеличения сходимости расчетных моделей, предлагается в качестве граничных условий задавать свойства материалов полученных по результатам экспериментальных исследований, а также использовать рекомендации автора, приведенные по результатам валидационных работ в публикации [25, 26].

При структурной передаче колебаний с последующим излучением шума металлическими панелями кузова ограничивающих ВВАО (панель крыши, панели дверей, перегородки, щиток моторного отсека, панели пола, арки колес и другие) и неметаллическими крупногабаритными деталями интерьера (панель приборов, передние и задние консоли, обивки дверей, обивка потолка и другие) уравнение 18 с учетом примет следующий вид:

$$\left[ -\omega^2 \begin{pmatrix} M & 0 \\ M_{\text{Связь}} & M_{\text{ВВАО}} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} K & K_{\text{Связь}} \\ 0 & K_{\text{ВВАО}} \end{pmatrix} \right] \begin{Bmatrix} u(\omega) \\ 0 \end{Bmatrix} = \{F(\omega)\} \quad (100)$$

где  $[M_{\text{ВВАО}}]$  и  $[M_{\text{Связь}}]$  - матрица масс ВВАО и связи между структурой и ВВАО;  
 $[K_{\text{ВВАО}}]$  и  $[K_{\text{Связь}}]$  - матрица жесткости ВВАО и связи между структурой и ВВАО;

После преобразования Лапласа уравнение 100 запишем передаточную функцию при силовом возбуждении на кузов АТС, а отклик фиксируем в ВВАО.

$$H_{\text{ФПШ}}(\omega) = \sum_{i=1}^{\infty} (-1)^i L^T \left( \begin{pmatrix} K & K_{\text{Связь}} \\ 0 & K_{\text{ВВАО}} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} M & 0 \\ M_{\text{Связь}} & M_{\text{ВВАО}} \end{pmatrix} \right)^i \begin{pmatrix} K & K_{\text{Связь}} \\ 0 & K_{\text{ВВАО}} \end{pmatrix}^{-1} \begin{Bmatrix} u(\omega) \\ 0 \end{Bmatrix} (\omega)^{2i} \quad (101)$$

Перейдем к рассмотрению моделей источников воздушного и звуковой вибрации, распространяющихся по путям передачи и начнем с описания источников структурного и воздушного шума в АТС.

Источники шума и звуковой вибрации, а также их математические модели воздействия на водителя и пассажиров

Источниками шума и звуковой вибрации АТС являются ДВС, СВОГ, СВ, вентиляторы систем охлаждения ДВС и ОНВ, узлы и агрегаты трансмиссии, подвеска АТС, рулевое управление, климатическая система, электромеханические оборудования интерьера, акустическое излучение, возникающее от взаимодействия набегающего потока с обтекаемыми поверхностями АТС и акустическое излучение, возникающее от взаимодействия протектора шин с поверхностью дорожного полотна. Иллюстрация источников приведена на рисунке 8.

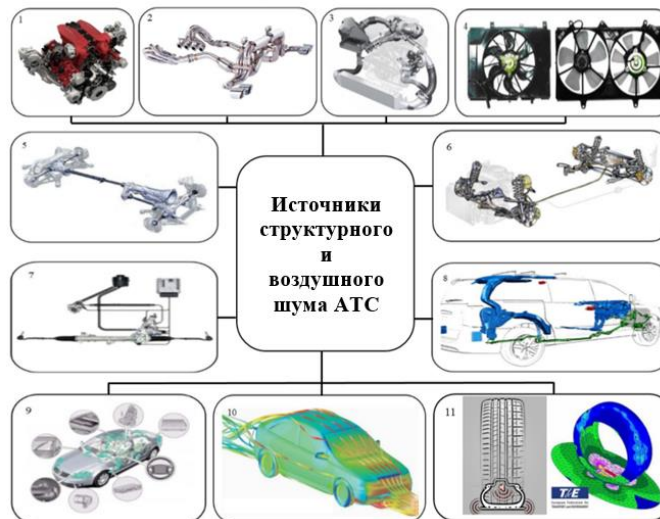


Рисунок 8. Источники шума и звуковой вибрации АТС: 1 – ДВС, 2 – СВОГ, 3 – СВ, 4 – вентиляторы систем охлаждения ДВС и ОНВ, 5 – узлы и агрегаты трансмиссии, 6 – подвеска АТС, 7 – рулевое управление, 8 – климатическая система, 9 – электромеханические оборудования интерьера, 10 – акустическое излучение, возникающее от взаимодействия набегающего потока с обтекаемыми поверхностями АТС и 11 – акустическое излучение, возникающее от взаимодействия протектора шин с поверхностью дорожного полотна.

Причиной акустического излучения СВОГ является истечение через выпускной клапан отработавших газов, обладающих высокой внутренней энергией. Непосредственно за клапаном формируется волна давления, которая имеет значительную амплитуду. Это приводит к возбуждению собственных колебаний элементов конструкции СВОГ и объемов газа, заключенных в системе. При течении потока газа на неровностях трубопровода происходит срыв вихрей, что вызывает дополнительное образование шума.

Причиной акустического излучения СВ является пульсация поступающего воздуха при разности давления в цилиндре двигателя и атмосферы. Перед впускными клапанами формируется скачок давления, который имеет значительную амплитуду.

Рабочие процессы, протекающие в узлах и агрегатах трансмиссии, формируют звуковую мощность  $W_{\text{транс}}(f)$ . Она излучается коробкой перемены передач, раздаточных коробок передач, ведущими мостами и другими элементами трансмиссии.

Акустическое излучение подвески АТС формируется при обеспечении упругой связи между колесами и кузовом АТС за счет восприятия действующих сил от дорожного полотна. При износе элементов подвески наблюдается увеличение уровня акустического излучения.

При работе рулевого управления акустическое поле формируется насосом гидравлического усилителя руля и/или электродвигателем рулевого механизма.

Причиной акустического излучения климатической системы является истечение воздуха, имеющее большую скорость течения через воздухопроводы, и срыв вихрей с крыльчаток нагнетателя системы.

Электромеханические оборудования интерьера АТС также являются источниками акустического излучения.

Акустическое излучение, возникающее от взаимодействия набегающего потока с обтекаемыми поверхностями АТС, также является одним из источников шума АТС.

Акустическое излучение также возникает от взаимодействия протектора шин с поверхностью дорожного покрытия и резонансом воздуха внутри полости шины при движении.

Исходя из вышеизложенного, перечисленные источники структурного и воздушного шума являются источниками колебаний разного происхождения с разным спектральным составом, при этом они расположены в основном в моторном отсеке и под полом АТС.

На основе вышеизложенного и математических моделей путей распространения воздушного и звуковой вибрации, а также [27-31] разработаны математические модели источников воздушного и звуковой вибрации распространяющиеся по путям передачи с учетом дифракции и влияния подстилающей поверхности приведенных в таблицах 1-2.

Таблица 1

Схема и математические модели источников шума, расположенных в моторном отсеке и воздействующих на ВВАО АТС.



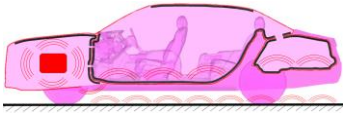
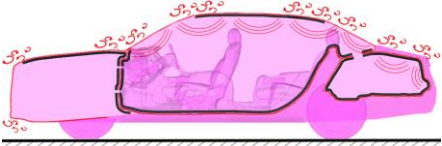
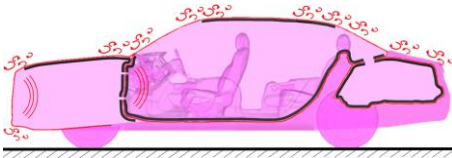
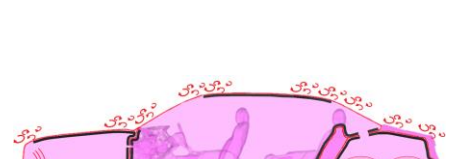
№	Передача шума	Расчетная схема	Математическая модель
1.	Через щиток моторного отсека		$L_{\text{Ист.}}^{\text{М.О.}} + 10 \log \left( \frac{\chi}{S_{\text{О.М.О.}}} + \frac{4\gamma^{\text{М.О.}}}{B_{\text{Пан.М.О.}}} \right) \left( \frac{S_{\text{Щ.М.О.}} \cdot \gamma^{\text{ВВАО}}}{A_{\text{ВВАО}}} \right) - TL_{\text{Щ.М.О.}} + 6$
2.	Через ограждение капота		$L_{\text{Ист.}}^{\text{М.О.}} + 10 \log \left( \frac{\chi}{S_{\text{О.М.О.}}} + \frac{4\gamma^{\text{М.О.}}}{B_{\text{Пан.М.О.}}} \right) \left( \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{Пан.М.О.}i}}{A_{\text{ВВАО}}} \right) - 10 \log \left( \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{Пан.М.О.}i} \cdot 10^{-0,1(TL_{\text{Пан.М.О.}i} + t_{\text{Пан.М.О.}i})}}{\sum_{i=1}^m S_{\text{Пан.М.О.}i}} \right) - 10 \log \left( \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{Пан.ВВАО}i} \cdot 10^{-0,1(TL_{\text{Пан.ВВАО}i} + t_{\text{Пан.ВВАО}i})}}{\sum_{i=1}^m S_{\text{Пан.ВВАО}i}} \right) + 6$
3.	Через нижний проем моторного отсека		$L_{\text{Ист.}}^{\text{М.О.}} + 10 \log \left( \frac{\chi}{2\pi r_{\text{Ист.М.О.}}^2} + \frac{4\gamma^{\text{М.О.}}}{B_{\text{Пан.М.О.}}} \right) \left( \frac{S_{\text{Проем}} \cdot \gamma^{\text{ВВАО}} K}{A_{\text{ВВАО}}} \right) - 20 \log \sqrt{h_{\text{ДВ}}^2 + \left( \frac{R}{2} \right)^2} - TL_{\text{Пол}}$

Таблица 2

Схема и математические модели источников шума аэродинамического происхождения, воздействующих на ВВАО АТС

№	Передача шума	Расчетная схема	Математическая модель
1.	Через панели пола салона и багажного отделения		$L_{\text{Ист.}}^{\text{Аэр.}} + 10 \log \left( \frac{R}{l} \right) \left( \frac{S_{\text{Пан.ВВАО}} \cdot \gamma^{\text{ВВАО}}}{A_{\text{ВВАО}}} \right)$

2.	Через нижний проем моторного отсека		$L_{\text{Ист.}}^{\text{Аэр.}} + 10 \log \left( \frac{\chi}{2\pi r_{\text{Ист.М.О.}}^2} + \frac{4\gamma^{\text{М.О.}}}{B_{\text{Пан.М.О.}}} \right) \left( \frac{S_{\text{Щ.М.О.}} \cdot \gamma^{\text{ВВАО}}}{A_{\text{ВВАО}}} \right) - TL_{\text{Щ.М.О.}} + 6$
3	Через нижний проем моторного отсека		$L_{\text{Ист.}}^{\text{Аэр.}} + 10 \log \left( \frac{\chi}{2\pi r_{\text{Ист.М.О.}}^2} + \frac{4\gamma^{\text{М.О.}}}{B_{\text{Пан.М.О.}}} \right) \left( \frac{S_{\text{Проем}} \cdot \gamma^{\text{ВВАО}} K}{A_{\text{ВВАО}}} \right) + 10 \log \left( \frac{R}{l} \right) \left( \frac{S_{\text{Пан.ПОЛА}} \cdot \gamma^{\text{ВВАО}}}{A_{\text{ВВАО}}} \right) - 20 \log \sqrt{h_{\text{ПРОЕМ}}^2 + \left( \frac{R}{2} \right)^2} - TL_{\text{ПОЛ}}$

где  $L_{\text{Ист.}}^{\text{М.О.}}$ ,  $L_{\text{Ист.}}^{\text{П.С.Б.О.}}$  и  $L_{\text{Ист.}}^{\text{Аэр.}}$  - акустическая мощность источника, расположенного в МО, под АТС и в местах образования АА источников;

$\gamma^{\text{М.О.}}$  и  $\gamma^{\text{ВВАО}}$  - экспериментальная поправка, учитывающая неравномерность звукового поля в МО и во ВВАО;

$B_{\text{Пан.М.О.}}$  - постоянная панели кузова МО, м<sup>2</sup>;

$S_{\text{О.М.О.}}$ ,  $S_{\text{Щ.М.О.}}$ ,  $S_{\text{Пан.М.О.i}}$ ,  $S_{\text{Пан.ВВАО.i}}$ ,  $S_{\text{Проем}}$  и  $S_{\text{Пан.ПОЛА}}$  - общая площадь излучающих панелей МО, площадь щитка МО, площадь i-ой излучающей панели МО, площадь i-ой излучающей панели ограждающих ВВАО, площадь нижнего проема МО, площадь панели пола, м<sup>2</sup>;

$TL_{\text{Щ.М.О.}}$ ,  $TL_{\text{ПОЛ}}$  и  $TL_{\text{Пан.ВВАО.i}}$  - потери передач щитка МО, потери передач пола и потери передач i-ой панели ограждения ВВАО, дБ;

$t_{\text{Пан.М.О.i}}$  и  $t_{\text{Пан.ВВАО.i}}$  - добавка к потере передач i-ой панели МО и ограждения ВВАО в зависимости от расположения к источнику.

$h_{\text{ПРОЕМ}}$  - расстояние от проема моторного отсека до подстилающей поверхности, м;

$R$  - расстояние от проема МО до пола ВВАО, м;

На основании разработанных схем и математических моделей (таблицы 1-3) запишем уравнение источника шума, в частности ДВС, расположенного в МО и воздействующего на водителя и пассажиров:

$$L_{\text{ДВС}}^{\text{ВВАО}} = 3L_{\text{ДВС}}^{\text{М.О.}} + \left[ 10 \log \left( \frac{\chi}{S_{\text{О.М.О.}}} + \frac{4\gamma^{\text{М.О.}}}{B_{\text{Пан.М.О.}}} \right) \left( \frac{S_{\text{Щ.М.О.}} \cdot \gamma^{\text{ВВАО}}}{A_{\text{ВВАО}}} \right) - TL_{\text{Щ.М.О.}} + 6 \right]_{\text{ДВС}} + \left[ 10 \log \left( \frac{\chi}{S_{\text{О.М.О.}}} + \frac{4\gamma^{\text{М.О.}}}{B_{\text{Пан.М.О.}}} \right) \left( \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{Пан.М.О.i}}}{A_{\text{ВВАО}}} \right) - 10 \log \left( \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{Пан.М.О.i}}}{\sum_{i=1}^n S_{\text{Пан.М.О.i}} \cdot 10^{-0,1(TL_{\text{Пан.М.О.i}} + t_{\text{Пан.М.О.i}})}} \right) - 10 \log \left( \frac{\sum_{i=1}^m S_{\text{Пан.ВВАО.i}}}{\sum_{i=1}^m S_{\text{Пан.ВВАО.i}} \cdot 10^{-0,1(TL_{\text{Пан.ВВАО.i}} + t_{\text{Пан.ВВАО.i}})}} \right) + 6 \right]_{\text{ДВС}} + \left[ 10 \log \left( \frac{\chi}{2\pi r_{\text{Ист.М.О.}}^2} + \frac{4\gamma^{\text{М.О.}}}{B_{\text{Пан.М.О.}}} \right) \left( \frac{S_{\text{Проем}} \cdot \gamma^{\text{ВВАО}} K}{A_{\text{ВВАО}}} \right) - 20 \log \sqrt{h_{\text{ДВ}}^2 + \left( \frac{R}{2} \right)^2} - TL_{\text{ПОЛ}} \right]_{\text{ДВС}} \quad (102)$$

Аналогичным образом запишем уравнения для остальных источников воздушного шума и звуковой вибрации, расположенных в МО.

Запишем уравнение источника шума, в частности ЗР, расположенного под днищем АТС и воздействующего на водителя и пассажиров:

$$L_{3P}^{П.С.Б.О.} = 2L_{3P}^{П.С.Б.О.} + \left[ 10 \log \left( \frac{R}{1} \right) \left( \frac{S_{Пан.ПОЛА} \cdot \gamma^{ВВАО} K}{A_{ВВАО}} \right) - 20 \log \sqrt{h_{ПРОЕМ}^2 + \left( \frac{R}{2} \right)^2} - TL_{ПОЛ} + 1 \right]_{3P} \quad (103)$$

$$+ \left[ 10 \log \left( \frac{\chi}{2\pi r_{Ист.М.О.}^2} + \frac{4\gamma^{М.О.}}{B_{Пан.М.О.}} \right) \left( \frac{S_{ПРОЕМ} \cdot \gamma^{ВВАО} K}{A_{ВВАО}} \right) - 20 \log \sqrt{h_{ПРОЕМ}^2 + \left( \frac{R}{2} \right)^2} - TL_{ПОЛ} \right]_{3P}$$

Другие источники воздушного шума и звуковой вибрации, расположенные под салоном АТС, записываются аналогичным образом.

Для источников шума аэродинамического происхождения, в частности, расположенного у стойки А уравнение примет следующий вид:

$$L_{Аэр.}^A = 3L_{Ист.}^{Аэр.} + \left[ 10 \log \left( \frac{R}{1} \right) \left( \frac{S_{Пан.ВВАО} \cdot \gamma^{ВВАО}}{A_{ВВАО}} \right) \right]_{Аэр.}$$

$$+ \left[ 10 \log \left( \frac{\chi}{2\pi r_{Ист.М.О.}^2} + \frac{4\gamma^{М.О.}}{B_{Пан.М.О.}} \right) \left( \frac{S_{Щ.М.О} \cdot \gamma^{ВВАО}}{A_{ВВАО}} \right) - TL_{Щ.М.О.} + 6 \right]_{Аэр.}$$

$$+ \left[ 10 \log \left( \frac{\chi}{2\pi r_{Ист.М.О.}^2} + \frac{4\gamma^{М.О.}}{B_{Пан.М.О.}} \right) \left( \frac{S_{ПРОЕМ} \cdot \gamma^{ВВАО} K}{A_{ВВАО}} \right) + 10 \log \left( \frac{R}{1} \right) \left( \frac{S_{Пан.ПОЛА} \cdot \gamma^{ВВАО}}{A_{ВВАО}} \right) \right. \quad (104)$$

$$\left. - 20 \log \sqrt{h_{ПРОЕМ}^2 + \left( \frac{R}{2} \right)^2} - TL_{ПОЛ} \right]_{Аэр.}$$

Аналогичным образом записываются источники шума аэродинамического происхождения в других местах образования аэроакустических источников.

Выводы по главе

Предложено АТС рассматривать как сложную динамическую систему, состоящую из отдельных динамических подсистем: источников шума и звуковой вибрации, путей распространения шума и звуковой вибрации, и образования сложных акустических полей в салоне АТС. Показано, что рассматриваемая подсистема (пути распространения шума и звуковой вибрации) можно представить как линейную систему с постоянными параметрами и несколькими входами.

Предложены физические модели исследуемых специфических процессов соответствующих АТС. Вход в систему принят детерминированным, а источник - пространственный излучатель. Для источников, расположенных под панелями пола салона и багажного отделения необходимо учитывать влияния подстилающей поверхности;

Обобщенное решение задач о путях распространения позволило описать распространение продольной волны в среде, где поле давления можно определить, при условии, что в каждой точке граничной поверхности среды задано одно граничное условие.

Предложены граничные условия позволяющие исследовать поля давлений, формируемое внутри салона АТС;

Разработаны математические модели распространения шума для специфических процессов соответствующих АТС: излучения звука из моторного, под полом салона, под панелями багажного отделения, а также при воздействии набегающего потока в салон АТС;

Разработаны математические модели распространения звуковой вибрации для специфических процессов соответствующих АТС, в частности позволяющая определить отклик в контрольной точке кузова при возбуждении любой точки кузова. Особенность моделей заключается в использовании результатов экспериментальных данных материалов, используемых в моделях и рекомендаций по моделированию кузова АТС;

Разработаны три основные расчетные схемы проникновения звука в салон АТС от источников, расположенных в МО, под салоном и от аэроакустических источников;

Разработаны математические модели источников шума и звуковой вибрации, описывающие образование звуковых полей в салоне АТС с учётом: подстилающей поверхности; направленности источников звука, акустических свойств панелей кузова и МО, площадей излучающих поверхностей и дифракционных свойств моторного отсека и салона АТС.

\*\*\*

1. Maekawa, Z. Noise reduction by distance from sources of various shapes / Z. Maekawa // *Applied Acoustics*, 3(3), 225–238. doi:10.1016/0003-682x(70)90027-7
2. Пороженко, М.А. Звукоизолирующие кожухи для производственного оборудования / М.А. Пороженко // Сб. науч. Труд/НИИСФ, вып.3, Москва, 1973. – 32 С.
3. Jackson, R.S. The performance of acoustic floods at low frequencies / R.S. Jackson // *Acustica*, 1962, v.12, №3, pp 139-152.
4. Клюкин, И.И. Об оценке эффективности звукоизолирующих кожухов для механизмов и о некоторых способах ее увеличения / И.И. Клюкин // *Известия ЛЭТИ*, 1968, №55, с. 264-275.
5. Tweed, L. W., Tree, D. R. Three Methods for Predicting the Insertion Loss of Close-Fitting Acoustical Enclosures / L.W. Tweed, D.R. Tree // *Noise Control Engineering*, 10(2), pp 74-79. doi:10.3397/1.2832088
6. Осипов Г.Л. Строительно-акустические методы борьбы с шумом при проектировании зданий и территорий застройки: диссертация ... доктора технических наук: 05.23.10. - Москва, 1976. - 465 с.
7. Алексеев, С.П. Борьба с шумом и вибрацией в машиностроении / С.П. Алексеев, А.М. Казаков, Н.Н. Колотилов. – Москва: Машиностроение, 1970. – 208 с.:
8. Тартаковский Б.Д. Об акустике смежных помещений / Борьба с шумом и звуковой вибрацией: Мат. семинара. - М.: Знание, 1979. - С. 97-110.
9. Иванов, Н.И. Борьба с шумом и вибрациями в строительстве / Н. И. Иванов. - Л.: Строительное производство, 1972. - 34 с.
10. Седов, М. С. Звукоизоляция конструкций зданий : сб. ст. / под ред. д-ра техн. наук М. С. Седова. – Горький : [б. и.], 1974. – 82 с.
11. Шелухин, М.И. и Осипов, Г.Л. Об излучаемой мощности источника / М.И. Шелухин и Г.Л. Осипов // *Строительная акустика: Труды/НИИСФ, вып. XXXII. М., 1978, С. 20-26.*
12. Контюри, Л. Акустика в строительстве / Л. Контюри ; пер. с фр. А. В. Рабиновича под ред. В. В. Фурдуева. - М. : Гос. изд-во литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1960. - 235 с.
13. Никифоров, А. С. Вибропоглощение на судах / А. С. Никифоров. – Ленинград : Судостроение, 1979. – 184 с.
14. Рахматов, Р.И. Методика разработки и валидация расчетной модели внутреннего воздушного акустического объема транспортных средств / Р.И. Рахматов // *НАУЧНЫЙ АСПЕКТ № 6 2024. – Самара: Изд-во ООО «Аспект», 2024 . Т53 . 6834-6860 с.*
15. Рахматов, Р.И., Ликеев А.П. Комплексные исследования виброакустических характеристик транспортно-технологических средств и комплексов на примере автотранспортного средства / Р.И. Рахматов и А.П. Ликеев // *Труды НАМИ. 2024;(2):43-65. https://doi.org/10.51187/0135-3152-2024-2-43-65.*
16. Attenborough, K. Ground parameter information for propagation modeling / K. Attenborough // *The Journal of the Acoustical Society of America*, 92(1), 418–427. doi:10.1121/1.404251
17. Bérengier, M. C., Stinson, M. R., Daigle, G. A., & Hamet, J. F. (1997). Porous road pavements: Acoustical characterization and propagation effects. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 101(1), 155–162. doi:10.1121/1.417998.
18. Справочник по контролю промышленных шумов. Под ред. В.В.Клюева, Изд. Машиностроение. 1979 г.
19. Юдин Е.И. и др. Борьба с шумом / Е. Я. Юдин и др. // – Москва: Стройиздат, 1964. – 701 с
20. Бородинский, А.С. Снижение структурного шума в судовых помещениях / А.С. Бородинский, В.М. Спиридонов. - Л.: Судостроение, 1974.-220 с.
21. Иванов, Н.И. Борьба с шумом и вибрациями на путевых и строительных машинах / Н. И. Иванов. - М.: Транспорт, 1979. - 272 с.
22. Ляпунов В.Т., Никифоров А.С. Виброизоляция в судовых конструкциях. 1975. 232 с.
23. Rakhmatov R.I. Vehicle structural analysis calculation method development in order to improve noise-vibration-harshness characteristics / R.I. Rakhmatov and V.E. Krutolapov // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 867 (2021), №012105. DOI: 10.1088/1755-1315/867/1/012105
24. Rakhmatov R.I. Vehicle structural analysis calculation method development in order to improve noise-vibration-harshness characteristics / V.E. Krutolapov // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 867 (2021), №012105. DOI: 10.1088/1755-1315/867/1/012105
25. Рахматов Р.И. Исследования локального механического импеданса зон крепления основных и второстепенных источников динамического возбуждения транспортно-технологических средств и комплексов на примере кузова автотранспортного средства // *Научный аспект. 2024. Т. 53. № 6. С. 6861-6880.*

26. Рахматов Р.И., Тремясов В.В., Ликеев А.П., Малкин И.В., Казаков А.В., Кузьмин А.О. Исследования модальных характеристик с целью комплексной валидации расчётной модели на примере кузова современного автотранспортного средства. Труды НАМИ. 2023;(3):6-32. <https://doi.org/10.51187/0135-3152-2023-3-6-32>
27. Иванов, Н. И. Борьба с шумом и вибрациями на путевых и строительных машинах / Н. И. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1987. – 223с.
28. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом [Электронный ресурс]: учебник/Иванов Н.И. - М.: Логос, 2008. - (Новая университетская библиотека).
29. Иванов, Н.И. Основы виброакустики: учебник для вузов / Н.И. Иванов, А. С. Никифоров. – СПб.: Политехника, 2000. – 482 с.: ил.
30. Иванов, Н.И. Борьба с шумом и вибрациями на путевых и строительных машинах. / Иванов Н.И. – М., «Транспорт», 1979, –272 с.
31. A Craggs, 'The Transient Response of a coupled Plate-Acoustic System using Plate and Acoustic Finite Elements', Journal of Sound and Vibration, 15, pp 509-528, 1971.

**Уханаев Л.А.**

**Автоматизированное проектирование групповых технологических процессов  
обработки деталей**

*Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления  
(Россия, Улан-Удэ)*

**Аннотация**

В статье рассматривается разработка автоматизированного проектирования групповых технологических процессов обработки деталей. Комплексное изделие, являющееся обобщённой моделью изделий группы, служит основой для построения универсального технологического процесса, применяемого ко всем изделиям группы с минимальными корректировками. Описаны цели автоматизации — сокращение времени разработки, повышение точности и упрощение планирования производства. Рассматриваются понятия технологического процесса, технологической операции и особенности применения групповой технологии. Отдельное внимание уделено трудностям внедрения групповой технологии и преимуществам автоматизации. В статье также изложен план создания специализированной программы для проектирования группового техпроцесса обработки деталей, направленной на повышение эффективности производства.

**Ключевые слова:** групповой технологический процесс, автоматизация проектирования, технологическая операция, машиностроение, обработка деталей, специализированная программа, комплексное изделие, производственный процесс, автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП), групповая технология.

**Abstract**

The article discusses the development of automated design of group technological processes for parts machining. A complex product, being a generalized model of the group products, serves as the basis for building a universal technological process applicable to all items of the group with minimal adjustments. The objectives of automation are described — reducing development time, improving accuracy, and simplifying production planning. The concepts of technological process and technological operation, as well as the features of using group technology, are considered. Special attention is paid to the difficulties of implementing group technology and the advantages of automation. The article also presents a plan for creating specialized software for designing group technological processes, aimed at increasing production efficiency.

**Keywords:** group technological process, automated design, technological operation, mechanical engineering, parts machining, specialized software, complex product, production process, automated process control system (APCS), group technology.

В данной статье рассмотрена разработка автоматизированного проектирования групповых технологических процессов обработки деталей, которая облегчает процесс

изготовления комплексного изделия. Комплексное изделие представляет собой своеобразную обобщённую модель, объединяющую характерные черты большинства изделий, вошедших в определённую группу. Чаще всего такое изделие не существует в реальности в полном виде, однако именно оно служит основой для построения универсального технологического процесса. Созданный технологический процесс впоследствии используется при изготовлении всех изделий группы с минимальными корректировками. При этом, изделия, как правило, являются более простыми по конструкции по сравнению с комплексным изделием и изготавливаются согласно разработанному процессу, с возможностью пропуска отдельных технологических переходов в зависимости от конструктивных особенностей. Все изделия, охваченные данным технологическим процессом, производятся серийно, что существенно упрощает планирование производственного процесса и увеличивает его эффективность.

Целью данного проекта является сокращение времени на разработку комплекса групповых технологических операций, выполняемых на специализированных рабочих местах в последовательности технологического маршрута группы изделий и их элементов. За счёт автоматизации проектирования достигается возможность оперативного формирования технологических маршрутов с минимизацией человеческих ошибок, что особенно важно при работе с большим объёмом данных и многочисленными производственными элементами. Автоматизация процесса позволит быстро и безошибочно определить последовательность технологических операций обработки деталей, а также повысит качество подготовки производства за счёт унификации подходов и применения стандартизированных процедур.

Понимание терминологии имеет ключевое значение для эффективной автоматизации. «Технологический процесс» в машиностроении — это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. В качестве предметов труда в данной сфере выступают заготовки, подлежащие обработке. Элементарным элементом технологического процесса является технологическая операция — наименьшая часть процесса, сохраняющая его основные свойства. При дальнейшем разложении операции происходит утрата характеристик, определяющих метод обработки, положенный в основу процесса. Как правило, каждая технологическая операция осуществляется на одном рабочем месте и одним работником, что упрощает организацию производства.

Групповая технологическая операция разрабатывается для выполнения технологически однородных работ, связанных с изготовлением группы изделий на специализированном рабочем месте. Важным условием при этом является возможность частичной подналадки технологической системы для перехода от одного изделия к другому. Применение групповой технологии показывает наибольшую эффективность при увеличении численности технологической группы, поскольку это позволяет более рационально использовать оборудование, снизить издержки на переналадку и сократить время производственного цикла.

Тем не менее, внедрение групповой технологии связано с рядом трудностей. В первую очередь, это необходимость создания крупных технологических групп, что требует сложной организационной работы. Дополнительно возникают проблемы при разработке универсальных приспособлений и наладок, способных учитывать особенности разных изделий. Также при переходе на групповую технологию необходимо более строгое календарное планирование выпуска продукции, поскольку от этого напрямую зависит загрузка специализированных рабочих мест и эффективность производства в целом.

Автоматизация технологического процесса представляет собой совокупность методов и средств, направленных на реализацию системы управления технологическими процессами с минимальным участием человека. Основная цель автоматизации — перераспределение материальных, энергетических и информационных потоков в соответствии с оптимальными критериями управления, что позволяет достигать повышения производительности, качества и экономичности производственного процесса. В результате создания автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) обеспечивается как повышение

эффективности производства, так и уменьшение человеческого фактора, приводящего к ошибкам.

Одной из ключевых оценочных характеристик автоматизации является степень её внедрения в производственный процесс, то есть уровень автоматизации. Чем выше этот уровень, тем меньше требуется участия человека в текущем управлении технологическим процессом, тем более стабильными становятся параметры продукции и тем выше общая эффективность предприятия.

Настоящая работа направлена на решение комплекса взаимосвязанных задач, в числе которых уточнение и закрепление основного понятия «группового технологического процесса», оценка преимуществ автоматизированного проектирования, проведение анализа эффективности применения автоматизированных систем в производстве, а также рассмотрение и разработка специализированной программы для проектирования группового технологического процесса обработки деталей. Основной задачей является создание инструмента, позволяющего существенно упростить работу инженеров-технологов, сократить время подготовки производства и минимизировать возможные ошибки.

Данная работа предполагает решение ряда взаимосвязанных задач:

1. Уточнить основное понятие «Группового технологического процесса».
2. Оценить преимущества и недостатки автоматизированного проектирования.
3. Провести анализ эффективности применения автоматизированного проектирования группового техпроцесса.
4. Рассмотреть специализированную программу для проектирования группового техпроцесса обработки деталей.
5. Разработать проект специализированной программы для проектирования группового техпроцесса обработки деталей.

Разработка такого проекта заключается в том, что применение специального автоматизированного проектирования группового техпроцесса сокращает сроки и расходы на обработку деталей.

\*\*\*

1. Маталин А.А. Технология машиностроения: учебник. — Санкт-Петербург: Лань, 2008. — 512 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т. 1 / А.М. Дальский, А.Г. Косилова и др.; под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва: Машиностроение-1, 2001. — 912 с.
3. Левин В.И., Мухин С.Н. Основы автоматизации технологических процессов. — Москва: Машиностроение, 2002. — 432 с.
4. Курочкин А.В. Автоматизация производственных процессов: учебник. — Москва: ИНФРА-М, 2016. — 368 с.
5. Баранов В.А., Ефремов А.Н. Проектирование технологических процессов в машиностроении: учебник. — Москва: Машиностроение, 2007. — 416 с.
6. Попов В.В., Смирнов И.А. Компьютерная поддержка технологической подготовки производства. — Санкт-Петербург: Питер, 2012. — 304 с.

## РАЗДЕЛ III. ЭНЕРГЕТИКА

Волкова П.В.

### Исследование влияния отключения регенеративных отборов пара на показатели работы турбоагрегата

Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)

#### Аннотация

Проведен анализ работы паротурбинной установки ПТ-135 ТЭЦ ВАЗа с включенной системой регенеративного подогрева турбинного конденсата и питательной воды, и с отключенным «верхним» отбором пара на подогреватель высокого давления. При проведении расчетов было установлено, что отключение регенеративного отбора приведет к снижению экономичности паровой турбины на 3,62 % (с 42,47 до 38,85 %). При этом увеличение мощности турбины составило 8,0 % (с 142,24 до 153,62 МВт).

**Ключевые слова:** паротурбинная установка, параметры пара, регенеративные отборы пара, подогреватели низкого и высокого давления, экономичность, мощность, расходы пара, тепловая схема, турбинный конденсат, питательная вода.

#### Abstract

An analysis of the operation of the steam turbine plant PT-135-130 the thermal power plant of the Volga automobile plant with the turbine condensate and feedwater regenerative heating system turned on and with the "upper" steam extraction to the high-pressure heater P-1 turned off. During the calculations, it was established that the shutdown of regenerative extraction will lead to a decrease in the eco-functionality of the steam turbine by 3.62% (from 42.47 to 38.85%). At the same time, the increase in turbine power was 8.0 % (from 142.24 to 153.62 MW).

**Keywords:** steam turbine installation, steam parameters, regenerative steam extraction, low and high pressure heaters, efficiency, power, steam consumptions, thermal scheme, turbine condensate, feed water.

Современные паровые турбины являются основными двигателями тепловых и атомных электростанций [1, 3, 4]. В настоящее время свыше 80 % электрической энергии в России вырабатывается паровыми турбинами ТЭС и АЭС [3, 5, 6]. Совершенствование паросиловых (ПСУ) и паротурбинных установок (ПТУ), в состав которых входят паровые турбины, достигается увеличением параметров свежего пара, применением развитой системы регенеративного подогрева турбинного конденсата и питательной воды [1, 3, 6].

В настоящее время КПД паротурбинных установок в среднем достигает 38 – 45 %. Значительная доля потерь энергии (50 %) достигается в конденсаторе [6]. Для снижения потерь теплоты в холодном источнике применяют регенеративный подогрев турбинного конденсата и питательной воды, причем через ПВД проходит большее количество воды в сравнении с ПНД [2, 6].

В рамках данной работы проведен анализ работы паротурбинной установки ПТ-135-130 с определением удельных расходов пара на подогреватели и экономичности турбоагрегата. Слив конденсата греющего пара с ПВД осуществляется по каскадной схеме (рис. 1).

Паровая турбина ПТ-135/165-130/15 представляет собой одновальный двухцилиндровый агрегат с производственным и двумя теплофикационными отборами пара (верхним и нижним) [7]. В турбину поступает свежий пар с давлением 12,75 МПа и температурой – 540 °С [4]. Система парораспределения турбины – соплового типа [4, 7].

Регенеративная схема паротурбинной установки ПТ-135-130 представлена тремя подогревателями высокого давления (ПВД), деаэратором и четырьмя подогревателями низкого давления (ПНД) [4, 7]. Подогреватели пронумерованы по ходу движения пара в турбине.

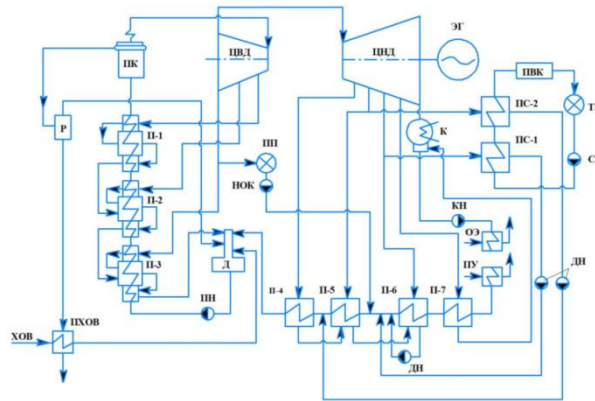


Рисунок 1. Тепловая схема паротурбинной установки ПТ-135/165-130: ПК – паровой котел; П1, П2, ..., П7 – регенеративные подогреватели; ПС-1, ПС-2 – сетевые подогреватели; ПВК – пиковый водогрейный котел; Д – деаэрактор; КН, ПН, СН, ДН – конденсатный, питательный, сетевой и дренажный насосы; К – конденсатор; ТП, ПП – тепловой и производственный потребители; НОК – насос обратного конденсата; Р – расширитель непрерывной продувки.

Температура питательной воды после П-1 составляет 232 °С. Слив конденсата греющего пара с ПВД реализуется по каскадной схеме. Из подогревателя П-3 конденсат греющего пара подается в деаэрактор повышенного давления 0,6 МПа, в который также поступает выпар из первой ступени расширителя непрерывной продувки (РНП) и основной конденсат турбины. В группе подогревателей низкого давления конденсат греющего пара из П-4 сливается в П-5, и далее суммарный поток конденсат поступает в П-6. Из подогревателя П-6 конденсат пара (дренаж) подается дренажным насосом в линию основного турбинного конденсата. Дренаж из подогревателя П-7 сливается в конденсатор. Первый, второй и третий отборы греющего пара отбираются из ЦВД турбоагрегата соответственно на подогреватели высокого давления П-1, П-2 и П-3. Из третьего отбора также отбор пара на деаэрактор и промышленному потребителю. Четвертый, пятый, шестой и седьмой отборы осуществлены из ЦНД турбоагрегата на подогреватели низкого давления.

Расчет был проведен с использованием программ WaterSteamPro и Excel при следующих исходных данных: расход свежего пара  $D_0 = 208$  кг/с; мощность турбины  $N_{пт} = 105$  МВт; давление и температура перегретого пара  $p_0 = 12,75$  МПа и  $t_0 = 555$  °С; давление и температура питательной воды  $p_{пв} = 16$  МПа и  $t_{пв} = 242$  °С; конечное давление пара  $p_k = 7$  кПа. Расчет выполнен для работы турбоустановки в конденсационном режиме.

Давление греющего пара в отборе на  $i$ -тый подогреватель [3]:

$$p_{pi} = (1 + \Delta p) p'_{pi} \quad (1)$$

Здесь  $\Delta p$ ,  $p'_{pi}$  – потери давления и давление в  $i$ -том подогревателе.

Давление питательной воды превышает давление свежего пара на 25 %:

$$p_{пн} = 1,25 p_0. \quad (2)$$

Подогрев питательной воды в подогревателях П2 и П3:

$$\Delta t_{п2} + \Delta t_{п3} = t_{п2} - t_{пн}, \quad (3)$$

где  $t_{пн}$  – температура питательной воды на выходе из питательных насосов (перед подогревателем П3).

Температура основного конденсата после подогревателя П4:

$$t_{п4} = t_{дс} - \delta t_{п4}, \quad (4)$$

где  $t_{дс}$  – температура насыщения в деаэракторе.

Принято равномерное распределение подогрева конденсата между подогревателями П5, П6 и П7:

$$\Delta t_{п5} = \Delta t_{п6} = \Delta t_{п7} = \Delta t. \quad (5)$$

Относительные расходы пара на подогреватели высокого давления:

$$\alpha_{п1} = \frac{h_{п1} - h_{п2}}{h_1 - h_{др\ п1}}; \quad (6)$$

$$\alpha_{п2} = \frac{(h_{п2} - h_{п3}) - \alpha_{п1}(h_{др\ п1} - h_{др\ п2})}{h_2 - h_{др\ п2}}; \quad (7)$$

$$\alpha_{п3} = \frac{(h_{п3} - h_{пн}) - (\alpha_{п1} + \alpha_{п2})(h_{др п2} - h_{др п3})}{h_3 - h_{др п3}} \quad (8)$$

В формулах (6) – (8)  $h_1, h_2, h_3$  – энтальпии пара в отборе на  $i$ -тый подогреватель;  $h_{пi}$  – энтальпии нагретой воды после  $i$ -того подогревателя;  $h_{др пи}$  – энтальпии конденсата греющего пара в  $i$ -том подогревателе;

Уравнение теплового баланса деаэратора:

$$G_{кд} h_{п4} + ((D_{п1} + D_{п2} + D_{п3}) h_{др п3}) + D_{д} h_{д} = G_{пв} h_{пв} \quad (9)$$

Относительные расходы пара на подогреватели П4, П5, П6 и П7:

$$\alpha_{п4} = \frac{\alpha_{кд}(h_{п4} - h_{п5})}{h_4 - h_{др п4}} \quad (10)$$

$$\alpha_{п5} = \frac{(h_{п5} - h_{п6}) - \alpha_{п4}(h_{др п4} - h_{др п5})}{h_5 - h_{др п5}} \quad (11)$$

$$\alpha_{п6} = \frac{(h_{п6} - h_{п7}) - (\alpha_{п4} + \alpha_{п5})(h_{др п5} - h_{др п6})}{h_6 - h_{др п6}} \quad (12)$$

$$\alpha_{п7} = \frac{h_{п7} - h_{кн}}{h_7 - h_{др п7}} \quad (13)$$

Относительный расход пара в конденсатор:

$$\alpha_{к} = 1 - \alpha_{п1} - \alpha_{п2} - \alpha_{п3} - \alpha_{п4} - \alpha_{п5} - \alpha_{п6} - \alpha_{п7} \quad (14)$$

Абсолютный расход пара в  $i$ -тый подогреватель:

$$D_{пи} = \alpha_{пи} D_0 \quad (15)$$

Мощность и КПД паровой турбины вычислялись по формулам:

$$N_{пт} = D_0 \cdot ((1 - \alpha_{п1})(h_0 - h_1) + (1 - \alpha_{п1} - \alpha_{п2})(h_1 - h_2) + (1 - \alpha_{п1} - \alpha_{п2} - \alpha_{п3})(h_2 - h_3) + (1 - \alpha_{п1} - \alpha_{п2} - \alpha_{п3} - \alpha_{п4})(h_3 - h_4) + (1 - \alpha_{п1} - \alpha_{п2} - \alpha_{п3} - \alpha_{п4} - \alpha_{п5})(h_4 - h_5) + (1 - \alpha_{п1} - \alpha_{п2} - \alpha_{п3} - \alpha_{п4} - \alpha_{п5} - \alpha_{п6})(h_5 - h_6) + (1 - \alpha_{п1} - \alpha_{п2} - \alpha_{п3} - \alpha_{п4} - \alpha_{п5} - \alpha_{п6} - \alpha_{п7})(h_6 - h_7)); \quad (16)$$

$$\eta_{пт} = \frac{N_{пт}}{D_0(h_0 - h_{к})} \quad (17)$$

В таблице 1 представлены результаты расчета паровой турбины.

Таблица 1

Расходы и параметры пара в регенеративных отборах, показатели работы турбоустановки ПТ-135-130/15.

Точка процесса	Параметры пара в отборах			Полный и удельный расходы пара в отборах		Показатели работы	
	$p$ , МПа	$t$ , °C	$h$ , кДж/кг	Удельные расходы $\alpha_{п}$	Полные расходы, кг/с	КПД, %	Мощность, МВт
перед турбиной	12,75	555	3487	–	–	42,47	142,24
П1	3,91	391	3194,7	0,067	13,94		
П2	2,1	320	3067,4	0,033	6,86		
П3	1,25	260	2956,5	0,025	5,2		
П4	0,47	162	2774,3	0,034	7,07		
П5	0,25	128	2717,8	0,037	7,69		
П6	0,106	107	2689,4	0,042	8,74		
П7	0,036	79	2643	0,044	9,15		
К	0,007	33	2254	33	–		

Таким образом, в конденсационном режиме КПД паровой турбины составил 42,47 %, а ее мощность – 142,24 МВт. Удельный расход условного топлива на выработку электрической энергии составил 289,62 г/(кВт·ч).

Одним из способов достижения дополнительной мощности турбоагрегата является отключение одного или нескольких регенеративных подогревателей [3]. В настоящей работе проведен анализ влияния отключения одного из подогревателей на мощность турбины на примере отключения подогревателя П-1.

В этом случае произойдет перераспределение параметров пара по другим регенеративным отборам с последующим увеличением расхода пара в этих отборах, в частности на подогреватели П-2 и П-3.

Относительный расход пара на регенеративный подогреватель ПВД-2 изменился с 0,033 до 0,0653. В результате абсолютный расход пара на подогреватель стал равен  $D_{п5} = 13,58$  кг/с (в базовом режиме со всеми выключенными отборами  $D_{п5} = 6,86$  кг/с).

Установлено, что аналогичным образом увеличится относительный расход пара на подогреватель П-3 с 2,5 до 4,19 % соответственно.

В таблице 2 представлены основные данные сравнительного анализа турбоагрегата ПТ-135-130, работающего по обычной схеме, и по схеме с выключенным подогревателем П-1.

Таблица 2

*Результаты теплового расчета турбоагрегата ПТ-135-130  
с выключенным подогревателем П1 (в конденсационном режиме).*

Параметр / показатель	Единица измерения	В обычном режиме работы	с отключенным П-1
		Величина	
<i>Расходы пара в отборах</i>			
– на П1	кг/с	13,94	–
– на П2	кг/с	6,86	13,58
– на П3	кг/с	5,2	8,72
– на П4	кг/с	7,07	8,25
– на П5	кг/с	7,69	9,74
– на П6	кг/с	8,74	11,1
– на П7	кг/с	9,15	11,59
<i>Основные показатели</i>			
Расход теплоты	МВт	334,92	434,86
Мощность турбины	МВт	142,24	153,62
КПД турбины	%	42,47	38,85

На рис. 2 представлены полученные расчетным путем зависимости мощности турбины от относительных расходов (долей) пара в регенеративных отборах.

Из приведенного графика следует, что наибольший прирост мощности турбины достигается при отключении высокопотенциального отбора пара на подогреватель П-1.

Таким образом, расчетным путем установлено, что отключение регенеративного отбора приведет к снижению КПД паротурбинной установки на 3,62 % (с 42,47 до 38,85 %) с одновременным увеличением ее мощности на 8,0 % (с 142,24 до 153,62 МВт).

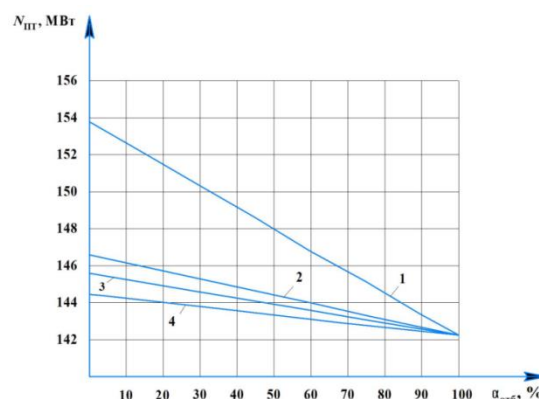


Рисунок 2. Зависимости мощности турбоагрегата ПТ-135/165-130 от долей расхода пара в отборах на подогреватели П-1 (кривая 1), П-2 (кривая 2), П-3 (кривая 3) и П-4 (кривая 4).

\*\*\*

1. Буров В.Д., Дорохов Е.В., Елизаров Д.П. Тепловые электрические станции. М.: Издательский дом МЭИ, 2007. 466 с.
2. Галашов Н.Н. Режимы работы и эксплуатация ТЭС: учебное пособие. Томск: Изд-ва Томского политехнического университета, 2013. 252 с.

3. Кудинов А.А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование: учеб. пособие для вузов. М.: ИНФРА-М, 2023. 325 с.
4. Костюк А.Г., Фролов В.В., Трухний А.Д. Турбины тепловых и атомных электрических станций. Издание второе, переработанное и дополненное. Под редакцией А.Г. Костюка, В.В. Фролова. М.: Издательский дом МЭИ, 2001. 488 с.
5. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции / под ред. Гиршфельд В.Я., 4-е издание. Чебоксары: ООО «ТИД Арис», 2014. 327 с.
6. Трухний А.Д. Стационарные паровые турбины. Издание второе, перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1990. 640 с.
7. Трухний А.Д., Ломакин Б.В. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки. – Учебное пособие для вузов. М.: Издательский дом МЭИ, 2002. 540 с.

**Семенов А.Д.**

**Анализ влияния температуры наружного воздуха  
на показатели работы газотурбинной установки**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

**Аннотация**

В настоящее время для повышения показателей работы газотурбинных установок в осенне-весенний и летний периоды времени применяют охлаждение воздуха поступающего в проточную часть турбокомпрессора. Рассмотрены особенности различных систем охлаждения воздуха перед компрессором, в частности с абсорбционной холодильной машиной. Выполнен анализ влияния температуры наружного воздуха на входе в компрессор на основные показатели работы газотурбинных установок на примере ГТЭ-45-3М и ГТЭ-6У. Установлено, что охлаждение атмосферного воздуха на 10 °С обуславливает прирост мощности установки на 6,55 % (с 57 до 60,71 МВт) при одновременном увеличении КПД на 0,56 % (с 29,72 до 30,28 %).

**Ключевые слова:** газотурбинная установка, система охлаждения, комплексное воздухоочистительное устройство, абсорбционная холодильная машина, хладагент, наружный воздух, уходящие газы, КПД, мощность.

**Abstract**

Currently, to improve the performance of gas turbine installations in the autumn-spring and summer periods of time, cooling of the air entering the flowing part of the turbocompressor is used. The features of various air cooling systems before compressor, in particular with absorption chiller are considered. The influence of the outside air temperature at the compressor inlet on the main performance indicators of gas turbine installations is analyzed using the example of GTE-45-3M and GTE-6U. It was found that cooling of atmospheric air by 10 °C causes an increase in installation capacity by 6.55% (from 57 to 60.71 MW) while increasing efficiency by 0.56% (from 29.72 to 30.28%).

**Keywords:** gas turbine installation, cooling system, complex air cleaner unit, absorption chiller, refrigerant, outside air, exhaust gases, efficiency, power.

В настоящее время на газотурбинных и парогазовых ТЭС начинают широко применять охлаждение наружного воздуха перед подачей его в турбокомпрессор газотурбинной установки (ГТУ). К положительным последствиям от применения охлаждения воздуха перед турбокомпрессором следует отнести повышение КПД и мощности работы ГТУ [1, 4, 7]. Это достигается снижением затрат энергии на привод воздушного осевого турбокомпрессора из-за увеличения плотности сжимаемого циклового воздуха. В среднем, для энергетических ГТУ в осенне-весенний и летний периоды снижение температуры воздуха на 6 °С позволяет повысить экономичность газотурбинного цикла на 1,5 – 2 % [8]. При этом прирост мощности парогазовой установки (ПГУ) может составить 10 – 15 % [2, 7].

Существуют два основных способа охлаждения: испарительное и прямое охлаждение хладагентом.

Для предварительного выбора системы охлаждения воздуха на входе необходимо учитывать режимы работы газотурбинной установки. Если ГТУ используется в качестве резервного источника энергии для покрытия пиковых нагрузок, то наиболее предпочтительны системы охлаждения воздуха с испарением охлаждающей воды (рис. 1) [3]. В таких системах охлаждение достигается изменением состояния охлаждающей воды, которая вводится в воздушный поток перед турбокомпрессором. При этом необходима подпитка системы умягченной водой.

Основным недостатком данной системы является ограниченность степени охлаждения воздуха температурой мокрого термометра и наличие потерь воды от капельного уноса. Однако данные системы широко используются в связи со сравнительно низкой стоимостью.

Прямое охлаждение воздуха хладагентом реализуется в системах с использованием абсорбционных холодильных машин (АБХМ) [3]. Достоинство такой системы охлаждения заключается в возможности достижения глубокого охлаждения воздуха. Однако она отличается высокой степенью сложности и повышенными капитальными затратами.

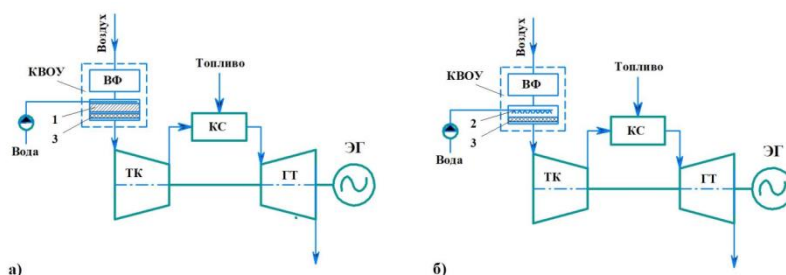


Рисунок 1. Системы охлаждения атмосферного воздуха с испарением охлаждающего теплоносителя в схеме ГТУ: а – с естественным испарением воды; б – с принудительным испарением; ТК – турбокомпрессор; КС – камера сгорания; ГТ – газовая турбина; ЭГ – электрический генератор; ВФ – воздушный фильтр; КВОУ – комплексное воздухоочистительное устройство; 1 – панели системы испарения; 2 – разбрызгивающие форсунки; 3 – каплеуловитель.

Во избежание образования наледи в воздухозаборном блоке турбокомпрессора минимально допустимая температура охлажденного воздуха должна составлять не менее  $5^{\circ}\text{C}$  ( $(t'_{\text{ТК}})_{\text{мин}} \geq 5^{\circ}\text{C}$ ).

Исследование влияния параметров охлажденного воздуха рассмотрим на примере газотурбинной установки типа ГТЭ-45-3М номинальной мощностью 59,5 МВт.

Для определения показателей работы газотурбинной установки (КПД  $\eta_{\text{ГТУ}}^*$ , мощность  $N_{\text{ГТУ}}^*$ ), а также расхода и температуры уходящих газов ( $G_{\text{Г}}^*$ ,  $(t''_{\text{ГТ}})^*$ ) при различных температурах наружного воздуха  $t_{\text{нв}}$  использовались следующие формулы:

$$\eta_{\text{ГТУ}}^* = k_{\eta} \cdot \eta_{\text{ГТУ}} = (0,935 + 0,0018571 \cdot (50 - t_{\text{нв}})) \eta_{\text{ГТУ}}; \quad (1)$$

$$N_{\text{ГТУ}}^* = k_N \cdot N_{\text{ГТУ}} = (0,77 + 0,0062571 \cdot (50 - t_{\text{нв}})) N_{\text{ГТУ}}; \quad (2)$$

$$G_{\text{Г}}^* = k_G \cdot G_{\text{Г}} = (0,9 + 0,0028571 \cdot (50 - t_{\text{нв}})) G_{\text{Г}}; \quad (3)$$

$$(t''_{\text{ГТ}})^* = k_t \cdot t''_{\text{ГТ}} = (1,023 - 0,0006571 \cdot (50 - t_{\text{нв}})) t''_{\text{ГТ}}. \quad (4)$$

Здесь  $\eta_{\text{ГТУ}}$ ,  $N_{\text{ГТУ}}$  – КПД и мощность газотурбинной установки;  $G_{\text{Г}}$ ,  $t''_{\text{ГТ}}$  – расход и температура уходящих газов применительно к температуре наружного воздуха  $t_{\text{нв}} = +15^{\circ}\text{C}$ ;  $k_{\eta}$ ,  $k_N$ ,  $k_G$  – поправочные коэффициенты соответственно на изменение КПД и мощности ГТУ, расхода и температуры уходящих газов.

Расчет газотурбинной и парогазовой установок производится по методике, изложенной в [5, 6].

Расчетным путем установлено, что снижение температуры подаваемого в ТК ГТУ воздуха с  $20^{\circ}\text{C}$  до  $10^{\circ}\text{C}$  обеспечивает увеличение мощности ГТУ на 6,55% (с 56,98 до 60,71

МВт). Одновременно КПД газотурбинной установки возрос на 0,56 % (с 29,72 до 30,28 %). Результаты расчета ГТУ для различных температур поступающего воздуха  $t'_{\text{TK}}$  приведены на рис. 2.

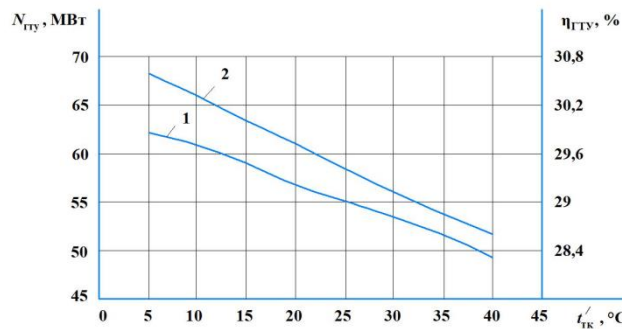


Рисунок 2. Влияние температуры воздуха  $t'_{\text{TK}}$  на КПД и мощность ГТУ:  
1 – кривая мощности ГТУ; 2 – кривая КПД ГТУ.

Для сравнения различных энергетических газотурбинных установок их технико-экономические показатели приводятся для нормальных условий ( $t_{\text{нв}} = +15^\circ\text{C}$ ,  $p_{\text{нв}} = 101,3 \text{ кПа}$ ,  $\text{фнв} = 60 \%$ ).

Для общих расчетов должны учитываться следующие факторы:

1. Каждое повышение температуры воздуха на  $10^\circ\text{C}$  приводит к снижению электрической мощности на 8%;
2. Увеличение высоты площадки ГТУ над уровнем моря на 300 м приводит к снижению мощности на 3,5%;
3. Каждые дополнительные потери давления на 1 кПа в фильтрах комплексного воздухоочистительного устройства, шумоглушителях и выхлопных газоходах обуславливают снижение электрической мощности газотурбинной установки на 2%;
4. Дополнительные потери давления в котле утилизаторе, шумоглушителе и газоходах на выходе приводят к снижению мощности на 1,2%.

На рис. 3 показан график изменения параметров газотурбинной установки ГТЭ-6У мощностью 7,5 МВт при различных значениях  $t_{\text{нв}}$ .

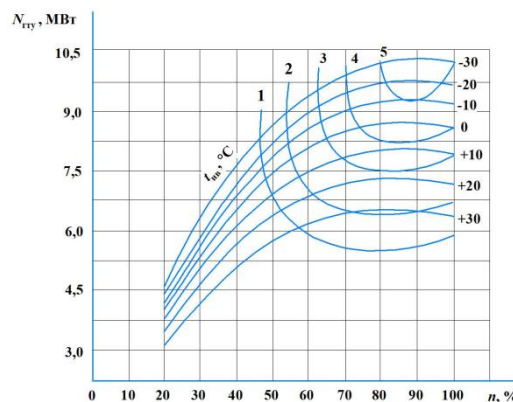


Рисунок 3. Изменение эксплуатационных параметров в зависимости от температуры воздуха на входе в компрессор ГТУ: 1)  $\eta_{\text{ГТУ}} = 28\%$ ; 2)  $\eta_{\text{ГТУ}} = 30\%$ ; 3)  $\eta_{\text{ГТУ}} = 32\%$ ; 4)  $\eta_{\text{ГТУ}} = 33\%$ ; 5)  $\eta_{\text{ГТУ}} = 34\%$ .

Стоит отметить, что охлаждение воздуха обеспечивает более низкие температуры уходящих газов ГТУ. Это приводит к снижению тепловой мощности котла-утилизатора и понижению начальных параметров перегретого пара для паровой турбины, что может негативным образом сказаться на экономичности парогазовой установки. Однако увеличение

плотности рабочего тела обуславливает его повышенный расход, что положительно влияет на мощность установки. На рис. 4 показано влияние температуры подаваемого воздуха на изменение электрической нагрузки ГТЭ-45-3М.

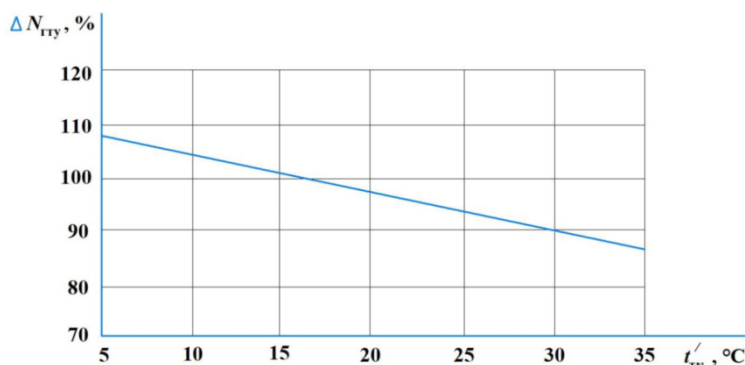


Рисунок 4. Влияние температуры наружного воздуха на изменение мощности ГТУ.

Очередным достоинством системы охлаждения поступающего атмосферного воздуха является отсутствие необходимости в впрыске водяного пара или воды в камеру сгорания ГТУ в целях подавления выбросов оксидов азота (NOX). Это обусловлено тем, что из-за уменьшения параметров сжатого воздуха после компрессора происходит понижение теоретической температуры горения в КС ГТУ и как следствие этого уменьшение NOX.

\*\*\*

1. Буров В.Д., Дорохов Е.В., Елизаров Д.П. Тепловые электрические станции: учебник для вузов. М.: Издательский дом МЭИ, 2022. 466 с.
2. Зысин Л.В. Парогазовые и газотурбинные тепловые электростанции: учеб. пособие. – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. 368 с.
3. Игнатова Т.В. Разработка методического подхода к применению абсорбционных холодильных машин для повышения эффективности газотурбинных агрегатов. М: Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, 2024. 186 с.
4. Кудинов А.А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование: учеб. пособие для вузов. – М.: ИНФРА-М, 2012. 325 с.
5. Кудинов А.А., Зиганшина С.К., Хусаинов К.Р. Расчет тепловых схем парогазовых установок тепловых электростанций: учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2024. 256 с.
6. Парогазовые установки тепловых электрических станций: учеб. пособие. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2019. 220 с.
7. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учеб. пособие для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2021. 580 с.
8. Цанев С.В., Буров В.Д., Земцов А.С., Осыка А.С. Газотурбинные энергетические установки: учеб. пособие для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2024. 428 с.

## РАЗДЕЛ IV. АГРОНОМИЯ

Замотаева Н.А.

### Экологические аспекты применения пестицидов

ФГБОУ ДПО «Мордовский институт повышения кадров агробизнеса»  
(Россия, Саранск)

#### Аннотация

Автором изучено влияние применения гербицидов на изменение биологических свойств почвы. Установлено, что при внесении гербицидов снизилось почвенное дыхание, общее количество микроорганизмов и целлюлозолитическая способность почвы. Максимальное ингибирующее воздействие отмечено на вариантах с комплексным применением химических средств защиты растений.

**Ключевые слова:** оценка, почва, сельскохозяйственные угодья, Республика Мордовия, пестициды, почвенные микроорганизмы, целлюлозолитическая способность, углекислый газ, картофель, полевой опыт.

#### Abstract

The author studied the effect of herbicide application on changes in the biological properties of the soil. It was found that when herbicides were applied, soil respiration, the total number of microorganisms, and the cellulolytic capacity of the soil decreased. The maximum inhibitory effect was noted in variants with the complex application of chemical plant protection products.

**Keywords:** assessment, soil, agricultural land, Republic of Mordovia, pesticides, soil microorganisms, cellulolytic capacity, carbon dioxide, potatoes, field experiment.

Современное сельское хозяйство невозможно представить без широкого применения средств химизации, так как именно они способствуют многосторонней защите культурных растений от вредоносных объектов в условиях ресурсосберегающих обработок почвы. В процессе селекции и создании человеком новых форм и более ценных качеств происходит потеря растениями способности противостоять сорнякам, болезням и вредителям.

Стоит отметить, что в условиях современной рыночной экономики практически не проводится чередование культур на полях, не соблюдается их пространственная изоляция, сведена к минимуму или отсутствует основная обработка почвы (вспашка). Все вышеизложенные факторы способствуют увеличению пестицидной нагрузки на почву и посевы с целью оптимизации питания и повышения продуктивности культурных растений.

Значительная доля опасных веществ, входящих в состав химических средств защиты, оседает на растениях, а при многолетнем использовании – и на поверхности почвы, сохраняясь там длительное время. Кроме того, ядовитые вещества скапливаются и в местах их хранения. Химизация земледелия отрицательно сказывается на живых организмах, накапливаясь в них, вызывая нарушение функционирования на генном уровне, и негативно влияет на биосферу в целом [1]. Значительная доля средств химизации приходится на применение гербицидов.

Картофель как пропашная культура по своим биологическим особенностям является слабоконкурентной культурой в начальный период развития и нуждается в применении химических прополок. Для оптимального использования препаратов необходима их всесторонняя оценка не только с агрохимической, но и с экологической точек зрения.

Целлюлозолитическая активность, интенсивность выделения углекислого газа почвой, а также количество микроорганизмов, выделенных из 1 г почвы и культивируемых на искусственных питательных средах, являются интегральными показателями, характеризующим напряженность протекающих в почве процессов метаболизма. Есть данные, что применение

гербицидов приводит к изменению условий питания микроорганизмов, временной их перегруппировки и непродолжительной депрессии [2].

В связи с этим в 2024 году на базе КФХ Афонькин Я.М. Дубенского района Республики Мордовия был заложен кратковременных полевой опыт с целью изучения применения гербицидов и их сочетания на показатели биологической активности почвы. Почва – чернозем выщелоченный легкоглинистый среднегумусный среднемощный на покровных суглинках и глинах характеризовался следующими агрохимическими показателями: рНКС1 – 5,7, органическое вещество – 4,6 %, содержание подвижных форм фосфора и калия – 190 и 226 млн-1.

Опыт однофакторный в трехкратной повторности заложен и проведен по следующей схеме: 1) контроль (без применения гербицидов); 2) гербитокс, ВРК (МЦПА кислота в виде смеси диметиламинной, калиевой и натриевой солей, 500 г/л) – 0,3 л/га; 3) эскудо, ВДГ (римсульфурон, 500 г/кг) – 0,025 л/га; 4) гербитокс + миура, КЭ – 1,2 л/га (хизалофоп-П-этил, 125 г/л); 5) эскудо+миура, КЭ (1,2 л/га). Опрыскивание проводили в фазу 2-4 листьев сорных растений. Расход рабочего раствора 300 л/га.

Исследуемая культура – картофель ранний сорта Гала, посадка которого была осуществлена широкорядным способом (ширина междурядий 70 см). Картофель размещали по яровому ячменю. Система обработки почвы состояла из основной (двукратное дискование на глубину 12 см) и предпосевной (ранневесеннее боронование и предпосевная культивация на глубину 8 см).

Для определения биологической активности образцы почвы отбирались с пахотного горизонта (0-30 см) три раза за период вегетации культуры (в фазу всходов, цветения и созревания картофеля). Для изучения целлюлозолитической способности почвы использовали методом целлюлозных стандартов; интенсивность выделения углекислого газа почвой определяли объемным методом по связыванию его щелочью [3]. С опытных делянок отбирали почвенные образцы для последующего проведения микробиологического анализа. Для этого методом конверта с 5 точек на глубину пахотного горизонта был проведен забор образцов в стерильный пакет. Образцы перемешивали, просеивали и растирали в стерильной фарфоровой ступке с небольшим количеством воды для дезагрегирования микробоценоза. Посев почвенных микроорганизмов проводили на мясо-пептонном агаре со степенью разведения 10<sup>-5</sup> с подсчетом выросших колониеобразующих единиц на пятый день исследований.

2024 год характеризовался довольно экстремальными климатическими условиями – холодный и дождливый май сменился на сухие и жаркие летние месяцы (ГТК в июне-июле составил 0,49 и 0,50 при среднемноголетней норме 1,07 и 1,19 соответственно). Понижение количества выпавших осадков на фоне повышенной температуры воздуха привело к сокращению прохождения фаз развития культурных растений.

Количество выделившегося углекислого газа является конечным продуктом разложения растительных остатков аэробной и анаэробной микрофлорой. Данный показатель характеризует интенсивность протекающих микробиологических процессов в почве [4, 5].

Максимальное количество выделившегося углекислого газа почвой отмечено на контрольном варианте (без применения гербицидов) – 20,7 мг/сут. На вариантах с внесением препаратов гербитокс и эскудо отмечено снижение изучаемого показателя до 18,5-18,8 мг/сут. При комплексном применении препаратов в баковой смеси количество выделившейся углекислоты резко снизилось и составило 12,4-12,7 мг/сут. (рисунок 1).

В фазу цветения и созревания картофеля сохранилась подобная тенденция с единственной разницей, что общее количество выделившегося углекислого газа почвой было ниже, чем в фазу всходов культуры. Максимальное ингибирующее влияние от применения гербицидов отмечено в конце периода вегетации культуры. Некоторые ученые связывают выявленную закономерность с засушливыми условиями вегетационного периода, при которых происходит аккумуляция химических средств защиты растений и их метаболитов в верхнем слое почвы [6].

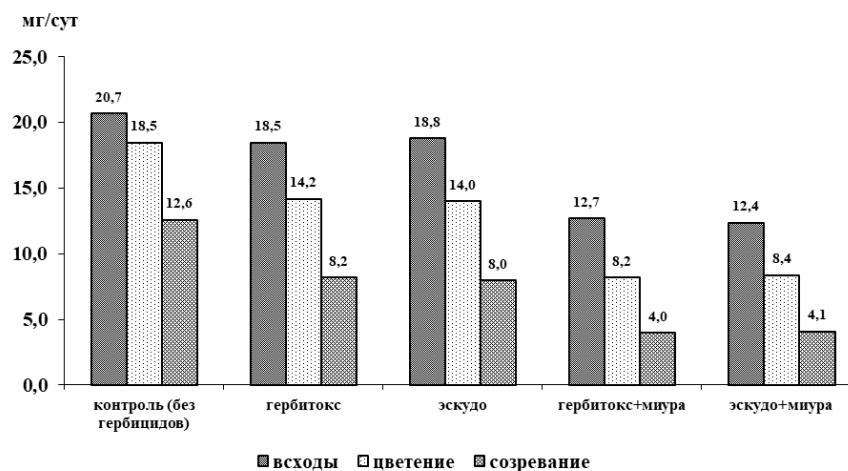


Рисунок 1. Зависимость количества выделившегося углекислого газа почвой от применения пестицидов, мг/сут.

При изучении целлюлозолитической активности чернозема выщелоченного установлено, что применение гербицидов оказали ингибирующее воздействие на микроорганизмы, разлагающие клетчатку (рисунок 2).

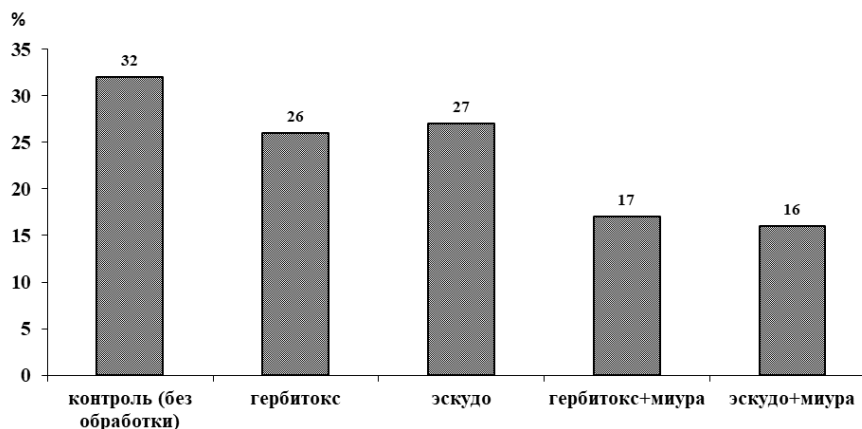


Рисунок 2. Зависимость целлюлозолитической способности почвы от применения гербицидов, %.

Самая высокая степень целлюлозоразлагающей способности зафиксирована на варианте без применения гербицидов (32 %). При обработке сорной растительности препаратами гербитокс, эскудо целлюлозолитическая способность почвы уменьшилась до 26-27 %. Комплексное применение препаратов повлекло за собой резкое снижение (почти в половину) количества разложившейся клетчатки и составило 17 и 16 % соответственно.

Анализ данных, полученных в результате определения общего количества колониобразующих единиц, выделенных с 1 г почвы, показал, что наибольшая численность микроорганизмов зафиксирована на контрольном варианте (без применения гербицидов), при внесении как одного, так и комплекса препаратов численность почвенных микроорганизмов снизилась (таблица). Максимальное ингибирующее влияние на изучаемый показатель оказала обработка почвы комплексом препаратов гербитокс+миура и эскудо+миура.

Таблица 1

Зависимость количества микроорганизмов, выделенных из 1 г почвы, от применения гербицидов, %.

Вариант опыта	Фазы развития картофеля		
	всходы	цветение	созревание
Контроль (без обработки)	1821	1503	1627
Гербитокс	1567	1124	1324

Эскудо	1599	1208	1399
Гербитокс+миура	1275	907	925
Эскудо+миура	1289	902	987
НСР05	114	97	89

Анализируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что применение гербицидов в посадках картофеля раннего способствовало ингибированию показателей суммарной биохимической активности. В большей степени этому способствовало комплексное применение препаратов. Скорее всего, основной причиной снижения биологической активности чернозема выщелоченного стала аккумуляция гербицидов и продуктов их метаболизма при поверхностной обработке почвы на фоне дефицита влаги и повышенной температуре воздуха вегетационного периода 2024 года.

Стоит отметить, что усиление аэрации в результате глубокой основной обработки почвы повлечет за собой активизацию процессов метаболизма и может способствовать более активной детоксикации пестицидов и продуктов их метаболизма почвенной микрофлорой.

\*\*\*

1. Смирнова П.С., Тихомирова В.В. Проблема загрязнения почвы пестицидами и пути ее решения//Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2023. №3. С. 37-41.
2. Замотаева Н.А., Червяков А.Ю., Буренин Р.А. и др. Оценка применения гербицидов при возделывании кукурузы на биологические показатели плодородия чернозема выщелоченного лесостепи Нечерноземья//Аграрный научный журнал. 2017. № 12. С. 25-27.
3. Горчакова Н.А. Влияние механического уплотнения и минеральных удобрений на биологическую активность чернозема выщелоченного: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Саранск, 2003. 16 с.
4. Методы почвенной микробиологии и биохимии: учеб. пособие / под ред. Д. Г. Звягинцева. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. 304 с. 11.
5. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии. М.: Колос, 1983. 296 с.
6. Кунанбаев К.К., Власенко Н.Г. Влияние гербицидов на некоторые микроорганизмы южного карбонатного чернозема // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2013

## РАЗДЕЛ V. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Нугманов А.М., Фирсова Л.Ю.

### Защитные антикоррозионные свойства солевых отложений при катодной защите стали в морской воде

*Морской Государственный университет им. адм. Г.И. Невельского  
(Россия, Владивосток)*

#### Аннотация

Использование солнечных панелей в качестве источника тока при катодной защите металлических поверхностей в морской воде предполагает необходимость формирования на них солевых покрытий такого качества, которое обеспечивало бы защиту металла от коррозионного разрушения в условиях отсутствия защитного тока в темное время суток. В этом вопросе важное значение имеет выяснение устойчивости кальциевой ( $\text{CaCO}_3$ ) и магниевой ( $\text{Mg(OH)}_2$ ) составляющих покрытий в морской воде.

С этой целью изучалась стойкость покрытий, осажденных отдельно  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Mg(OH)}_2$  в модельных растворах, соответствующих по составу морской воде, но соответственно в отсутствие магния при осаждении  $\text{CaCO}_3$  и кальция – при осаждении  $\text{Mg(OH)}_2$ , при длительном выдерживании их в морской воде. Результаты сравнивались относительно совместного осаждения  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Mg(OH)}_2$  в условиях катодной поляризации непосредственно в морской воде.

**Ключевые слова:** морская коррозия, катодная защита, солевые катодные отложения.

#### Abstract

The use of solar panels as a current source for cathodic protection of metal surfaces in seawater implies the need to form salt coatings on them of such quality that would protect the metal from corrosion damage in the absence of a protective current at night. In this regard, it is important to clarify the stability of calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) and magnesium ( $\text{Mg(OH)}_2$ ) component coatings in seawater.

For this purpose, the resistance of coatings deposited separately  $\text{CaCO}_3$  and  $\text{Mg(OH)}_2$  in model solutions corresponding in composition to seawater was studied, but in the absence of magnesium during precipitation of  $\text{CaCO}_3$  and calcium during precipitation of  $\text{Mg(OH)}_2$ , respectively, during prolonged exposure to seawater. The results were compared with respect to the co-deposition of  $\text{CaCO}_3$  and  $\text{Mg(OH)}_2$  under cathodic polarization conditions directly in seawater.

**Keywords:** marine corrosion, cathodic protection, salt cathodic deposits.

#### Введение

Защитные свойства солевых катодных отложений (СКО) исследовались применительно, как к отдельным компонентам ( $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Mg(OH)}_2$ ), осажденным на катодно поляризуемой стальной поверхности в модельных растворах, так и к продукту их соосаждения из морской воды ( $\text{CaCO}_3 + \text{Mg(OH)}_2$ ). Стойкость СКО определялась выдерживанием образцов в морской воде.

Выяснение механизма осаждения кальциевой и магниевой составляющих ( $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Mg(OH)}_2$ ) на катодно поляризуемой металлической поверхности имеет особое значение при использовании при катодной защите солнечных панелей в качестве источника защитного тока. Особенность такого рода защиты в том, что в светлое время суток, при наличии защитного тока, необходимо сформировать солевое покрытие такого качества, которое в темное время суток, когда защитный ток отсутствует, обеспечивало бы эффективную защиту металла от коррозионного разрушения [1].

## Методика экспериментов

В качестве катодов использовались сталь СтЗхп (пластины  $5,0 \times 8,0$  см,  $\delta = 1,5$  мм;  $S_k = 80$  см<sup>2</sup>) и нержавеющая сталь 12X18H10T - аналог AISI 321 (пластины  $4,0 \times 8,8$  см,  $\delta = 1,5$  мм;  $S_k = 70$  см<sup>2</sup>). Анодом служил платинированный титан Ti (Pt), пластина  $2,5 \times 16,0$  см,  $\delta = 1,5$  мм в случае катодов из СтЗхп и  $2,5 \times 14,0$  см,  $\delta = 1,5$  мм для катодов из 12X18H10T. Площади электродов (анода и катода) выбирались равными между собой ( $S_k = S_a = 80$  см<sup>2</sup> и  $70$  см<sup>2</sup> соответственно), что обеспечивало равенство плотностей катодного и анодного токов ( $i_k = i_a$ ). Межэлектродное расстояние выставлялось равным 6 см, объем электролизера составлял 5 дм<sup>3</sup>. Ток регулировался блоком питания Б5-50 (0÷299 мА с шагом 1 мА), температура поддерживалась равной 25°C. Осадки формировались под током  $i_k = i_a = 1,0$  А/м<sup>2</sup>, когда скорости кристаллизации CaCO<sub>3</sub> и Mg(OH)<sub>2</sub> примерно одинаковы [2].

Катодная защита стали в морской воде при малых  $i_k$  приводит к образованию покрытия только из CaCO<sub>3</sub> [3]. Для формирования покрытия из Mg(OH)<sub>2</sub>, необходимы достаточно большие плотности катодного тока (порядка 1 А/м<sup>2</sup>), по крайней мере, в начальный период формирования СКО. В ряде работ [4÷7] обоснован смысл исследования раздельного формирования собственных катодных отложений CaCO<sub>3</sub> и Mg(OH)<sub>2</sub>.

Формирование солевых отложений на катодно поляризуемой поверхности образцов из стали СтЗкп с площадью поверхности  $S = 80$  см<sup>2</sup> проводилось в течении 48 часов при  $I_k = 8,0$  мА ( $i_k = 1,0$  А/м<sup>2</sup>).

С целью исключения фактора нестойкости в морской воде углеродистой стали СтЗкп проводилось осаждение на катодно поляризуемой в идентичных условиях ( $i_k = 1,0$  А/м<sup>2</sup>;  $I_k = 7,0$  мА при  $S_k = 70$  см<sup>2</sup>) поверхности нержавеющей стали 12X18H10T (аналог AISI 321).

Модельные растворы, используемые для раздельного осаждения CaCO<sub>3</sub> и Mg(OH)<sub>2</sub>, соответствовали морской воде, соленость и ионный состав (соответственно в ‰ и ммоль/л) которой были определены как: SAL = 30‰;  $[Ca^{2+}] = 8,85$ ;  $[Mg^{2+}] = 46,25$ ;  $[HCO_3^-] = 2,0$ ;  $[SO_4^{2-}] = 24,2$ ;  $[Cl^-] = 467$  (ммоль/л).

Для раздельного осаждения CaCO<sub>3</sub> и Mg(OH)<sub>2</sub> использовались модельные растворы, соответствующие по составу морской воде, но соответственно – в первом случае без магния, во втором – без кальция.

Растворение солевых отложений, осажденных на стали СтЗкп

В морской воде выдерживались образцы с покрытием, наработанным под током  $i_k = 1,0$  А/м<sup>2</sup> в течение 2 суток (толщина покрытия 12 мкм). СтЗхп под CaCO<sub>3</sub> в морской воде начинает быстро ржаветь уже через 2-3 часа выдержки. Покрытие практически не растворяется и в то же время не является большим препятствием для проникновения агрессивной морской среды к стальной подложке. При этом коррозия распространяется по всей поверхности (фото 1а).

Под покрытием из Mg(OH)<sub>2</sub>, наработанным до толщины  $\delta = 7$  мкм при обработке током  $i_k = 1,0$  А/м<sup>2</sup> СтЗкп не ржавеет в морской воде, по крайней мере, в течение 7 часов. По истечении этого времени появляются точечные источники с ржавчиной (фото 1б). В то же время, происходит растворение покрытия. Брусит Mg(OH)<sub>2</sub> имеет слоистую структуру, видимо, она и обуславливает противодействие проникновению морской воды к стальной подложке, даже при том, что плотность брусита меньше, чем у арагонита CaCO<sub>3</sub> (2,4 против 2,9 г/см<sup>3</sup>).

В случае солевых катодных отложений, осажденных в морской воде, при выдерживании в морской же воде через 12 часов начинают появляться точечные разрушающиеся участки (фото 1в).

Растворение солевых отложений, осажденных на стали 12X18H10T.

На фото 2 показаны образцы из стали 12X18H10T с СКО, сформированным за 2 сут под током 1,0 А/м<sup>2</sup>, после выдержки их в морской воде в течение 5 суток. Образцы, покрытые CaCO<sub>3</sub> и CaCO<sub>3</sub> + Mg(OH)<sub>2</sub> практически остались без изменения, а образец, покрытый CaCO<sub>3</sub> + Mg(OH)<sub>2</sub>, почти полностью лишился своего покрытия.

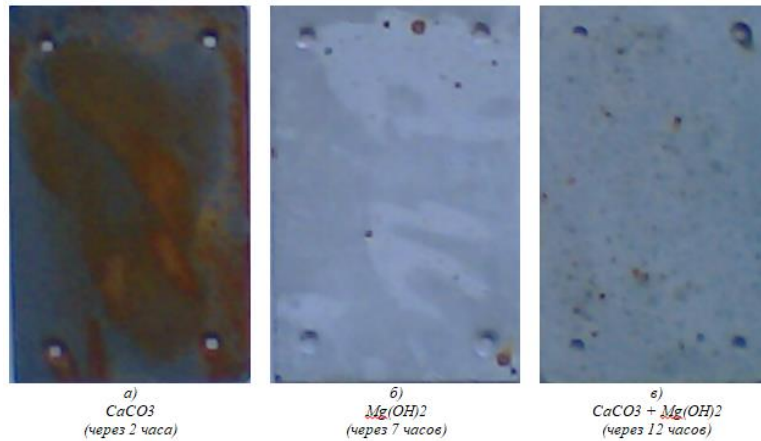


Рисунок 1. Устойчивость в морской воде СКО, осажденных под током  $i_k = 1,0 \text{ A/m}^2$  на поверхности стали Ст3сп в течение 48 часов.

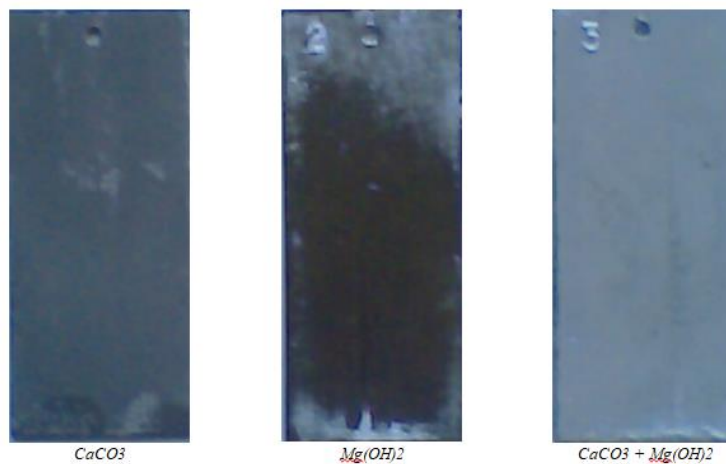


Рисунок 2. Устойчивость в морской воде СКО, осажденных под током  $i_k = 1,0 \text{ A/m}^2$  в течение 48 часов на поверхности стали 12X18H10T, после 120 часов выдерживания в морской воде.

В таблице 1 представлены данные по растворению СКО, сформированных на поверхности сталей Ст3сп и 12X18H10T:

Таблица 1

Средняя скорость растворения СКО, сформированных на поверхности сталей Ст3сп и 12X18H10T.

Покрытие	Средняя относительная скорость растворения покрытий, $\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{час})$	
	Ст3сп	12X18H10T
$\text{CaCO}_3$	0,08	0,02
$\text{Mg}(\text{OH})_2$	0,32	0,06
$\text{CaCO}_3 + \text{Mg}(\text{OH})_2$	-0,26	-0,03

Исходя из данных таблицы 1 можно обозначить то обстоятельство, что в случае совместного осаждения карбоната кальция и гидроксида магния вместо растворения СКО имеет место увеличение массы отложений.

#### Выводы

Сравнительный анализ защитных антикоррозионных свойств солевых катодных отложений (СКО), формирующихся на стальной поверхности при катодной защите сталей в морской воде, по их растворимости при отключении действия защитного тока позволяет сделать определенные выводы:

1. Катодная защита стали в морской воде при малых катодных токах  $i_k$  приводит только к образованию покрытия из  $\text{CaCO}_3$ , которое практически не обладает защитными свойствами при отключении защитного тока.

2. Хорошими защитными свойствами обладает покрытие из  $Mg(OH)_2$ , но для его формирования необходимы достаточно большие плотности катодного тока (порядка  $1 \text{ A/m}^2$ ), по крайней мере, в начальный период формирования СКО. После этого, когда получено достаточно стабильное покрытие, подачу тока можно уменьшить – до  $0,5 \text{ A/m}^2$  и меньше.
3. После того, как сформировалось хорошее покрытие из  $CaCO_3 + Mg(OH)_2$ , способное защитить стальную поверхность от коррозионного разрушения в морской воде, защитный ток  $i_k$  можно установить на уровне  $50 \text{ mA/m}^2$ , рекомендуемом ведомственными нормами [8] и руководящими документами [9] при постоянной катодной защите. В случае использования в качестве источников защитного тока схем с периодическим включением-отключением (солнечные панели) нужен защитный ток порядка  $0,2-0,3 \text{ A/m}^2$  (после проработки током  $1 \text{ A/m}^2$  в течение, как минимум, двух суток).
4. Покрытие из  $CaCO_3$  достаточно стабильно, но проницаемо для морской воды.  $Mg(OH)_2$ -покрытие хорошо защищает поверхность стали, но растворимо в морской воде. Покрытие  $CaCO_3 + Mg(OH)_2$  обладает защитными свойствами и малопроницаемо, что обосновывает возможность реализации прерывистого режима катодной защиты – в частности, с использованием солнечных панелей в качестве источника защитного тока.

\*\*\*

1. Б.Б. Чернов, А.М. Нугманов. Солнечные панели в практике катодной защиты металлов. Морские интеллектуальные технологии, 2016, №3 (33), с.234-237.
2. Чернов Б.Б., Фирсова Л.Ю., Нугманов А.М. Закономерности образования солевых отложений при катодной защите стали в морской воде // Морские интеллектуальные технологии. – 2016, т.33, №3 (1), с.226-233.
3. Чернов Б.Б., Пустовских Т.Б. Кинетика образования минеральных осадков из морской воды на катодно поляризуемой металлической поверхности. Защита металлов, 1989, т.25. с.506-512.
4. C. Deslouis, D. Festy, O. Gil, G. Rius, S. Touzain, B. Tribollet. Characterization of calcareous deposits in artificial sea water by impedance techniques - 1. Deposit of  $CaCO_3$  without  $Mg(OH)_2$  // Electrochimica Acta – 1998, Vol. 43, pp.1891-1901
5. Чернов Б.Б., Ву Ван Мынг, Нугманов А.М., Фирсова Л.Ю. Кристаллизация  $CaCO_3$  на поверхности стали при катодной защите. Морские интеллектуальные технологии, 2017, №3 (37), т.2, с.133-140.
6. C. Deslouis, D. Festy, O. Gil, V. Maillot, S. Touzain, B. Tribollet. Characterization of calcareous deposits in artificial sea water by impedances techniques (Part 2). Deposit of  $Mg(OH)_2$  without  $CaCO_3$  - Electrochimica Acta, 2000, Vol. 45, p.p.1837-1845
7. Чернов Б.Б., Нугманов А.М., Фирсова Л.Ю. Кристаллизация  $Mg(OH)_2$  на поверхности стали при катодной защите. Морские интеллектуальные технологии, 2017, №3 (37), т.2, с.127-132.
8. ВСН-39-84. Катодная защита от коррозии оборудования и металлических конструкций гидротехнических сооружений. – Минэнерго, Л.: 1985.
9. РД 31.35.07-83. Руководство по электрохимической защите от коррозии металлоконструкций морских гидротехнических сооружений в подводной зоне. – Минморфлот, М.: 1985.

### Цай Р.В.

#### Разработка биоразлагаемых композиционных материалов на основе микрофибриллярной целлюлозы и полимолочной кислоты

*Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (Россия, Москва)*

#### Аннотация

Применение биоразлагаемых композитных материалов может стать альтернативой пластмассу и значительно улучшить экологическую обстановку в мире.

Совокупность различных факторов, таких как увеличение цен на нефть, повышение интереса в мире к возобновляемым ресурсам, особое внимание к утилизации отходов и охране

окружающей среды, все это определяет интерес к биополимерам и эффективным способам их производства, переработки и применения.

**Ключевые слова:** биоразлагаемость, композиционные материалы, полимолочная кислота, микрофибриллярная целлюлоза.

### Abstract

The use of biodegradable composite materials can provide an alternative to plastics and significantly improve the world ecology.

The below factors and their combination – increase in oil prices, heightened global interest in renewable resources, special attention to waste management and environmental protection – underlie the interest in biopolymers and efficient methods of their production, processing and application.

**Keywords:** biodegradability, composite materials, polylactic acid, microfibrillar cellulose.

### Теория

В настоящее время для создания композиционных материалов актуальным вопросом является использование естественных волокнистых материалов. Их биоразлагаемость и биосовместимость дает композитам наилучшие экологические характеристики по сравнению с более широко используемыми и известными полимерами. Даже в небольших концентрациях волокнистое вещество создает механически крепкую бифильную матрицу, которая даёт возможность взаимодействия с материалами, обладающими как олеофильными, так и гидрофильными свойствами. Волокна обладают высокой удельной поверхностью (на несколько порядков превышающей гранулированные или пористые аналоги) и обеспечивает механическую прочность композита [1]. Одним из подобных материалов является микрофибриллярная целлюлоза (МФЦ), которая характеризуется неограниченными запасами и естественным воспроизводством источников целлюлозосодержащих волокнистых материалов [2].

Целлюлоза представляет собой полукристаллический поликарбогидрат, состоящий из ангидроглюкозных единиц, связанных химическими  $\beta$ 1,4- гликозидными связями. Две повторяющиеся ангидроглюкозные единицы, имеющие конформацию «кресло», представлены на рисунке 2, с нумерацией атомов углерода. Каждая единица содержит одну первичную и две вторичные гидроксильные функциональные группы. Благодаря экваториальному положению гидроксильных групп образуются водородные связи, например, между атомом водорода гидроксильной группы у C3 и атомом кольцевого кислорода O5 [3].

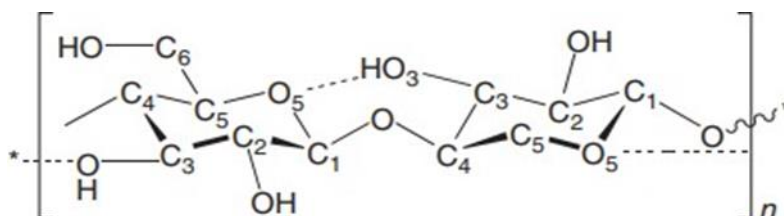


Рисунок 2. Повторяющаяся ангидроглюкозная единица и внутренняя водородная связь (пунктир).

### Метод получения микрофибриллярной наноцеллюлозы

При сильном механическом разрушении клеточной стенки, исходная структура целлюлозного волокна разрушается, и волокна превращаются в МФЦ, диаметр лежит в диапазоне 10-100 нм в зависимости от степени разрушения. Длина получаемых фибрилл варьируется 0,5-50мкм. Применяется несколько механических методов: гомогенизация [3], микрофлюидизация [4], измельчение [5], криодробление [6] и ультразвуковая обработка [7].

В категорию «биоразлагаемые» пластмассы входят не только большой класс материалов, которые могут производиться исключительно из растительного сырья, но также и полимеры, получаемые из углеводов. Классификация биоразлагаемых полимеров приведена на рисунке 1.



Рисунок 1. Классификация биоразлагаемых полимеров по виду сырья для их производства.

Таким образом, способность к биоразложению и натуральное происхождение сырья - не одно и то же [8]. Традиционно доступными являются более 30 различных видов биополимеров, которые находят широкое применение не только на рынке упаковки, но и в таких направлениях, как текстиль, сельское хозяйство, медицина, строительство и отделка. Пленки (около 50%), поддоны (около 20%), волокна и прочее (около 20%) представляют собой переработанные биополимеры.

Полилактичная кислота (ПМК) представляет из себя наиболее многообещающий биоразлагаемый полимер. Это обусловлено тем, что создание ПМК возможно как искусственным способом, так и ферментативным брожением сырья биологического происхождения. Полилактичная кислота биоразлагается в условиях компостирования, а также усваивается микроорганизмами морской воды, поэтому создание композиций и изделий на её основе позволит решить следующие проблемы: сократить потребление невозобновляемых природных ресурсов и значительно улучшить экологическую обстановку в мире [9].

Важным достоинством ПМК является и то, что это прозрачный, бесцветный термопластичный полимер, который может быть переработан всеми способами, как и известные термопласты. Из него можно производить одноразовую посуду, получать пленки, волокно, упаковку для пищевых продуктов, имплантаты для медицины [10].

Несмотря на широкий спектр возможностей применения полилактичной кислоты, её использование ограничивается сравнительно высокой ценой (около 9 \$ за килограмм) и низкие технологические и физико-механические свойства: ударная вязкость, относительное удлинение и др. Также известно, что в процессе переработки полилактичная кислота может подвергаться нескольким реакциям разложения, таким как: термогидролиз, пере-этерификация или деполимеризация. Конечными последствиями этих реакций являются уменьшение её молекулярной массы и ухудшение механических свойств ПМК [11].

Решением данной проблемы может являться создание композитного материала на основе микрофибриллярной целлюлозы и ПМК, соответственно первая из которых будет выступать в качестве армирующего каркаса [12]. Определение определённого соотношения используемых материалов позволит, с одной стороны, снизить стоимость получаемого

композита по сравнению с монокомпонентной ПМК, и, с другой стороны, добиться значительных улучшений физико-механических свойств [13].

#### Выводы

Полученные полимеры могут использоваться в различных отраслях жизнедеятельности человека, начиная от машиностроительной и авиационной отрасли, заканчивая косметологией и медициной.

Огромным преимуществом данных полимеров на основе ПМК является его биоразлагаемость, что делает синтез подобных материалов очень перспективным направлением будущего.

\*\*\*

1. Новиков А.А., Аникушин Б.М., Петрова Д.А., Константинова С.А., Мельников В.Б., Винокуров В.А. Кислотная и окислительная обработка сырья для производства нановолокнистой целлюлозы / Химия и технология топлив и масел. – 2019. – Т. 54. – №5. – С. 564–568.
2. Vinokurov V.A., Novikov A.A., Rodnova V., Anikushin B.M., Kotelev M.S., Ivanov E. & Lvov Y. Cellulose nanofibrils and tubular halloysite as enhanced strength gelation agents //Polymers. – 2019. – Т. 11. – №. 5. – С. 919.
3. Петров В.А., Гибадуллин М.Р., Аверьянова Н.В. Получение наноразмерной целлюлозы и области ее применения // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. №20.
4. Missoum K., Belgacem M. N., Bras J. Nanofibrillated cellulose surface modification: a review //Materials. – 2013. – Т. 6. – №. 5. – С. 1745-1766.
5. Siró I., Plackett D. Microfibrillated cellulose and new nanocomposite materials: a review //Cellulose. – 2010. – Т. 17. – №. 3. – С. 459-494.
6. Alemdar A., Sain M. Isolation and characterization of nanofibers from agricultural residues–Wheat straw and soy hulls //Bioresource technology. – 2008. – Т. 99. – №. 6. – С. 1664-1671.
7. Chen P. et al. Concentration effects on the isolation and dynamic rheological behavior of cellulose nanofibers via ultrasonic processing //Cellulose. – 2013. – Т. 20. – №. 1. – С. 149-157.
8. Кирич Е. И., Чернова В. В. и др. Пленочные полимерные покрытия на основе хитозана // Пластические массы. 2008. – № 6. – С. 36-40.
9. Тасекеев М.С., Еремеева Л.М., Производство биополимеров как один из путей решения проблем экологии и АПК: Аналит. Обзор, Ал маты: НЦ НТИ, 2009. 156 с.
10. Власов С.В., Ольхов А.А. Биоразлагаемые полимерные материалы // Полимерные материалы. – 2006. – №10. – С. 28-33.
11. Dec S.F., Knauss D.M., Phosphite stabilization effects on two-step melt- spun fibers of polylactide // Polymer Degradation and Stability. – 2002. – № 78. – P. 95-105.
12. Fukushima K., Abbate C., D. Tabuani, M. Gennari, Camino G. Biodégradation of poly(lactic acid) and its nanocomposites // Polymer Degradation and Stability. – 2009. – № 94. – P 1646-1655.
13. Буряк В.П. Биополимеры - настоящее и будущее // Полимерные материалы. – 2005. – №11. – С. 10-12.

## РАЗДЕЛ VI. ЯЗЫКОЗНАНИЕ И ЛИТЕРАТУРОВЕДЕНИЕ

Синяева Т.В.

Медиаобраз А.П. Чехова (на материале публикаций, посвященных юбилейным датам)

*Сибирский федеральный университет*

*(Россия, Красноярск)*

### Аннотация

В статье представлен анализ публикаций, посвященных юбилеям Антона Павловича Чехова. Изучены аспекты, на которых акцентируются авторы данных материалов. Это творчество или биография классика, различные факты его жизнеописания, а также тип писателя.

**Ключевые слова:** Чехов, медиаобраз, писатель, юбилей.

### Abstract

The article presents an analysis of publications dedicated to the anniversaries of Anton Pavlovich Chekhov. The aspects that the authors of these materials focus on are studied. This is the work or biography of a classic, various facts of his life, as well as the type of writer.

**Keywords:** Chekhov, media image, writer, anniversary.

Работы различных авторов в современной теории журналистики и массмедиа посвящены понятию медиаобраза. Например, это труды Л.В. Хочунской [1], Т.Н. Галинской [2], И.А. Балалуевой [3] и других ученых.

В связи с очередным юбилеем Антона Павловича в 2025 году важно проследить, как репрезентируется его образ в медиа по случаю памятных дат. В работе выявлено, на каких его жизненных и творческих этапах ставятся акценты в медиа – важном источнике формирования современного образа писателя.

С помощью содержательного анализа на примере 150 публикаций, расположенных в свободном доступе в сети Интернет, медиатексты были распределены по тематикам сайтов на три категории: религиозные, литературоведческие и театральные. В результате были получены следующие результаты.

Выяснилось, что медиаобраз Антона Павловича Чехова разнится в зависимости от профиля источника, где размещена юбилейная публикация. Так, на площадках с религиозной тематикой классик предстает верующим писателем или писателем-христианином. Здесь авторы используют слова вера, духовность, христианин, церковь. Как, например, в этом отрывке из юбилейной статьи: «Возможно, Чехов раскрыл свое неверие в творчестве? Отнюдь. Трудно найти русского писателя такой величины и значимости, который так же талантливо, как Чехов, описал русскую церковность. Без елейности, но с сочувствием и знанием предмета нарисован у него быт русского духовенства. С благоговением описана в его рассказе «На страстной неделе» очистительная и перерождающая сила Исповеди и Святого Причастия. <...> Только писатель, любящий Церковь, мог создать светлые образы Преосвященного Петра из «Архиерея» и отца Христофора из «Степи».

На сайтах театров, которые пишут о юбилее Чехове акцент сделан на его деятельности драматурга, а также его вкладе в эту сферу. Кроме того, идет привязка произведений писателя к репертуару театра (постановки «Чайки», «Дяди Вани» и других спектаклей). Пример – «В «Сатириконе» чеховская постановка впервые появилась в 2011 году. Спектакль Юрия Бутусова «Чайка» по знаменитой пьесе, стал культовым и очень любимым зрителями. В сезоне 2010/2011 Юрий Бутусов за эту работу был награжден премией «Золотая маска», сама постановка получила пять номинаций». Или еще один: «К счастью, для студентов ГИТИСа Чехов не только классик, но один из самых любимых, важных и один из самых востребованных авторов.

Его рассказы и пьесы нередко становятся материалом для учебных этюдов, экзаменов и дипломных спектаклей. Чехова изучают, над ним размышляют, его интерпретируют — студенты всех без исключения факультетов ГИТИСа находятся с Антоном Павловичем в мучительном и счастливым творческом диалоге».

А публикации литературоведов, сфокусированные на биографии Чехова, обращают внимание на его личностные качества. Здесь представлен некий портрет писателя – Чехов изображается как нравственный идеал, ориентир. Характерные цитаты: «Если бы он даже не написал ничего вообще, можно было бы утверждать, что в русской реальности блеснул и исчез удивительный человек, который до последнего мгновения доказывал нравственную теорему превосходства нормальной человеческой жизни над всеми эксцессами и безумствами. Который не учил, но для многих стал ориентиром и нравственной опорой»; «Превосходство над героями у Чехова не мнимое, а самое настоящее. И не только над героями. У кого еще было то, что было у Чехова? Да не только в России, а в мире. Сила, талант, беспощадный нравственный кодекс, предельный идеал. А еще — “могучая воля”, как писал Корней Чуковский, и только с этим суждением я лично могу согласиться». В последнем примере автор прямо ссылается на известную всем биографию Антона Павловича Чехова, написанную Корнеем Ивановичем Чуковским. Так, параллель можно проследить с этим отрывком из жизнеописания, созданного советским писателем: «Основой основ его личности была могучая, гениально упорная воля. <...> В России было много писателей, жаждавших построить свою жизнь согласно велениям совести <...>, но даже им этот нравственный подвиг был иногда не под силу, даже они порою изнемогали и падали. А с Чеховым этого, кажется, никогда не бывало».

Таким образом, мы выявили, что в юбилейных публикациях, посвященных писателю Чехову, прослеживаются стратегии биографирования. Но в полноценных жизнеописаниях они, как отметил исследователь Рейтблат [4, с. 215], зависят от личности автора. То есть именно биограф выбирает те факты жизни биографируемого, которые войдут в биографию. А в интернет-материалах ситуация иная – стратегии находятся в зависимости от специфики площадки. При этом медиаобраз может отсылать к конкретным биографиям.

Медиаобраз писателя-классика оказывается продолжением его биографий, в схожих тематических источниках используются одинаковые стратегии представления объекта – стратегии биографирования. Только к юбилейным публикациям обращаются непосредственно по случаю памятной даты.

\*\*\*

1. Хочунская Л.В. Современный медийный образ как архетип / Л.В. Хочунская // Вестник РГГУ. Серия: История, филология, культурология, востоковедение. — 2012. — № 13 (93). — С. 237–245.
2. Галинская Т.Н. Контент-аналитическое исследование медийного образа российского политика (на материале комментариев интернет-пользователей о Б. Немцове) / Т.Н. Галинская // Политическая лингвистика. — 2013. — № 4. — С. 91–98.
3. Балалуева И.А. Медиаобраз и социообраз: процессы взаимоправления в информационном обществе / И.А. Балалуева // Право и управление. XXI век. — 2014. — № 4 (33). — С. 86–91.
4. Рейтблат А.И. Писать поперек. М.: Новое литературное обозрение, 2014. 416 с.

## РАЗДЕЛ VII. ЛОГИСТИКА

Рыбина В.Д.

### Оптимизация логистических операций в условиях санкций и торговых ограничений

*Российская академия народного хозяйства и государственной службы  
при Президенте Российской Федерации  
(Россия, Москва)*

#### Аннотация

В статье рассматриваются особенности функционирования логистических систем в условиях действия экономических санкций и ограничений международной торговли. Подчёркивается, что санкционная политика последних лет повлекла за собой нарушение привычных логистических связей, рост затрат, снижение доступности критически важных импортных компонентов и изменение стратегий закупок. Проведен анализ наиболее уязвимых логистических элементов и предложены практические меры по их адаптации. Среди ключевых направлений оптимизации выделены: диверсификация поставщиков, локализация производственных и складских мощностей, внедрение цифровых логистических платформ и повышение прозрачности цепей поставок. Также рассматривается роль государственной поддержки в период перестройки логистических цепей. Результаты исследования могут быть использованы российскими компаниями для повышения устойчивости логистики в условиях внешнеэкономического давления.

**Ключевые слова:** логистика, санкции, торговые ограничения, оптимизация поставок, локализация, цифровые платформы.

#### Abstract

The article examines the functioning of logistics systems under economic sanctions and international trade restrictions. It highlights that recent sanction policies have disrupted traditional logistics links, increased costs, reduced access to critical imported components, and altered procurement strategies. The most vulnerable elements of logistics are analyzed, and practical measures for adaptation are proposed. Key optimization areas include supplier diversification, localization of production and warehouse facilities, implementation of digital logistics platforms, and improving supply chain transparency. The article also considers the role of government support during the restructuring of logistics chains. The research results can be used by Russian companies to improve the resilience of logistics under external economic pressure.

**Keywords:** logistics, sanctions, trade restrictions, supply optimization, localization, digital platforms.

Современная мировая экономика подвержена воздействию геополитических факторов, что особенно остро ощущается в сфере логистики. Введение санкций и торговых ограничений против России с 2014 года, а также их усиление после 2022 года, вызвали значительные изменения в логистических цепях как внутри страны, так и на международном уровне. Нарушение привычных маршрутов, ограничение доступа к ключевым компонентам и технологиям, рост логистических расходов — всё это требует адаптации и разработки новых стратегий управления логистикой в кризисных условиях.

Влияние санкций на логистику и цепи поставок

Введение санкционных режимов в отношении Российской Федерации со стороны ряда государств, прежде всего стран Европейского союза, США, Великобритании, Японии и других, оказало мощное воздействие на структуру и функционирование международных логистических цепей. Эти меры затронули не только товарооборот, но и сопутствующие логистические, транспортные и финансовые операции, существенно изменив прежние бизнес-процессы.

До 2022 года значительная часть внешнеторговых перевозок российских компаний осуществлялась через европейские порты и логистические хабы, включая Роттердам, Гамбург, Клайпеду и др. С введением санкций такие маршруты оказались частично или полностью недоступны. Морские перевозчики (например, Maersk, MSC) сократили или полностью приостановили операции в российских портах, что привело к необходимости перенаправления грузов через альтернативные маршруты — Турцию, Индию, Китай, Иран.

Кроме того, были ужесточены процедуры таможенного оформления, удлинились сроки доставки, а риски задержек грузов возросли из-за необходимости пересмотра маршрутов, получения дополнительных разрешений и таможенных проверок в транзитных странах.

По данным Российского экспортного центра, средняя стоимость морской контейнерной перевозки из Китая в Россию в 2023 году выросла на 35–50% по сравнению с докризисным уровнем.

Санкции затронули широкий перечень логистической техники и программного обеспечения. Под ограничения попали: складское оборудование; транспортные средства (вагоны, самолёты западного производства); логистические ИТ-системы (WMS, TMS, ERP), лицензии на которые были отозваны или недоступны для обновления.

Это создало дефицит на рынке, удлинило сроки закупок и потребовало срочного поиска альтернатив в Азии и внутри страны.

Санкции способствовали отказу ряда иностранных партнёров от работы с российскими компаниями из-за страха вторичных санкций. Особенно сильно это проявилось в финансовых транзакциях, что сделало сотрудничество со многими поставщиками из «недружественных» стран непредсказуемым.

Российские импортеры начали активно искать новых поставщиков в странах с нейтральной или дружественной позицией, таких как Китай, Индия, Турция, ОАЭ и др. Однако перестройка логистических процессов требует времени и сопряжена с определёнными издержками.

Совокупность описанных факторов привела к росту стратегических и операционных рисков. Компании сталкиваются с: неожиданными задержками поставок; изменением таможенных правил в транзитных странах; отказами в страховании грузов; разрывом долгосрочных контрактов с логистическими провайдерами. Это требует перестройки систем управления рисками в логистике, разработки адаптивных сценариев и создания гибкой инфраструктуры поставок.

#### Стратегии оптимизации логистических операций

В условиях внешнеэкономического давления и нестабильности глобальных цепей поставок российские компании вынуждены переосмысливать подходы к логистике, переходя от традиционных моделей к более устойчивым, гибким и адаптивным.

Одним из приоритетных направлений стало расширение и географическое перераспределение поставщиков. Компании больше не могут полагаться на ограниченное число контрагентов из стран с высоким санкционным риском. В этой связи: активно налаживаются связи с производителями из Китая, Индии, Турции, Ирана, Казахстана, Вьетнама, Бразилии; повышается интерес к поставщикам из стран ЕАЭС и БРИКС; расширяется использование мультимодальных маршрутов: железнодорожно-морских перевозок через Иран (коридор «Север – Юг»), сухопутных маршрутов через Казахстан, контейнерных поездов по Новому Шёлковому пути. Такая стратегия позволяет снизить зависимость от одного логистического канала и повысить устойчивость всей цепи поставок.

Локализация — ещё один ключевой тренд, позволяющий минимизировать логистические риски. В новых условиях многие компании начали переносить часть операций внутрь страны: создаются региональные распределительные центры вблизи потребителей, что снижает транспортные затраты; открываются производственные площадки по выпуску комплектующих, ранее закупавшихся за рубежом; осуществляется интеграция логистических и производственных цепей на базе промышленных парков и особых экономических зон. Это

обеспечивает не только сокращение сроков логистики, но и большую гибкость в управлении запасами и производственными циклами.

Цифровизация логистических процессов приобрела особую актуальность, поскольку современные ИТ-решения позволяют: оптимизировать маршруты перевозок на основе алгоритмов искусственного интеллекта; прогнозировать спрос и автоматически корректировать объёмы поставок; отслеживать движение грузов в реальном времени (GPS-мониторинг, RFID).

Появление отечественных программных решений (взамен западных систем SAP, Oracle, Manhattan) стало критически важным элементом технологического суверенитета в логистике.

Устойчивые логистические цепи становятся ключевым элементом корпоративной стратегии в эпоху санкционного давления.

В условиях внешнеполитической и экономической нестабильности, вызванной санкционным давлением и разрывом устоявшихся логистических цепочек, российским компаниям необходимо переходить к новым стратегиям ведения внешнеэкономической деятельности. Основными направлениями оптимизации становятся диверсификация логистических маршрутов, развитие собственной транспортной и складской инфраструктуры, цифровизация процессов и внедрение отечественных программных решений.

Таким образом, формирование автономной и устойчивой логистической системы является не только вызовом текущего периода, но и возможностью для трансформации всей инфраструктуры внешнеторговой логистики на более высоком уровне эффективности и безопасности.

\*\*\*

1. Логистика в условиях санкций: вызовы и решения / Под ред. А.А. Ермакова. — М.: Логос, 2023. — 312 с.
2. Киселёв С.В. Перестройка внешнеэкономических логистических связей России // Вестник логистики. 2022. № 2. С. 18–25.
3. Мельникова И.А. Локализация поставок и импортозамещение в логистике // Экономика и управление. 2023. № 3. С. 47–55.
4. Шахов Д.И. Цифровизация логистики: новые реалии и возможности // Логистика сегодня. 2022. № 4. С. 31–37.
5. Ершов А.В. Санкции и логистика: региональный аспект // Пространственная экономика. 2023. № 1. С. 64–72.
6. Глухов В.В., Чернышов В.И. Логистика: теория и практика. — СПб.: Питер, 2021. — 416 с.
7. Смирнов С.В. Санкции и международная логистика: вызовы для России // Вестник транспортной логистики. — 2023. — № 2. — С. 25–31.
8. Назаров И.А. Импортозамещение в условиях санкционной экономики: логистический аспект // Экономика и управление. — 2022. — № 8 (198). — С. 45–52.
9. Иванов Д.В., Розенберг Л.М. Цифровая трансформация логистики: реалии и перспективы // Логистика сегодня. — 2023. — № 5. — С. 13–20.
10. Боброва Е.Л. Логистика в условиях нестабильности: пути адаптации // Журнал «Региональная экономика». — 2023. — № 3. — С. 64–71.

## РАЗДЕЛ VIII. ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Зотикова И.А.**

### **Понятие специальных знаний и их применение в заключении эксперта в гражданском и арбитражном процессе и административном судопроизводстве**

*(ф) Российский государственный университета правосудия им. В.М. Лебедева  
(Россия, Санкт-Петербург)*

*Научный руководитель: Демченко С.С.*

#### **Аннотация**

Часто в различных видах судопроизводства требуется применение специальных знаний, которые помогли бы установить обстоятельства, значимые для разрешения дела. В гражданском и арбитражном процессе и административном судопроизводстве специальные знания применяются в форме заключения эксперта или консультации специалиста. В данной статье выведено понятие специальных знаний, сформулированы предложения по усовершенствованию процессуального законодательства в части закрепления понятия специальных знаний.

**Ключевые слова:** специальные знания, заключение эксперта, заключение специалиста, общеизвестные знания, гражданский процесс, арбитражный процесс, административное судопроизводство, судебная экспертиза, криминалистические знания.

#### **Abstract**

Often, various types of legal proceedings require the use of special knowledge that would help establish circumstances relevant to the resolution of the case. In civil and arbitration legal proceedings and administrative legal proceedings, special knowledge is applied in the form of an expert opinion or expert advice. In this article, the concept of special knowledge is derived, and proposals are formulated to improve procedural legislation in terms of consolidating the concept of special knowledge.

**Keywords:** specialized knowledge, expert opinion, expert advice, well-known knowledge, civil proceedings, arbitration proceedings, administrative proceedings, forensic examination, criminalistic knowledge.

Цивилистический процесс интересен для изучения тем, что в гражданском и арбитражном процессе, а также в административном судопроизводстве, разрешению подлежат не только вопросы права, но и вопросы, касающиеся самых разных областей человеческой и общественной жизни. Это может быть определение порядка общения с ребёнком, определение стоимости ремонта автомобиля в делах о возмещении ущерба, установление способности нести ответственность за свои действия и руководить ими в делах особого производства о лишении дееспособности. Судье при рассмотрении данных категорий дел требуется применение специальных знаний, которые помогли бы установить обстоятельства, значимые для разрешения дела.

В настоящее время законодательно закреплённое понятие специальных знаний отсутствует. Но в юридической литературе под ними принято понимать систему теоретических знаний и практических навыков в области конкретной науки, техники, искусства или ремесла, приобретаемых в процессе специальной подготовки или опытным путём, которые необходимы для решения вопросов, возникающих в процессе судопроизводства. Вместе с этим существуют разные точки зрения на понятие специальных знаний.

Г.Г. Зуйков пишет, что специальные знания – это, прежде всего основанные на теории и закреплённые практикой глубокие и разносторонние знания приемов и средств, обеспечивающих обнаружение, фиксацию и исследование доказательств. По мнению учёного, к

специальным знаниям, в том же смысле, относят познания в криминалистике, судебной медицине и психиатрии, химии, физике, пожарном деле, автоделе, а также любые иные познания (педагогические, лингвистические, математические и др.), использование которых необходимо для разрешения дела.

По мнению Е.И. Зуева, «специальные знания» – это любые знания в науке, технике, искусстве или ремесле, применяемые для разрешения вопросов, возникающих при осуществлении правосудия.

Ю.К. Орлов называет специальными знания, которые выходят за рамки общеобразовательной подготовки и житейского опыта и известны узкому кругу лиц.

Д.В. Арсеньев понимает специальные знания как систему сведений, которые получены в процессе деятельности в сферах общественной жизни.

Здесь стоит обратить внимание на то, что при изучении вопросов, касающихся применения специальных знаний в форме заключения эксперта или консультаций специалиста, невозможно не учитывать выводы учёных, которые занимаются проблемами криминалистики и уголовного процесса. Для ответа на вопрос о природе специальных знаний необходимо обратиться к истории судебной экспертизы и вспомнить, что на протяжении достаточно долгого времени экспертные исследования считались частью криминалистики, применяемой в уголовном процессе при раскрытии преступлений.

Отсюда следует, что большой вклад в теоретические и практические знания о судебной экспертизе, в том числе о заключении эксперта, был внесен криминалистами. Проблемы применения специальных знаний и назначения судебной экспертизы более активно расследуются учёными-юристами, которые специализируются на уголовном праве. Но так как данные доказательства используются в гражданском и арбитражном процессе и административном судопроизводстве, цивилистам следует иметь в виду достижения теории уголовного процесса. Тем более Юдин И.В. отмечает, что «правовая природа судебной экспертизы является одинаковой как для уголовного, так и для гражданского судопроизводства». Это подчёркивает и Харькова К.Р., которая пишет, что на основании общности методов доказывания в разных видах судопроизводства участники процесса и ученые-юристы стали обращаться к знаниям и методам криминалистики для повышения эффективности доказывания в гражданском процессе. По мнению Харьковской К.Р., это можно объяснить тем, что теоретической основой применения криминалистических знаний в гражданском процессе является концепция допустимости доказательств. Объяснение этой концепции дано Жижиной М.В. – доказательства, полученные с использованием криминалистических методов, могут быть использованы в суде при условии, что они отвечают требованиям относимости, допустимости и достоверности. Это качественные характеристики доказательств, закрепленные в ч. 2 ст. 71 Арбитражного процессуального кодекса (далее – АПК РФ), ст.ст. 59, 60 Гражданского процессуального кодекса (далее – ГПК РФ), ст. 61 Кодекса административного судопроизводства (далее – КАС РФ).

Относимость доказательств заключается в связи между содержанием фактических данных и обстоятельствами, подлежащими доказыванию по делу.

Достоверность характеризует точность, правильность отражения обстоятельств, входящих в предмет доказывания.

Допустимость представляет собой соответствие полученных сведений требованиям процессуального законодательства. Допустимое доказательство должно исходить от надлежащего источника, от субъекта, уполномоченного на получение доказательства. При получении доказательства должны применяться законные способы и соблюдаться установленные правила фиксации доказательств.

Таким образом, криминалистические методы повышают достоверность доказательств благодаря использованию специальных знаний и технических средств. Также применение криминалистических знаний в рамках гражданского, арбитражного процесса и административного судопроизводства способствует решению задач гражданского судопроизводства.

Говоря о применении в цивилистическом процессе специальных знаний, следует провести границу между ними и общеизвестными знаниями. Обстоятельства, признанные судом общеизвестными, не нуждаются в доказывании, так как их истинность очевидна. На это указывается в ч. 1 ст. 61 ГПК РФ и ч. 1 ст. 69 АПК РФ, ч. 1 ст. 64 КАС РФ.

Гришина Е.П. пишет: «Классический подход к определению общеизвестных фактов и явлений определяет эти понятия как те, о которых знает широкий круг лиц, в том числе и судьи».

Копанева Т.В. пишет, что специальные знания, в отличие от общеизвестных знаний, приобретаются в ходе наработки профессионального опыта в конкретной отрасли знаний.

Таким образом, на сегодняшний день дифференциация специальных и общеизвестных знаний зависит от необходимости применения специальных знаний в ходе рассмотрения и разрешения дела по существу.

Стоит отметить, что соотношение специальных и общеизвестных знаний меняется в зависимости от уровня технологического развития общества, объема внедрения научных знаний в жизнь человека, среднего уровня образования в обществе.

До недавнего времени, когда судопроизводство ещё не подверглось влиянию цифровизации и информатизации, было широко распространено мнение, что для специальных знаний характерны следующие черты:

- 1) не являются общеизвестными;
- 2) выходят за рамки общеобразовательной подготовки и житейского опыта;
- 3) не являются общедоступными.

Сейчас данное мнение можно признать устаревшим, так как научная и специальная литература стала доступна широкому кругу читателей. Однако необходимо помнить, что отнесение знаний к специальным зависит от уровня интеллекта, образования и жизненного опыта лица, которое эти знания собирается применить. Отсюда следует, что в конкретном деле суду следует выяснить, являются ли знания, необходимые для разрешения дела, специальными.

Даже юридические знания можно считать специальными, так как правоприменитель в судебной деятельности обычно обладает знаниями из определенных отраслей права и пользуется только ими. В арбитражных судах распространено явление, когда группа судей занимается одним видом дел, например, банкротством. Естественно, судья, который постоянно практикуется только в одной области права, не сможет свободно ориентироваться во всех отраслях постоянно изменяющегося законодательства. Впервые юридические знания были отнесены к специальным в практике рассмотрения дел в Конституционном Суде. Статья 63 Федерального конституционного закона от 21 июля 1994 г. № 1-ФКЗ «О Конституционном Суде Российской Федерации» гласит, что в заседании Конституционного Суда РФ может быть вызвано в качестве эксперта лицо, обладающее специальными знаниями по вопросам, касающимся рассматриваемого дела. Это отмечает и Артёмова Д.А., которая пишет, что «в конституционном судопроизводстве экспертами, как правило, выступают лица, обладающие познаниями именно в области права». Это можно объяснить тем, что дела, рассматриваемые в ходе конституционного судопроизводства, требуют высококвалифицированных заключений по трактовке и применению отдельных норм материального и процессуального права.

Таким образом, при возникновении в процессе судопроизводства вопросов, для решения которых требуются специальные познания, суду и сторонам необходимо не только опираться на свой житейский опыт, но и привлечь к делу лицо, в совершенстве владеющее этими знаниями – специалиста или эксперта.

Бабушкин А.Е. и Малютин М.А. отмечают, что наличие специальных знаний у эксперта презюмируется, исходя из положений Федерального закона от 31 мая 2001 г. №73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации». Согласно ст. 13 ФЗ № 73, должность эксперта в государственных судебно-экспертных учреждениях может занимать гражданин Российской Федерации, имеющий высшее образование и получивший дополнительное профессиональное образование по конкретной экспертной специальности в порядке, установленном нормативными правовыми актами соответствующего

уполномоченного федерального государственного органа. Таким образом, законодатель имеет в виду именно специальные знания.

Т.В. Сахновой выделены предпосылки использования специальных знаний, на основании которых суд приходит к необходимости их применения:

- 1) норма права, материального или процессуального, содержащая специальные элементы в определенной форме;
- 2) уровень развития научных знаний, позволяющий использовать их для практических целей;
- 3) наличие объективной связи между способом применения научных знаний и юридической целью их использования.

Классификация форм применения специальных знаний в настоящее время достаточно подробно изучена, но наибольшее внимание ей уделено в уголовно-процессуальной литературе. На мой взгляд, лучшая классификация предложена Е.А. Зайцевой, которая разграничивает формы применения специальных знаний на процессуальную и непроцессуальную. Применяя данную классификацию к правилам гражданского процесса, процессуальную форму можно понимать как предусмотренную процессуальным законодательством. Непроцессуальная форма, по мнению Е.А. Зайцевой, предусмотрена федеральными законами, ведомственными приказами и инструкциями. Разграничивая данные формы, Е.А. Зайцева выделяет следующие виды применения специальных знаний:

- 1) к процессуальной форме относится назначение и производство судебной экспертизы; участие специалиста в следственных и иных процессуальных действиях; участие в судопроизводстве свидетелей, обладающих специальными знаниями; участие переводчика в производстве по делу;
- 2) к непроцессуальной форме относится проведение предварительных (доэкспертных) исследований; судебно-медицинские освидетельствования; проведение документальных налоговых проверок; назначение и производство ревизий; проведение аудиторских проверок; проведение инвентаризаций; проведение несудебных (в том числе, альтернативных или независимых) экспертиз; проведение ведомственных расследований.

Основная форма специальных знаний, используемая в гражданском процессе – заключение привлеченного судом специалиста или эксперта. Здесь следует провести границу между специалистом и экспертом, как лицами, содействующими осуществлению правосудия.

Часть третья статьи 188 ГПК РФ устанавливает, что специалист даёт суду консультацию в устной или письменной форме, исходя из профессиональных знаний, без проведения специальных исследований, назначаемых на основании определения суда. Судебный эксперт, как можно понять из части 1 статьи 79 ГПК РФ, является специалистом, который назначается судом для проведения экспертизы в рамках гражданских, арбитражных и административных дел. Суд ставит эксперту задачу предоставить в заседание научно обоснованные, объективные выводы, которые в последующем будут использованы как доказательства. То есть, заключение эксперта представляет собой результат экспертизы, процессуального действия, состоящего из проведения исследований и дачи заключения экспертом по вопросам, разрешение которых требует специальных знаний в области науки, техники, искусства или ремесла. Аналогичные правила предусмотрены ст. 82 АПК РФ, ч. 1 ст. 77 КАС РФ.

Таким образом, для разъяснения вопросов, требующих специальных познаний в области науки, техники, искусства и ремесла, судом назначается экспертиза.

Монгуш Ч.Х. понимает судебную экспертизу как важную составляющую судебного процесса, предназначенную для установления фактов, оценки их значимости. Отвечая на вопросы суда, эксперт применяет специальные знания путем проведения научных исследований, и выносит мнение по вопросам в области науки, техники, искусства или ремесла.

Азарова Е.С. отмечает, что процесс формирования судебных экспертиз включает в себя интеграцию и дифференциацию знания. Данные процессы, реализуемые в ходе судебной экспертизы, способствуют появлению новых специальных знаний.

Говоря о применении специальных знаний в процессе судебной экспертизы и заключении эксперта, стоит затронуть вопрос классификации судебных экспертиз.

А.Г. Шляхов предложил систему классификации судебных экспертиз, которая включала в себя классы, роды, виды и разновидности (подвиды). Все судебные экспертизы, по мнению А.Р. Шляхова, можно разделить на девять классов: криминалистические; инженерно-транспортные; экспертизы; экономические; биологические; инженерно-технические; инженернотехнологические (материаловедческие); сельскохозяйственные, экологические; судебно-медицинские и психофизиологические.

Более распространено мнение Е.Р. Россинской о том, что «основаниями подразделения судебных экспертиз на роды и виды являются характер исследуемых объектов в совокупности с решаемыми задачами. В классы же объединяются роды судебных экспертиз, относящиеся к одной или близким отраслям специальных знаний, которые к тому же используют сходный инструментарий».

Так как нормы, регулирующие применение экспертизы, во всех процессуальных кодексах довольно схожи, схожими являются и виды экспертиз, проводимые в гражданском, административном и арбитражном процессе. Таким образом, на основании применяемых в ходе судебной экспертизы специальных знаний можно сформулировать следующий примерный перечень видов экспертиз:

- 1) Судебно-медицинские и психофизические экспертизы: судебно-токсикологические, судебно-психиатрические, судебно-психологические;
- 2) Судебные инженерно-транспортные, судебно-автотехнические экспертизы: воднотранспортные, авиационно-технические, железнодорожно-технические;
- 3) Судебно-экономические экспертизы: судебно-бухгалтерские, финансово-кредитные и комплексные экономические экспертизы;
- 4) Судебно-технические экспертизы: по технике безопасности в промышленности и сельском хозяйстве, строительно-технические, проектно-технические, пожарно-технические, исследование пожаров и взрывов, землеустроительная экспертиза;
- 5) Судебно-экологические экспертизы: комплексная экспертиза из специалистов санитарно-эпидемиологических станций, учреждений по охране лесов, вод и учёных в области экологии.

Говоря об улучшениях, которые целесообразно ввести в процессуальное законодательство касаясь специальных знаний и их применения, стоит рассмотреть интересную точку зрения, предложенную А.В. Верещагиной в исследовании истории явления специальных знаний. По мнению автора, упорядочить правоприменение возможно путём рецепции следующих отличий дореволюционного института специальных знаний от современного:

- 1) тождественность терминов «специалист» и «эксперт»;
- 2) включенность и определяющая роль суда в назначении экспертизы (исследования) и определении лиц, которые будут его проводить из числа имеющих законное право заниматься такой деятельностью.

По моему мнению, в связи с отсутствием законодательно закреплённого понятия специальных знаний представляется целесообразным ввести в Федеральный закон от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» понятие специальных знаний в следующей формулировке. «Специальные знания – это профессиональные знания в различных областях деятельности, за исключением правовых, выходящие за рамки общедоступных и необходимые при осуществлении судопроизводства для установления истины по делу».

\*\*\*

1. Арсеньев, В. Д. Использование специальных знаний при установлении фактических обстоятельств уголовного дела/ В. Д. Арсеньев, В. Г. Заблочкий. – Красноярск: Красноярский государственный университет, 1986. – 152 с.
2. Артемова, Д.А. Эксперт и специалист как участники процесса доказывания в конституционном и уголовном судопроизводстве/ Артемова, Д.А. //Концепт. 2014. Спецвыпуск № 27. С. 1-5.

3. Азарова Е.С. Применение специальных знаний в судебной деятельности/Азарова, Е.С. // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского Юридические науки. 2021. Т. 7 (73). № 1. С. 316-321.
4. Бабушкин А.Е. Понятие специальных знаний и основные формы их использования в судопроизводстве/Бабушкин, А.Е. // "Экономика и социум" №1(32) 2017. С. 1192-1195.
5. Верещагина, А. В. Специальные знания в гражданском процессе: к истории вопроса / Верещагина, А. В. // Вестник гражданского процесса. 2020. Т. 10, № 6. С. 114-136.
6. Гришина Е.П. 2012. Сведущие лица в российском уголовном судопроизводстве: теоретические проблемы доказывания и правоприменительная практика: монография / под ред. М.А. Кустова. М., Юрлитинформ, 272 с.
7. Жижина М.В. Теория и практика применения современной криминалистики в цивилистическом процессе: автореферат дис. ... доктора юридических наук: 12.00.12 / Жижина Марина Владимировна; [Место защиты: Моск. гос. юрид. акад. им. О.Е. Кутафина]. Москва, 2017. 47 с.
8. Зайцева Е.А. Концепция развития судебной экспертизы в условиях состязательного уголовного судопроизводства: монография / Е. А. Зайцева. Москва: Юрлитинформ, 2010. - 416 с.
9. Зуйков Г.Г. Общие вопросы использования специальных познаний в процессе предварительного расследования [Текст]. // Криминалистическая экспертиза. М., 1966. Вып. I. С. 113-114.
10. Зуев Е.И. Непроцессуальная помощь сотрудника криминалистического подразделения следователю. М., 1975. 189 с.
11. Копанева Т.В. Понятие специальных знаний как новый критерий классификации субъектов гражданского судопроизводства /Копанева, Т.В. //Вопросы студенческой науки. Выпуск №11 (87). 2023. С. 334-339.
12. Малютин М.А. Специальные знания как признак экспертизы/ Малютин, М.А. // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 3 (139). С. 95-100.
13. Монгуш Ч.Х. Проблемы и перспективы использования специальных знаний в гражданском процессе/Монгуш, Ч.Х.//Международный научный журнал «Вестник науки» № 1 (70) Том 4. 2024 г. С. 175 – 184.
14. Орлов Ю. К. Заключение эксперта и его оценка по уголовным делам: [Учеб. пособие] / Ю. К. Орлов. Москва: Юрист, 1995. - 64 с.
15. Россинская Е. Р. Судебная экспертиза в гражданском, арбитражном, административном и уголовном процессе: монография / Е.Р. Россинская. — 4-е изд., перераб. и доп. — М: Норма: ИНФРА-М. 2024. 576 с. - Текст: электронный. URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2084592> (дата обращения: 01.04.2025). – Режим доступа: по подписке.
16. Сахнова Т. В. Судебная экспертиза / Т.В. Сахнова. М.: Городец, Формула права, 1999. 365 с.
17. Харькова, К. Р. Проблема применения криминалистических знаний в гражданском процессе / К. Р. Харькова. Текст: непосредственный// Молодой ученый. 2024. № 41 (540). С. 259-261. — URL: <https://moluch.ru/archive/540/118246/> (дата обращения: 10.04.2025).
18. Шляхов А. Р. Классификация судебных экспертиз и типизация их задач [Текст]: Материалы к Учен. совету / М-во юст. СССР. ВНИИ судебных экспертиз. Москва: [б. и.], 1977. 134 с.
19. Юдин И. В. К вопросу о понятии судебной экспертизы в гражданском судопроизводстве/Юдин, И.В.// Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Юридические науки. 2020. Т. 6 (72). № 4. С. 432-436.

**Зотикова И.А.**

**Рецензия заключения эксперта в гражданском и арбитражном процессе  
и в административном судопроизводстве**

*(ф) Российский государственный университета правосудия им. В.М. Лебедева  
(Россия, Санкт-Петербург)*

*Научный руководитель: Демченко С.С.*

**Аннотация**

Важным элементом проведения экспертного исследования в гражданском и арбитражном процессе, является рецензирование заключения эксперта. Для дачи рецензии на заключение эксперта к участию в деле привлекается специалист, так как в данном случае у субъекта доказывания возникают вопросы, разрешение которых требует специальных знаний, но не имеет связи с необходимостью проведения специальных исследований в форме судебной экспертизы. Автором проанализированы проблемные вопросы процедуры рецензирования

заключения эксперта, сформулированы предложения по совершенствованию процессуального законодательства в рамках рецензирования заключения эксперта.

**Ключевые слова:** заключение эксперта, оценка заключения эксперта, гражданский процесс, рецензия, рецензент.

### **Abstract**

An important element of conducting expert research in the civil and arbitration legal proceedings is reviewing the expert opinion. To give a review of the expert's opinion, a specialist is involved in the case, since in this case the subject of evidence has questions, the resolution of which requires special knowledge, but has no connection with the need for special research in the form of a forensic examination. The author analyzes the problematic issues of the expert opinion review procedure, and formulates proposals for improving procedural legislation in the framework of expert opinion review.

**Keywords:** expert opinion, evaluation of expert opinion, civil procedure, review, reviewer.

При возникновении в процессе судопроизводства вопросов, для решения которых требуются специальные познания, суду и сторонам необходимо не только опираться на свой житейский опыт, но и привлечь к делу лицо, в совершенстве владеющее этими знаниями – специалиста или эксперта. Привлечение эксперта позволяет на практике реализовать принцип равенства и состязательности сторон, закрепленных в процессуальном законодательстве Российской Федерации.

Заключение эксперта является формой использования специальных знаний, которые касаются техники, искусства, ремесла, выходят за рамки общеизвестных и для применения требуют профессиональной подготовки.

Заключение эксперта не имеет преимуществ перед иными доказательствами и оценивается по общим правилам, с точки зрения его относимости, допустимости и достоверности, на что указывается в ч. 2 ст. 71 Арбитражного процессуального кодекса РФ (далее – АПК РФ), ст. ст. 59, 60 Гражданского процессуального кодекса РФ (далее – ГПК РФ), ч. 2 ст. 168 Кодекса административного судопроизводства (далее – КАС РФ).

Исследование заключения эксперта как доказательства проводится в ходе допроса эксперта. Суд и лица, участвующие в деле, могут задать вопросы эксперту или экспертам с целью разъяснения и дополнения заключения. На это указывается в нормах ст. 186 ГПК РФ, ст. 87.1 АПК РФ, ч.1 ст. 168 КАС РФ.

Тимошенко М.С. и Кириллова А.С. выделяют две особенности оценки заключения эксперта. Во-первых, суд непосредственно может проверить лишь юридический аспект экспертного заключения, то есть проверить соответствие выводов вопросам, поставленным при назначении экспертизы. Во-вторых, оценка достоверности экспертного заключения проводится с трех сторон: процессуальной, содержательной и научной. С точки зрения процессуальности оценивается обоснованность назначения экспертизы, её правовые последствия. Рассматривая заключение эксперта с точки зрения содержательности, судье нужно подтвердить наличие у эксперта необходимых специальных знаний и определить, правильно ли понимает эксперт поставленные перед ним вопросы. Здесь также надо оценить подлинность и полноту объектов, предоставляемых эксперту для исследования. В научном аспекте оценивается правильность и обоснованность применения методик экспертного исследования, их соответствие исследованию. Так как суд в этой области обычно не имеет необходимых познаний, он либо доверяется компетентности эксперта, либо привлекает специалиста для дачи консультаций по спорным вопросам – по своей инициативе или по ходатайству сторон. Такой специалист называется рецензентом. Рецензенты дают устные или письменные разъяснения касаясь соответствия формы и содержания заключения эксперта процессуальным нормам, соответствия образования эксперта виду проведенной экспертизы.

Важным элементом проведения экспертного исследования в гражданском и арбитражном процессе, административном судопроизводстве, является рецензирование

заключения эксперта. Для дачи рецензии на заключение эксперта к участию в деле привлекается специалист, так как в данном случае у субъекта доказывания возникают вопросы, разрешение которых требует специальных знаний, но не имеет связи с необходимостью проведения специальных исследований в форме судебной экспертизы. С помощью применения процедуры рецензирования заключения эксперта проверяется обоснованность и точность выводов судебного эксперта, соответствие заключения эксперта установленным в законе требованиям.

В настоящее время понятие рецензии не имеет законодательного закрепления, но в процессуальном законодательстве отмечено право сторон при необходимости привлекать к участию в деле специалиста или эксперта для разъяснения сторонам и суду вопросов, входящих в его профессиональную компетенцию. Это применимо к ситуации, предусмотренной ст. 87.1 АПК РФ, когда у суда возникает потребность в получении конкретных сведений из области любых профессиональных знаний. По ходатайству сторон или по инициативе суда такого специалиста можно привлечь для постановки вопросов эксперту и допроса эксперта, а также для оказания помощи в оценке заключения эксперта. Разъяснения специалист может давать устно или письменно, такое заключение будет называться рецензией. В рецензии специалист высказывает суждение об обоснованности примененных методик, соблюдении требований нормативно-правовых актов и процессуального законодательства. Суд оценивает рецензию наравне с другими доказательствами, так как ни одно из доказательств не имеет заранее установленной силы (как, например, это указано в ст. 67 ГПК РФ «Оценка доказательств»). В качестве справки можно сказать, что вопрос рецензирования заключения эксперта затрагивается в Постановлении Пленума Верховного Суда РФ от 21 декабря 2010 г. № 28 «О судебной экспертизе по уголовным делам». В пункте 19 указывается, что для оказания помощи судье в проведении оценки экспертного заключения или при допросе эксперта могут привлекаться дополнительные специалисты, которые дают устные или письменные разъяснения.

Процедура рецензирования заключения эксперта состоит в том, что в процессе написания рецензии на экспертное заключение специалист должен проверить наличие у судебного эксперта специального образования в рамках проводимого исследования. Далее рецензентом проводится оценка правильности описания объектов или фактов, которые подлежали исследованию, оценивается полнота использования научных методов исследования.

В ходе оценки специалист определяет наличие ошибок или выход эксперта за рамки проводимого исследования или его специальных познаний.

Стоит отметить, что в ходе рецензирования рецензент не может подменять судью и оценивать заключение эксперта с юридической точки зрения.

Процедура рецензирования заключения эксперта, хотя и является важной, в настоящее время никак не регламентирована в процессуальном законодательстве. Отсутствие законодательно закрепленных требований к содержанию рецензии, её элементам, порядку и оформлению, зачастую становится причиной отказа судьи в приобщении рецензии к материалам дела и, следовательно, отказа в проведении дополнительных экспертиз.

Но рецензия на заключения эксперта по правовой природе является доказательством, так как содержит новые факты и выводы, необходимые для разрешения дела по существу. На основании этого, суды не вправе отказывать стороне в приобщении рецензии на судебную экспертизу к материалам дела. Однако важно учитывать, что приглашенный для рецензирования экспертного заключения специалист не устанавливает новых фактов. Так как рецензент привлекается по инициативе стороны, недовольной выводами эксперта, его задача – выявить недостатки заключения эксперта. А.Н. Линев пишет, что отсутствие правовой регламентации рецензии как использования формы специальных знаний не в процессуальной форме позволяет судам отказывать в приобщении данного документа к материалам дела.

В результате исследования и оценки заключения эксперта и рецензии на него суд вправе учесть критику рецензента и назначить повторную экспертизу, предпринять иные

процессуальные действия для проверки заключения эксперта или не учитывать рецензию при вынесении решения.

Как показывает судебная практика, рецензия заключения эксперта имеет большое значение при дальнейшем оспаривании решения суда. Это прослеживается из Определения Судебной коллегии по гражданским делам Верховного Суда Российской Федерации от 25 октября 2022 года №19-КГ22-25-К5. По делу о выплате страхового возмещения судам нужно было определить, имел ли место страховой случай – повреждение машины вследствие дорожно-транспортного происшествия. При разбирательстве в первой инстанции судебной экспертизой и рецензией эксперта-техника был подтвержден страховой случай, на основании этого иски были удовлетворены.

Рецензирование заключения эксперта является проблемным вопросом, что выясняется из анализа судебной практики судов города Санкт-Петербурга и Ленинградской области за 2024, 2023 и 2022 годы.

В решении Всеволожского городского суда Ленинградской области от 28.12.2022 г. по делу № 2-5471/2022 указано, что истцом в материалы дела представлено экспертное заключение», в котором определена причина залива квартиры. Ответчиком представлено заключение специалиста (комплексная рецензия). В указанном заключении эксперты пришли к выводу о наличии нарушений в части применения методик проведения вида исследования, применения нормативной базы, не объективности и неполноты заключения.

В решении Петроградского районного суда города Санкт-Петербурга от 28.03.2022 г. по делу № 2-95/2022 указано, что в обоснование ходатайства о назначении повторной судебной экспертизы истцом представлена комплексная рецензия. В связи с наличием существенно противоречащих друг другу экспертных заключений, (представленного истцом и проведенным финансовым уполномоченным), а также представленной истцом вышеуказанной рецензии судом была назначена повторная судебная экспертиза.

В апелляционном определении Санкт-Петербургского городского суда от 21.06.2022 г. по делу № 2-200/2021 о взыскании компенсации морального вреда было указано, что выводы экспертизы были признаны не обоснованными на основании представленного суду после проведения указанной экспертизы ответа Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга, в котором содержатся данные об установлении нарушений Стандарта специализированной медицинской помощи при внематочной (эктопической) беременности. В связи с этим была назначена повторная судебная комплексная комиссионная судебно-медицинская экспертиза.

В Постановлении Арбитражного суда Северо-Западного округа от 04.08.2022 г. по делу № А21-1567/2021 указано, что в кассационной жалобе истец (АО) просит отменить постановление суда апелляционной инстанции и оставить в силе решение суда первой инстанции на основании того, что при анализе представленных ответчиком протоколов испытаний ответчик выявила неточности и ошибки; согласно заключению (рецензии) некоммерческого партнерства «СРО судебных экспертов» представленные ответчиком протоколы испытаний произведены с нарушением действующего законодательства, методик проведения данного вида исследований, отсутствует оценка результатов исследования, ответы на поставленные вопросы не являются исчерпывающими, выводы не обоснованы и вызывают сомнения в достоверности. Требования заявителя были удовлетворены в полном объеме.

Определением Арбитражного суда города Санкт-Петербурга и Ленинградской области от 11.04.2022 г. А56-91968/2017/тр.2 к материалам дела приобщена комплексная рецензия некоммерческого партнерства «СРО судебных экспертов» от 29.10.2021 № 6759, представленная бывшим руководителем должника. Здесь стоит отметить, что отсутствие правовой регламентации рецензии как использования формы специальных знаний не в процессуальной форме часто позволяет судам отказывать в приобщении данного документа к материалам дела.

В Постановлении Арбитражного суда Северо-Западного округа от 10.04.2024 г. по делу № А21-2201/2021 указано, что суд первой инстанции, отказывая в удовлетворении заявления истца о возврате покупной цены оборудования, пришел к выводу о том, что договор поставки прекращен на основании одностороннего уведомления Компании о расторжении договора. Суд

первой инстанции не принял во внимание заключение экспертизы, полученное в деле № А68-4231/2020, с учетом представленной на него рецензии «СРО судебных экспертов», подготовленной по инициативе ответчика.

Стоит отметить, что процедура рецензии заключения эксперта не может вести к затягиванию судебного разбирательства - наоборот, в реалиях настоящего времени является весьма полезной. Это можно объяснить несколькими факторами.

31 мая 2001 года был принят Федеральный закон № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» (далее – ФЗ № 73). В ст. 41 ФЗ № 73 было указано, что он распространяется на судебно-экспертную деятельность лиц, не являющихся государственными судебными экспертами.

Замараева Н. А. и Сальников В. П. отмечают, что принятие этого закона положило начало стремительному росту числа негосударственных судебно-экспертных организаций в 2007-2009 годы. Но при этом, в ФЗ № 73 в ст. 41 было отдельно отмечено, что положения ст. 11 о единстве научно-методического подхода к экспертной практике, профессиональной подготовке и специализации экспертов и положения ст. 13 о профессиональных и квалификационных требованиях, предъявляемых к эксперту, не распространяются на негосударственные экспертные учреждения. Отсюда следует, что заключение эксперта из негосударственного экспертного учреждения может по научному уровню оказаться ниже исследования государственного эксперта. В связи с этим, обращение к услугам рецензента часто оказывается необходимым.

Таким образом, представляется целесообразным внести в перечень лиц, участвующих в деле, установленный ст. 34 Гражданского процессуального кодекса РФ, ст. 54 Арбитражного процессуального кодекса РФ и ст. 37 Кодекса административного производства РФ рецензента, обозначить его статус в следующей формулировке:

«Рецензент является специалистом, который вызывается в судебное заседание по инициативе суда или сторон для дачи консультаций по спорным вопросам, возникшим в ходе оценки заключения эксперта».

Также следует дополнить ст. 86 Гражданского процессуального кодекса РФ, ст. 86 Арбитражного процессуального кодекса РФ и ст. 82 Кодекса административного судопроизводства РФ, посвященные оценке заключения эксперта, понятием рецензии на заключение эксперта в следующей формулировке.

«Рецензия – это письменное или устное разъяснение специалиста, содержащее беспристрастную оценку заключения эксперта».

В связи с зачастую некачественным оказанием экспертных услуг рецензента следует внести в перечень лиц, содействующих правосудию, в соответствующие положения Гражданского процессуального кодекса РФ, Арбитражного процессуального кодекса и Кодекса административного судопроизводства РФ.

Таким образом, процедура подготовки рецензии представляет собой применение специальных знаний в не процессуальной форме. Рецензия экспертного заключения не является официально признанным процессуальным документом, что побуждает судей отказывать в приобщении её к делу. Вместе с этим, рецензию экспертного заключения можно рассматривать как эффективный инструмент предоставления суду объективной оценки полноты и качества проведенного исследования. Благодаря рецензии заключения эксперта стороны могут получить дополнительные разъяснения, которыми можно воспользоваться при постановке вопросов эксперту для назначения дополнительной экспертизы. Верная оценка действий и исследований судебного эксперта может играть решающую роль при удовлетворении исковых требований.

\*\*\*

1. Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 21 декабря 2010 г. № 28 «О судебной экспертизе по уголовным делам»// [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vsrfr.ru/documents/own/8226/>(дата обращения: 07.04.2025).
2. Определение Судебной коллегии по гражданским делам Верховного Суда Российской Федерации от 08.11.2022 N 30-КГ22-9-К5// [Электронный ресурс]. URL: <https://legalacts.ru/sud/opredelenie-sudebnoi-kolleгии-po-grazhdanskim-delam-verkhovnogo-suda-rossiiskoi-federatsii-ot-08112022-n-30-kg22-9-k5/> (дата обращения: 07.04.2025).

3. Решение Всеволожского городского суда Ленинградской области от 28.12.2022 г. по делу № 2-5471/2022// Интернет-ресурс «Судебные и нормативные акты РФ» (СудАкт) [Официальный сайт]. — URL: <https://exprus.academy/uploads/sudebnaya-praktika/all/2-5471.pdf> (дата обращения: 07.04.2025).
4. Решение Петроградского районного суда города Санкт-Петербурга от 28.03.2022 г. по делу № 2-95/2022// Интернет-ресурс «Судебные и нормативные акты РФ» (СудАкт) [Официальный сайт]. — URL: <https://sudact.ru/regular/doc/e1PBn1UPPjJO/> (дата обращения 07.04.2025).
5. Апелляционное определение Санкт-Петербургского городского суда от 21.06.2022 г. по делу № 2-200/2021// Интернет-ресурс «Судебные и нормативные акты РФ» (СудАкт) [Официальный сайт]. — URL: <https://exprus.academy/uploads/sudebnaya-praktika/all/33-12331-2022.pdf> (дата обращения: 07.04.2025).
6. Постановление Арбитражного суда Северо-Западного округа от 04.08.2022 г. по делу № А21-1567/2021 // Интернет-ресурс «Судебные и нормативные акты РФ» (СудАкт) [Официальный сайт]. — URL: <https://exprus.academy/uploads/sudebnaya-praktika/all/21-1567-2021.pdf> (дата обращения: 07.04.2025).
7. Определение Арбитражного суда города Санкт-Петербурга и Ленинградской области от 11.04.2022 г. А56-91968/2017/тр.2// Интернет-ресурс «Судебные и нормативные акты РФ» (СудАкт) [Официальный сайт]. — URL: <https://sudact.ru/arbitral/doc/uttEdvOskUlj/> (дата обращения: 07.04.2025).
8. Постановление Арбитражного суда Северо-Западного округа от 10.04.2024 г. по делу № А21-2201/2021// Интернет-ресурс «Судебные и нормативные акты РФ» (СудАкт) [Официальный сайт]. — URL: <https://exprus.academy/uploads/sudebnaya-praktika/all/9235.pdf> (дата обращения: 07.04.2025).
9. Замаева Н. А., Сальников В. П. Проблемы проведения экспертизы в негосударственной экспертной организации//Отраслевые проблемы правотворческой экспертологии. Юридическая техника. 2022. № 16. С. 427-431.
10. Линева А.Н. К вопросу о процессуальном статусе рецензии на заключение эксперта//Вестник Московского университета МВД России. 2020. № 1. С. 118–120.
11. Тимошенко М.С., Кириллова А.С. Достоверность результата экспертного заключения при производстве судебной строительно-технической экспертизы//Вестник науки и образования. № 2(56). Часть 2. 2019. С. 14 - 16.

**Комарова А.А., Виндовская К.А., Сороколетова М.А.**

**Проблемы оформления и регистрации прав на земельные участки:  
причины и возможные решения**

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет  
(Россия, Белгород)*

**Аннотация**

Статья преследует своей целью определение современного состояния правового регулирования процесса оформления и регистрации прав на земельные участки в Российской Федерации. Авторами определяется сущность и содержание оформления и регистрации прав на земельные участки в соответствии с предписаниями действующего законодательства. Значительное внимание уделяется выявлению актуальных проблем правового регулирования. По результатам исследования делается вывод, содержащий предложения по совершенствованию существующих подходов к правовому регулированию оформления и регистрации прав на земельные участки.

**Ключевые слова:** земельное право, оформление земельных прав, регистрация земельных прав, кадастровые ошибки, проблемы правового регулирования.

**Abstract**

The article aims to determine the current state of legal regulation of the process of registration and registration of rights to land plots in the Russian Federation. The authors define the essence and content of registration and registration of rights to land plots in accordance with the prescriptions of current legislation. Considerable attention is paid to the identification of current problems of legal regulation. Based on the results of the study, the conclusion is made, containing proposals for improving the existing approaches to the legal regulation of registration and registration of rights to land plots.

**Keywords:** land law, registration of land rights, registration of land rights, cadastral errors, problems of legal regulation.

Государственное регулирование земельных отношений позволяет выполнить целый ряд важнейших функций, которые необходимы для обеспечения стабильности земельного оборота, защиты прав и законных интересов граждан. Оформление и регистрация прав на земельные участки в Российской Федерации, представляют собой процесс, который способствует предоставлению собственникам и иным правообладателям дополнительных правовых гарантий, а также достижению других важнейших целей, поставленных перед государственным регулированием земельных отношений. В этой связи необходимо, чтобы все существующие проблемы, напрямую связанные с указанным процессом, были решены на уровне действующего законодательства.

Актуальность темы оформления и регистрации прав на земельные участки сегодня не вызывает сомнений и связана с множеством факторов, влияющих на эффективное использование земельных ресурсов [1, с. 42]. Процесс оформления прав на земельные участки часто сопровождается значительными трудностями, такими как высокие административные барьеры, недостаточная правовая грамотность граждан, а также сложности в межевании и кадастровом учете. Эти проблемы препятствуют не только своевременному и законному оформлению права собственности, но и замедляют развитие земельного рынка в целом, затрудняют инвестиционные процессы и негативно сказываются на экономическом росте.

Правовую основу оформления и регистрации прав на земельные участки составляет широкая совокупность нормативно-правовых актов. Так, статья 25 Земельного кодекса Российской Федерации включает в себя прямое указание на то, что ряд прав на земельные участки подлежит обязательной государственной регистрации. Помимо этого, государственная регистрация может являться обязательным условием признания некоторых сделок с земельными участками состоявшимися [2].

Федеральный закон от 13 июля 2015 года № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» включает в себя следующее указание: «Государственная регистрация прав на недвижимое имущество – юридический акт признания и подтверждения возникновения, изменения, перехода, прекращения права определенного лица на недвижимое имущество или ограничения такого права и обременения недвижимого имущества» [3].

Оформление права на земельный участок, в отличие от государственной регистрации, является значительно более широким по своему содержанию понятием, так как включает в себя всю совокупность действий, которые необходимы к осуществлению для того, чтобы право возникло, изменилось, прекратилось или же перешло к другому лицу. Иными словами, оформление можно назвать подготовительным этапом, который необходим для того, чтобы последующая государственная регистрация прав на земельный участок состоялась. Так, к примеру, оформлением права можно назвать заключение между сторонами договора аренды земельного участка [4, с. 129].

Определив сущность и содержание оформления и регистрации прав на земельные участки, а также обязательность осуществления данных действий, предлагаем перейти к рассмотрению конкретных проблем.

Так, В.В. Акимцев указывает на то, что в качестве одной из наиболее значимых проблем является распространенность кадастровых (реестровых) ошибок, которые приводят к внесению в Единый государственный реестр недвижимости сведений, не соответствующих действительности. Так, к примеру, кадастровая (реестровая) ошибка может привести к пересечению границ земельных участков, внесению в межевой план необоснованных сведений о виде разрешенного использования земельного участка и т.п. Каждая из подобных ошибок, в последствие, на этапе оформления и регистрации права на земельный участок, может приводить к возникновению споров между субъектами общественных отношений, которые, как правило, разрешаются в юрисдикционном порядке [5, с. 690].

Выделяется несколько обстоятельств, которые обуславливают возникновение кадастровых (реестровых) ошибок:

- 1) низкий уровень квалификации кадрового состава, который не может надлежащим образом выполнить возложенные на него функции;

- 2) ненадлежащее состояние измерительного и иного оборудования;
- 3) несовершенство систем земельного контроля и надзора;
- 4) невозможность решения проблем, возникших вследствие особенностей распределения земель в прошлом столетии, в короткие промежутки времени [6, 21].

Следующая, не менее важная проблема, связана с наличием большого количества бюрократических барьеров и с общей сложностью процедуры оформления и регистрации прав на земельные участки. Так, граждане сегодня вынуждены собирать значительный по своему содержанию пакет документов, обращаться в различные органы государственной власти, к нотариусам и иным уполномоченным лицам для того, чтобы надлежащим образом произвести оформление и регистрацию соответствующих прав [7, с. 693]. Подобный подход приводит к тому, что рассматриваемый процесс растягивается во времени и может занимать не один месяц [8, с. 209].

Среди причин, которые привели к возникновению данной проблемы, следует называть:

- 1) избыточные требования, предъявляемые законодательством к обязательным бюрократическим процедурам;
- 2) низкий уровень координации и взаимодействия между органами государственной и муниципальной власти;
- 3) распространенный характер практического применения формального подхода при разрешении вопросов о регистрации земельных участков [9, с. 55].

Таким образом, в качестве подведения итога произведенному исследованию, следует сделать вывод, что выявленные проблемы оформления и регистрации прав на земельные участки могут быть решены посредством:

- 1) проведения комплексной инвентаризации земель с использованием современных технологий, включая спутниковые системы, беспилотные летательные аппараты и т.п., которая может позволить установить и устранить кадастровые (реестровые) ошибки, тем самым предупредив возникновение споров между участниками общественных отношений;
- 2) усилить контроль за деятельностью кадастровых инженеров, обновить кадровую политику, в том числе, посредством разработки новых механизмов повышения квалификации данных субъектов;
- 3) определить возможность устранения кадастровых (реестровых) ошибок в упрощенном порядке в случае, если они не затрагивают права третьих лиц;
- 4) упростить перечень документов, необходимых для оформления и регистрации прав на земельные участки;
- 5) обеспечить полную цифровизацию документооборота, которым сопровождается процесс оформления и регистрации прав на земельные участки.

\*\*\*

1. Сулейманова М.И. Некоторые проблемы государственной регистрации прав на земельные участки // Вестник магистратуры. 2022. № 9. С. 42-43.
2. Земельный кодекс Российской Федерации: федеральный закон от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ (ред. от 28.12.2024) // Собрание законодательства Российской Федерации. 2001. № 44. Ст. 4147.
3. О государственной регистрации недвижимости: федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ (ред. от 27.02.2025) // Собрание законодательства Российской Федерации. 2015. № 29. Ст. 4344.
4. Землякова Г.Л. Проблемы обеспечения гарантий прав на земельные участки посредством процедур кадастрового учета и регистрации прав на них // Векторы развития законодательного обеспечения государственной земельной политики: опыт XX века и современность. 2018. № 1. С. 129-135.
5. Акимцев В.В. Проблемы государственной регистрации права собственности на земельные участки // Аллея науки. 2020. № 1. С. 690-692.
6. Чо М.С. Государственная регистрация права собственности на земельные участки: проблемы и пути их решения // Юридический факт. 2020. № 76. С. 21-22.

7. Землякова Г.Л. Переоформление ограниченных вещных прав граждан на земельные участки: проблемы толкования законодательства // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». 2022. № 4. С. 690-698.
8. Ворожейкин И.Ю. К вопросу о проблемах осуществления процедуры государственной регистрации прав на земельные участки // Научный аспект. 2021. № 1. С. 209-214.
9. Волощук В.В. Проблемы правового регулирования государственной регистрации прав на земельные участки // Актуальные проблемы реформирования современного законодательства. – 2018. – № 1. – С. 55-58.

**Коньшина Н.С., Шумилина О.С.**

**Проблемные вопросы квалификации причинения смерти по неосторожности**

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет  
(Россия, Белгород)*

**Аннотация**

Целью данной статьи является изучение проблем, связанных с правоприменением законодательства о причинении смерти по неосторожности. Рассматриваемая специфика зависит от сложности классификации убийства и причинения смерти по неосторожности. В связи с этим, обозначаются отличительные признаки причинения смерти по неосторожности.

**Ключевые слова:** причинение смерти по неосторожности, убийство, уголовное преступление.

**Abstract**

The purpose of this article is to study the problems related to the enforcement of legislation on causing death by negligence. The specifics under consideration depend on the complexity of the classification of homicide and causing death by negligence. In this regard, the distinctive signs of causing death by negligence are indicated.

**Keywords:** causing death by negligence, murder, criminal offence.

Традиционная система осуществления исполнения законов предполагает наличие у государства права наказывать нарушителей и тем самым способствовать устойчивости порядка. Как следствие, под наказанием понимается государственная мера принуждения, которая выносится в судебной инстанции лицу совершившему общественно опасное деяние и предусматривается ограничения или лишения в соответствии с законом. Таким образом, уголовное право в принудительном порядке устанавливает главенство принятых в обществе законов.

Анализ современной статистики преступлений в Российской Федерации позволяет прийти к выводу, что преступления по неосторожности составляют не меньше умышленных. Например, в 2018 году соотношение судебных дел по первой части статьи 105 УК РФ (убийство) и четвертой части ст. 111 УК РФ (причинение тяжкого вреда здоровью, повлекшего смерть по неосторожности) равняются 5723 и 4640 соответственно. В 2019-2025 годах данная тенденция продолжается. Значительное количество преступлений, связанных с неосторожным причинением смерти, делает необходимым уточнение классифицирующих признаков.

Исследование причинения смерти по неосторожности в качестве самостоятельного преступления позволит определить механизмы и причины, которые привели к совершению антиобщественного деяния. Такой подход позволит не только точнее классифицировать преступления, но и создавать профилактические меры для уменьшения количества преступления, связанных с неумышленным наступлением смерти.

Разработка наказания за деяние в уголовном законодательство происходит с учетом общественной опасности, которое повлекло преступление. В связи с этим, причинение смерти по неосторожности относится к средней степени тяжести. Многие исследователи критикуют данную позицию, поскольку подобный подход:

Во-первых, является обесцениванием жизни человека;

Во-вторых, позволяет игнорировать полное наступление последствий за совершение преступления;

В-третьих, способствует нарушению иерархии объектов в уголовном законодательстве.

Представляется целесообразным развести термины «убийство» и «причинение смерти по неосторожности». Отметим, что законодатель не применяет формулировку «убийство по неосторожности», что разграничивает умышленное смертельное деяние от событий, которые не были направлены на убийство. Согласно действующему Уголовному кодексу РФ, убийство относится к умышленным преступлениям в ходе, которого виновный по своей воле желает (при прямом умысле) или сознательно допускает наступление смерти потерпевшего, либо безразлично к ней относится (при косвенном умысле).

По мнению законодателя, в отличии от убийства, причинение смерти по неосторожности имеет меньшую общественную опасность, но учитывает, что лишение жизни мало чем отличается от убийства. С объективной стороны причинение смерти по неосторожности носит материальный характер и заканчивается с осуществлением вредного последствия, в данном случае – смерти потерпевшего. Общественная опасность деяния состоит в действиях или бездействии, которые привели к нарушению принятых правил (бытовых, производственных или иных), что в последствии имело негативные последствия. Таким образом, в сущности причинения смерти по неосторожности лежит халатное поведение и нарушение каких-либо правил, которые привели к наступлению смерти.

Анализ научной литературы позволил прийти к выводу, что в современном уголовном праве под неосторожным лишением жизни понимается самостоятельное преступление совершенное против личности. Данное понятие так же служит квалификационным признаком, который позволяет разделить умышленные преступления от халатных, и подобрать соответствующую меру уголовной ответственности, предусмотренных Уголовным кодексом РФ. Изучение УК РФ показывает, что вина по неосторожности описывается во многих статьях закона. Например, существует более 80 статей о нанесении вреда здоровью или материального ущерба по неосторожности. Из них более 40 статей содержат меру уголовной ответственности за причинение смерти по неосторожности.

Пострадавший в ходе причинения смерти по неосторожности именуется потерпевшим. В ходе наступления смерти по неосторожности потерпевших можно классифицировать следующим образом:

- потерпевшие, которые осуществляли действия, препятствующие осуществлению правонарушения;
- потерпевшие, действия которых не имеют причинно-следственных связей с преступлением;
- потерпевшие, виктимное поведение которых способствовало наступлению преступления.

Рассмотрим подробнее содержание преступления, которое привело к смерти по неосторожности. Деяние может произойти, как в ходе совершения действий, так и путем бездействия. Примером действий могут служить определенные физические действия или психологическое влияние на потерпевшего, которые привели к необратимым последствиям. Сложность классификации заключается в поиске признаков, которые позволяют отделить умышленное преступление от халатного.

Наиболее трудным является разделение причинения смерти по неосторожности от убийства. Часто ошибка в квалификации совершается до выяснения всех обстоятельств преступления. Например, если смерть наступает немедленно преступление могут отнести к убийству. Или в обратной ситуации, если умышленное причинение вреда здоровью привело к смерти через временной промежуток, то убийство может быть отнесено к причинению смерти по неосторожности. Для определения правильного состава преступления следователю необходимо проанализировать все обстоятельства общественно опасного деяния: время, место, орудие, способ совершения преступления, отношения между виновным и потерпевшим. Все эти факторы влияют на степень общественной опасности преступления. Частым фактором,

влияющим на наступление смерти по неосторожности являются взаимоотношения между виновным и потерпевших, которые могут выражаться в провокациях, унижении или иных негативных воздействий, как на личность потерпевших, так и на их близких. Таким образом, важным при классификации преступления является учет конкретной жизненной ситуации, которые могут носить индивидуальный характер со своими особенностями.

Еще одной существенной трудностью является возможность квалификации смерти по неосторожности по различным статьям Уголовного кодекса. По мере проведения предварительного расследования причинение смерти по неосторожности обвинение по конкретной статье может меняться в зависимости от обнаруженных обстоятельств дела.

Согласно уголовному законодательству, субъектом преступления по причинению смерти по неосторожности может выступать вменяемое лицо в возрасте от 16 лет (ч. 1, ст. 109 УК РФ). Отдельно оговаривается наступление смерти в следствии халатного поведения в профессиональной сфере деятельности (ч. 2, ст. 109 УК РФ). В таком случае уголовное преследование осуществляется в отношении лица определенной специальности по причине ненадлежащего исполнения обязанностей, которые привели к общественно опасному деянию. При этом ч. 3 ст. 109 УК РФ подразумевает, что причинение смерти по неосторожности может совмещать обе предыдущие характеристики и иметь, как общие, так и специальные черты. Таким образом, наступление смерти по неосторожности регулируется ст. 109 УК РФ и описывает в качестве главных причин преступное легкомыслие в общественной жизни или смерть в результате преступной небрежности в профессиональной сфере деятельности.

Наступление смерти в результате преступной небрежности классифицируется при условии, что лицо без оснований надеялось в ходе действий или бездействия на предотвращение смерти потерпевшего (ч. 2, ст. 26 УК РФ). Например, в ситуации, когда пилот самолета в неподходящую погоду самонадеянно решает совершить полет в расчете на свои профессиональные навыки, но в результате это деяние приводит к крушению и смерти пассажиров. Еще одним примером может являться выстрел из пистолета с ошибочным расчетом, что он не заряжен.

Смерть по причине преступной небрежности относится к ситуациям, в которых виновный осознает возможные опасные последствия своих действий или бездействия, но по невнимательности совершает их, что приводит к непоправимым последствиям (ч. 3, ст. 26 УК РФ). Например, медсестра вводит больному смертельную инъекцию перепутав дозы лекарства или охотник не ставит оружие на предохранитель и случайно стреляет в напарника. Отличительной чертой халатного преступления является возможность предотвратить последствия при условии большей осмотрительности

Исследователи подчеркивают, что сложность использования ст. 109 УК РФ для классификации преступлений заключается в отсутствии конкретизации признаков, субъектов и лиц, которые относятся к категории «причинение смерти по неосторожности». Причем решение этой проблемы трудно осуществимо, в связи с широким спектром потенциальных преступлений, попадающих под данную статью. Соответственно расследование преступлений по ст. 109 УК РФ носит длительный характер с целью подробного изложения сути преступления и его правильной классификации.

Рассмотрение проблем классификации преступлений призвано не только совершенствовать процессе расследования, но и создания эффективных профилактических мер, направленных на уменьшение количества подобных преступлений. Одной из функций правоохранительной системы является воспитательная, которая формирует у граждан внутренние убеждения о неприемлемости осуществления преступления и неотвратимое наказание в случае нарушения закона. В результате у гражданина возникает, как внутренняя, так и внешняя мотивации к общественно приемлемому поведению.

Ключевыми принципами профилактики причинения смерти по неосторожности выступают: воспитание личности в семье без травмирующих факторов (асоциальное поведение законных представителей, неправильное воспитание, недостаток внимания, сложности подростков с внешним миром); обязательное ознакомление сотрудников с безопасными правилами труда на производстве; знакомство всех граждан с правилами безопасного

поведения в различных ситуациях (осуществление дорожного движения, поведения у водоемов и иных случаев); правила поведения во внештатных ситуациях (пожар, отключение электроэнергии). Таким образом, общество стремится охватить и предотвратить, как можно больше возможных ситуаций, которые могут привести к смерти по неосторожности. Отметим, что мало внимания государства уделяет потенциально опасным социальным элементам. Как правило, данная категория обладает следующими признаками: отсутствие постоянного места жительства и работы, наличие зависимостей или вредных привычек. Данные статистики утверждают, что подобными характеристиками обладает около 38% виновников в совершении преступлений в России.

Все вышеизложенное позволяет прийти к выводу, что причинение смерти по неосторожности является самостоятельным видом преступления, которое необходимо отделять от умышленного убийства. Ключевым отличием выступает тот факт, что убийство совершается умышленно с прямым или косвенным умыслом. В то время, как смерть по неосторожности наступает в следствии преступной халатности виновного. Спецификой данного общественно опасного деяния является наступления смерти в результате неосознанного совершения действий, которые повлекли необратимые последствия. Анализ ст. 109 УК РФ позволил выявить два вида наступления смерти по неосторожности: по преступному легкомыслию и в ходе преступной небрежности. Преступления могут быть совершены, как в бытовой сфере, так и в профессиональной деятельности.

Сложность классификации заключается, как в необходимости поиска признаков отличия убийства от смерти по неосторожности, так и выборе наиболее подходящей статьи Уголовного кодекса, под которую попадает наступление смерти по неосторожности. В связи с этим, проводится длительное расследование с учетом ряда факторов: конкретной жизненной ситуации, отношений между потерпевшим и виновным, места, времени, способа совершения преступления. Совокупность причинно-следственных связей позволяет вынести верный вердикт.

\*\*\*

1. Дмитриева А.В. Совершенствование правового регулирования при привлечении к уголовной ответственности за причинение смерти по неосторожности // Вестник Академии права и управления. 2021. №4(65). С. 175-178.
2. Кайнов В.И., Шеншин В.М. Некоторые вопросы квалификации причинения смерти по неосторожности // Вестник Московского университета МВД России. 2023. №3. С. 112-115.
3. Кайнов В.И., Шеншин В.М. Позиция Верховного Суда Российской Федерации о причинении смерти по неосторожности: проблемы квалификации и пути их решения // Вестник экономической безопасности. 2023. №3. С. 57-61.
4. Кожухарик Д.Н., Савин П.Т. Юридический анализ состава преступления «Причинения смерти по неосторожности» // Право и практика. 2017. №3. С. 32-36.
5. Коротеева Н.А. Неосторожность как форма вины в уголовном праве Российской Федерации // Отечественная юриспруденция. 2020. №5(44). С. 36-48.
6. Сорокин А.И. Проблемы установления субъективной стороны в статье 109 УК РФ «Причинение смерти по неосторожности» // Государственная служба и кадры. 2021. №4. С. 275-277.
7. Судебная статистика РФ. Уголовное судопроизводство. Данные о назначении наказания по статьям УК РФ. [Электронный ресурс]: URL: <http://stat.api-пресс.рф/stats/ug/t/14/s/17>

**Курчевский Л.В., Павлов А.О., Шкуро Р.В.**

**К вопросу о проблемах института привлечения в качестве обвиняемого**

*Саратовская государственная юридическая академия  
(Россия, Саратов)*

*Научный руководитель: Францифоров Ю.В.*

#### **Аннотация**

В данной работе рассматривается проблемы института привлечения лица в качестве обвиняемого в уголовном процессе. Обсуждаются мнения различных ученых, подчеркивающих его значимость как гарантии прав и свобод обвиняемого, так и необходимость реформирования или даже исключения данного института из системы уголовно-процессуального

законодательства. Освещаются проблемы отсутствия четкой регламентации процедуры уведомления потерпевшего, а также неопределенности в сроках принятия решения о привлечении в качестве обвиняемого. Подтверждается необходимость пересмотра концепции данного института для улучшения защиты прав участников уголовного процесса и повышения эффективности уголовного правосудия.

**Ключевые слова:** институт, обвиняемый, привлечение, проблемы, уголовный процесс.

### Abstract

This paper examines the problems of the institution of bringing a person as an accused in a criminal trial. The opinions of various scholars are discussed, emphasizing its importance as a guarantee of the rights and freedoms of the accused, and the need to reform or even exclude this institution from the system of criminal procedure legislation. The article highlights the problems of the lack of clear regulation of the procedure for notifying the victim, as well as uncertainty in the timing of the decision on involvement as an accused. It confirms the need to revise the concept of this institution in order to improve the protection of the rights of participants in the criminal process and increase the effectiveness of criminal justice.

**Keywords:** accused, criminal process, institution, involvement, problems.

Право - мощный и незаменимый регулятор общественных отношений, посредством которого государство управляет обществом, создает условия для реализации интересов и потребностей граждан [1, с. 12], обеспечивая права и законные интересы всех участников уголовного судопроизводства.

В настоящее время в уголовно-процессуальном законодательстве нашла свое отражение тенденция по исследованию и попыткам совершенствования процедуры привлечения лица в качестве обвиняемого.

Привлечение лица в качестве обвиняемого является сложным процессуальным действием в рамках стадии предварительного расследования. Именно с указанным действием уголовно-процессуальный закон связывает появление нового участника уголовного судопроизводства – обвиняемого. Процессуальный статус обвиняемого лицо приобретает с момента вынесения одного из следующих процессуальных документов:

- 1) постановления о привлечении в качестве обвиняемого;
- 2) обвинительного акта;
- 3) обвинительного постановления [2].

При этом и обвинительный акт, и обвинительное постановление выносятся по итогам проведенного предварительного расследования в форме дознания, вследствие чего обвиняемый при производстве дознания появляется лишь после его завершения. Именно по этой причине, выделять институт привлечения лица в качестве обвиняемого целесообразно лишь в рамках предварительного следствия.

Правовую основу института привлечения в качестве обвиняемого составляет Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации

(далее – УПК РФ). В частности, глава 23 УПК РФ закрепляет порядок привлечения лица в качестве обвиняемого, а также предъявления обвинения. Законодательное определение понятия «привлечение в качестве обвиняемого» отсутствует.

В правовой литературе даются разные определения указанного понятия. По мнению одного ряда авторов, привлечение в качестве обвиняемого — это сложное процессуальное действие, осуществляемое следователем при наличии достаточных доказательств, подтверждающих причастность лица к совершенному преступлению. Подчеркивается факт того, что данное понятие рассматривается, как процессуальная форма, отражающая суждение следователя о противоправных действиях лица [3].

Андреев А.В. под привлечением в качестве обвиняемого понимает процессуальную деятельность уполномоченных участников уголовного судопроизводства со стороны обвинения, состоящую из совокупности взаимосвязанных процессуальных решений и

действий, осуществляемую при строгом соблюдении прав и законных интересов участников уголовного судопроизводства, с целью формулирования утверждения о доказанности совершения лицом деяния, запрещенного уголовным законом Российской Федерации [4].

Другие авторы отмечают, что привлечение в качестве обвиняемого – это утверждение следователя о том, что им собрана достаточная совокупность доказательств, позволяющая инкриминировать конкретному лицу совершение конкретного преступления [5, с. 131].

Несмотря на различные формулировки понятия «привлечение в качестве обвиняемого», споров в научной среде на этот счет не ведется, поскольку все определения понятия в большей или меньшей степени содержат его основные признаки, отражающие суть данного института. Однако на сегодняшний день между учеными-процессуалистами активно ведется дискуссия о значении института привлечения лица в качестве обвиняемого и его соответствия современным реалиям. Стоит отметить, что мнения исследователей по данному вопросу противоположно расходятся.

Баранов А.М., Булатов Б.Б. значение данного института рассматривают дифференцированно, что, на их взгляд, обуславливается наличием противоположных интересов сторон. Как указывают авторы, для стороны обвинения постановление о привлечении в качестве обвиняемого является единственным актом, специально предназначенным для этой цели. Благодаря ему для стороны обвинения открываются большие возможности применения в отношении преследуемого лица мер процессуального принуждения. Для стороны защиты привлечение в качестве обвиняемого, по мнению авторов, также является «большим благом», поскольку, во-первых, «обвиняемый получает возможность знать в чем он обвиняется, и целенаправленно защищаться от уголовного преследования», во-вторых, «предъявленное обвинение в его фактическом и юридическом выражениях определяет пределы судебного разбирательства, что нормативно закреплено в ст. 252 УПК РФ» и, в-третьих, «является одним из моментов вступления защитника в уголовное дело» [6].

Другие авторы подходят к оценке указанного института прежде всего как важной гарантии прав, свобод и законных интересов лица, подвергнутого уголовному преследованию: «значение акта привлечения в качестве

обвиняемого – служить средством защиты». Данное суждение основано на том, что после привлечения лица в качестве обвиняемого оно приобретает новые процессуальные права. При этом авторы говорят и об «обратной стороне медали», которая заключается в том, что с приданием лицу статуса обвиняемого над ним нависает угроза применения мер процессуального принуждения, которые накладывают ограничения на конституционные права лица [5, с. 132]. Стоит отметить, что вышеназванные мнения укладываются в традиционный подход к оценке института привлечения в качестве обвиняемого.

Совершенно иной позиции придерживаются такие ученые как

Гаврилов Б.Я., Колбева М.Ю., Красильников А.В., которые неоднократно поднимали вопрос о целесообразности концептуального реформирования института привлечения в качестве обвиняемого или же о его исключении из системы уголовно-процессуального законодательства.

Проведя ретроспективный анализ данного института, авторы в своей работе пришли к выводу о том, что его историческое значение на сегодняшний день утрачено. Так, согласно УПК РСФСР 1960 г., защитник допускался к участию в уголовном деле, расследованном в форме предварительного следствия, лишь с момента окончания расследования, то есть в советском уголовном процессе участие адвоката на стадии предварительного расследования не предусматривалось [7]. На сегодняшний день, УПК РФ предусматривает широкий перечень оснований для вступления защитника в уголовное дело, который в том числе включает возможность его участия с момента начала осуществления процессуальных действий, затрагивающих права и свободы лица, в отношении которого проводится процессуальная проверка сообщения о преступлении.

Стоит упомянуть проведенный авторами сравнительный анализ процессуальных статусов подозреваемого и обвиняемого, в рамках которого устанавливается отсутствие

существенных различий в объеме и содержании комплекса прав у данных субъектов уголовно-процессуальных отношений. Констатируется лишь наличие конкретизации процессуальных прав, присущих завершающим этапам расследования, в которых фигурирует исключительно обвиняемый. Таковыми являются: ознакомление обвиняемого с материалами уголовного дела, заявление им ходатайств на этапе окончания производства по уголовному делу, а также вручение копии обвинительного заключения. На основании этого делается вывод об отсутствии различий, которые могли бы принципиально повлиять на правовое положение упомянутых участников уголовного процесса.

Далее, авторами был поднят вопрос о связи решения о привлечении в качестве обвиняемого с пределами судебного разбирательства. Путем системного толкования ст. 252 УПК РФ во взаимосвязи со ст. 237 УПК РФ и Постановлением Конституционного суда от 16 мая 2007 г. № 6-П вновь делается вывод за исключение института привлечения в качестве обвиняемого из УПК РФ [8]. В п. 5 указанного Постановления Конституционный суд, мотивируя решение, четко сформулировал положение относительно пределов судебного разбирательства, выход за которые недопустим.

Так, даже в случае отмены приговора и передачи уголовного дела для производства нового судебного разбирательства суд первой инстанции, повторно рассматривая это дело, связан пределами предъявленного ранее и сформулированного в обвинительном заключении обвинении. Такой вывод сделан судом в соответствии со ст. 418 УПК РФ во взаимосвязи со ст. 252 УПК РФ, согласно которым судебное разбирательство проводится лишь по предъявленному обвинению, а изменение обвинения в судебном разбирательстве допускается, если этим не ухудшается положение подсудимого и не нарушается его право на защиту, а также ст. 237 УПК РФ, непосредственно не предусматривающей возвращение дела судом прокурору в целях изменения обвинения на более тяжкое, в том числе в связи с выявлением не существовавших на момент его формулирования фактических обстоятельств [9].

Следовательно подтверждается факт того, что актом, устанавливающим пределы судебного разбирательства, является обвинительное заключение в то время, как постановление о привлечении в качестве обвиняемого занимает промежуточное положение. При этом контраргументом является то, что ст. 175 УПК РФ устанавливается необходимость вынесения нового постановления и предъявления его обвиняемому в порядке, установленном статьей 172 УПК РФ, если в ходе предварительного следствия появятся основания для изменения предъявленного обвинения, а в п.14 Постановления Пленума Верховного Суда РФ от 22.12.2009 N 28 подчеркивается незаконность вынесения судебного решения в случаях, когда обвинение, изложенное в обвинительном заключении или обвинительном акте, не соответствует обвинению, изложенному в постановлении о привлечении лица в качестве обвиняемого [9].

Кроме того, в поддержку вышесказанного, стоит упомянуть о существующих пробелах в рамках данного института. Так, Лазарева В.А.,

Иванов В.В., Утарбаев А.К., поднимают проблему отсутствия в УПК РФ четкой регламентации процедуры уведомления потерпевшего о предъявленном обвинении: «в правоприменительной практике возникают вопросы о моменте сообщения потерпевшему о предъявленном обвинении, форме такого сообщения, объеме сообщаемой информации и т.д.» [11].

Другие авторы, рассматривая акт привлечения в качестве обвиняемого как средство защиты, акцентируют внимание на отсутствие в уголовно-процессуальном законодательстве сроков, в которые он должен быть принят. Данным фактом часто пользуются следователи, вынося постановление о привлечении в качестве обвиняемого в конце предварительного расследования, что, по мнению ученых, ограничивает основное право обвиняемого – знать, в чем он обвиняется, и иметь возможность защищаться от этого обвинения всеми не запрещенными законом способами [5, с. 131].

Немаловажной проблемой остается обоснованность решения о привлечении в качестве обвиняемого. Как следует из содержания принципа законности, закрепленного ст. 7 УПК РФ,

решения, принимаемые по уголовному делу, должны соответствовать требованиям мотивированности и обоснованности. В то же время, ст. 171 УПК РФ не закрепляет необходимость указания в постановлении о привлечении в качестве обвиняемого доказательств, на которых основывается обвинение. Как отмечает в своей работе Устинов Д.С., на сегодняшний день распространенной является практика составления постановлений о привлечении в качестве обвиняемого без указания в нём доказательств, обосновывающих принятие этого решения, что, безусловно, лишает обвиняемого знания о том, что послужило основанием для привлечения его к уголовной ответственности и существенно осложняет защиту от предъявленного обвинения [12].

Таким образом, в современных условиях уголовного процесса проблема института привлечения лица в качестве обвиняемого требует тщательного анализа и обсуждения, учитывающего мнения разных ученых и практических работников. С одной стороны, привлечение в качестве обвиняемого действительно является сложным и важным процессуальным актом, который устанавливает «рамки» уголовного преследования и служит гарантией прав и свобод лица, подвергаемого обвинению. С другой стороны, важным аспектом остается отсутствие четкой регламентации сроков процедуры уведомления потерпевшего о предъявленном обвинении в УПК РФ. Обоснованность решения о привлечении в качестве обвиняемого и отсутствие строгих временных рамок для этого акта также требуют дальнейшего обсуждения и проработки. В совокупности все вышеперечисленные проблемы подчеркивают необходимость пересмотра концепции института привлечения в качестве обвиняемого, преследующего цель обеспечить подлинно надежную защиту прав участников уголовного процесса и сформировать более эффективную систему уголовного судопроизводства.

\*\*\*

1. Право: учебник и практикум/под ред. С.Г. Киселева. М., 2017. 2-е издание, переработанное и дополненное. - Сер. 58 Бакалавр. Академический курс. 413 с.
2. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации" от 18.12.2001 N 174-ФЗ (ред. от 28.02.2025) // "Собрание законодательства РФ", 24.12.2001, N 52 (ч. I), ст. 4921.
3. Уголовный процесс: учебник для вузов / Н. С. Манова, Ю. В. Францифоров, Н. О. Овчинникова. — 15-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 276 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17821-0. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. с. 114 — URL: <https://urait.ru/bcode/559562/p.120> (дата обращения: 04.03.2025).
4. Андреев А.В. «Обеспечение прав и законных интересов участников уголовного судопроизводства при привлечении в качестве обвиняемого»: диссертация кандидата юридических наук: 12.00.09 / Андреев Алексей Владимирович; [Место защиты: Моск. ун-т МВД РФ]. — Москва, 2017. — 230 с.
5. Уголовно-процессуальное право Российской Федерации. Особенная часть: учебник для вузов / ответственный редактор Г. М. Резник. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 498 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19820-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. с. 131 – 132. — URL: <https://urait.ru/bcode/557177/p.131> (дата обращения: 04.03.2025).
6. Уголовный процесс: учебник для вузов / под редакцией Б. Б. Булатова, А. М. Баранова. — 8-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 581 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16817-4. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. с. 308–311. — URL: <https://urait.ru/bcode/566542/p.316> (дата обращения: 05.03.2025).
7. "Уголовно-процессуальный кодекс РСФСР" (утв. ВС РСФСР 27.10.1960) (ред. от 29.12.2001, с изм. от 26.11.2002) (с изм. и доп., вступающими в силу с 01.07.2002) // "Ведомости ВС РСФСР", 1960, N 40, ст. 592.
8. Постановление Конституционного Суда РФ от 16.05.2007 N 6-П "По делу о проверке конституционности положений статей 237, 413 и 418 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации в связи с запросом президиума Курганского областного суда" // "Собрание законодательства РФ", 28.05.2007, N 22, ст. 2686.
9. Гаврилов Борис Яковлевич, Красильников Алексей Владимирович Институт привлечения лица в качестве обвиняемого: соответствует ли он реалиям сегодняшнего дня? // Труды Академии управления МВД России. 2023. №4 (68). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/institut-privlecheniya-litsa-v-kachestve-obvinyaemogo-sootvetstvuet-li-on-realiyam-segodnyashnego-dnya> (дата обращения: 13.03.2025).

10. Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 22.12.2009 N 28 (ред. от 15.05.2018) "О применении судами норм уголовно-процессуального законодательства, регулирующих подготовку уголовного дела к судебному разбирательству" (с изм. и доп., вступ. в силу с 15.12.2022) // "Бюллетень Верховного Суда РФ", N 2, 2010.
11. Лазарева, В. А. Защита прав личности в уголовном процессе России: учебник для вузов / В. А. Лазарева, В. В. Иванов, А. К. Утарбаев. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 260 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19366-4. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. с. 203–204. — URL: <https://urait.ru/bcode/559814> (дата обращения: 17.03.2025).
12. Устинов Д. С. Обоснованность решения о привлечении лица в качестве обвиняемого как условие обеспечения его права на защиту // Правовая политика и правовая жизнь. 2022. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovannost-resheniya-o-privlechenii-litsa-v-kachestve-obvinyаемого-kak-uslovie-obespecheniya-ego-prava-na-zaschitu> (дата обращения: 16.03.2025).

## РАЗДЕЛ IX. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Боташева Л.С., Байрамкулова М.А.

### Бюджетирование как инструмент стратегического управления

*Кавказская Государственная Академия, Институт Экономики и управления  
(Россия, Черкесск)*

#### Аннотация

Бюджетирование является ключевым инструментом стратегического управления, обеспечивающим связь между краткосрочными финансовыми целями и долгосрочными стратегическими планами организации.

**Ключевые слова:** бюджетирование, стратегическое управление, финансовое планирование, ресурсное распределение, анализ отклонений, гибкое бюджетирование, нулевое бюджетирование, контроль исполнения бюджета, оценка рисков, долгосрочные цели, управленческие решения, финансовая гибкость, эффективность бизнеса, конкурентоспособность, интеграция бюджетирования.

#### Abstract

Budgeting is a key strategic management tool that provides a link between short-term financial goals and long-term strategic plans of the organization.

**Keywords:** budgeting, strategic management, financial planning, resource allocation, deviation analysis, flexible budgeting, zero budgeting, budget execution control, risk assessment, long-term goals, management decisions, financial flexibility, business efficiency, competitiveness, budgeting integration.

#### Введение

Бюджетирование — это процесс составления плана доходов и расходов на определённый период времени, который помогает организациям эффективно распределять ресурсы, устанавливать финансовые цели и контролировать их выполнение. Оно служит важным инструментом управления, позволяя руководству принимать обоснованные решения, базируясь на финансовых прогнозах и анализе данных. Бюджетирование обеспечивает прозрачность в финансах, позволяет предсказывать финансовые трудности и дает возможность заранее разработать меры по их устранению.

Существует несколько основных подходов к бюджетированию, каждый из которых имеет свои особенности и сферы применения [6, 7]:

1. **Фиксированное бюджетирование:** Этот метод предполагает установление бюджета на основе статичных прогнозов доходов и затрат на определённый период (обычно на год). Фиксированные бюджеты не меняются в течение отчётного периода, независимо от фактических результатов.
2. **Гибкое бюджетирование:** Данный подход позволяет корректировать бюджет в зависимости от изменений в объёмах производства или продаж. Гибкий бюджет адаптируется к различным уровням деятельности, что делает его более точным и полезным для анализа отклонений.
3. **Нулевое бюджетирование:** В отличие от традиционных методов, в нулевом бюджетировании каждый новый бюджет начинается с нуля. Этот подход требует тщательного анализа всех расходов и способствует более эффективному распределению ресурсов. Преимущества и недостатки каждого метода [1, 2]

Фиксированное бюджетирование [5]:

Преимущества: простота в составлении и легкость контроля выполнения бюджета.

Недостатки: недостаточная гибкость для реагирования на изменения в рыночной среде, что может привести к неправильному управлению ресурсами.

Гибкое бюджетирование:

Преимущества: способность к адаптации к изменяющимся условиям, что позволяет лучше отражать реальные финансовые результаты компании. Упрощает анализ отклонений между планом и фактом.

Недостатки: требует большего времени на планирование и анализ; сложнее в понимании и исполнении, особенно для мелких предприятий.

Нулевое бюджетирование:

Преимущества: способствует более эффективному и обоснованному расходованию средств, выявляет избыточные или неэффективные расходы.

Недостатки: трудоемкость и сложность процесса подготовки; требует значительных усилий на этапе анализа и обоснования каждой статьи бюджета.

Процесс бюджетирования требует активного участия различных подразделений компании, поскольку бюджет охватывает все аспекты деятельности и ресурсов организации [4, 5]:

- Финансовый отдел: Обычно ведёт основной процесс составления бюджета, анализирует данные, разрабатывает бюджетные модели и обеспечивает соответствие бюджету финансовым требованиям и стандартам.
- Отдел продаж и маркетинга: Участвует в прогнозировании доходов, предоставляя данные о прогнозируемом уровне продаж, рыночных тенденциях и ожидаемом спросе на продукцию или услуги.
- Производственные подразделения: Обеспечивают данные о стоимости производства и возможных объемах выпуска, что необходимо для расчёта себестоимости и понимания операционных затрат.
- Управление человеческими ресурсами: Участвует в планировании расходов на заработную плату и другие затраты, связанные с персоналом, а также в оценке необходимости в найме дополнительных сотрудников или обучении.
- IT-отдел: Обеспечивает поддержку со стороны программного обеспечения и инструментов для анализа данных, которые могут помочь в более точном прогнозировании и мониторинге исполнения бюджета.

Таким образом, успешное бюджетирование зависит от координации и взаимодействия между подразделениями, что способствует созданию согласованного и реалистичного бюджета, отражающего бизнес-цели компании.

Контроль выполнения бюджета — это важный этап, который позволяет организациям отслеживать, насколько фактические результаты соответствуют запланированным. Существует несколько методов контроля, которые помогают в этом процессе [2, 7]:

Этот процесс включает несколько шагов [5]:

1. Идентификация отклонений: Анализируйте, где и в каких статьях бюджета наблюдаются отклонения. Это могут быть как положительные, так и отрицательные отклонения.
2. Классификация отклонений: Отклонения могут быть обоснованными (например, увеличенное производство, вызванное ростом спроса) или необоснованными (например, превышение затрат по неэффективным расходам). Важно разделить их для адекватного реагирования.
3. Анализ причин отклонений: Выявление причин отклонений может потребовать дополнительного анализа и данных, включая интервью с сотрудниками, анализ бизнес-процессов и других факторов.
4. Корректирующие меры: На выявленные проблемы следует реагировать. Это может включать пересмотр планов, оптимизацию процессов, повышение эффективности, изменения в стратегии продаж и маркетинга. В некоторых

случаях могут потребоваться более радикальные меры, такие как сокращение расходов на определённые направления деятельности.

5. Уроки на будущее: Важно документировать выявленные отклонения, их причины и принятые меры, чтобы в будущем улучшить процесс бюджетирования и избежать повторения одних и тех же проблем.

#### Заключение

В заключение подчеркивается важность интеграции бюджетирования в стратегическое управление для достижения максимальной эффективности и конкурентоспособности компании. Правильная связь между бюджетированием и стратегическим управлением позволяет организациям эффективно распределять ресурсы, адаптироваться к изменениям, оценивать риски и приводить к устойчивому росту в долгосрочной перспективе.

\*\*\*

1. Гаррисон, Р.(2020). Стратегическое управление и бюджетирование: Теория и практика. М. : Издательство «Наука». -2020. С.120-125.
2. Мартынов, И. А. Бюджетирование в контексте стратегического управления. СПб.: Издательство «Питер». - 2025. С. 34-45.
3. Давыдов, С. Инновации в бюджетировании для стратегического управления. К.: Издательство «Агроном». – 2025. С. 120-125.
4. Кузнецов, А. Б. «Бюджетирование как инструмент достижения стратегических целей: Современные подходы». Журнал стратегического менеджмента, - 2023. – 12(4), С. 45-59.
5. Смирнова, Т. В. Роль антикризисного бюджетирования в стратегическом управлении. Вестник финансового университета. – 2024. – 15(3), 78-85.
6. Петров, И. Л. «Бюджетирование на основе ценностей в стратегическом управлении». Экономический анализ: теория и практика, - 2025. – 30(1), - 93-106.
7. Седова, Н. И. Бюджетирование и стратегическое управление: Корпоративный подход. Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. М.: Московский государственный университет. – 2025. С. 29-40.

**Вальдер Е.С.**

#### **Современные проблемы налогообложения хозяйствующих субъектов**

*ФГБОУ ВО Южно-Российский институт управления (ф) РАНХиГС  
(Россия, Ростов-на-Дону)*

*Научный руководитель: Голик Е.Н.*

#### **Аннотация**

В статье рассматриваются актуальные проблемы налогообложения хозяйствующих субъектов в Российской Федерации в условиях цифровой трансформации и глобальных экономических вызовов. Особое внимание уделено диспропорциям налоговой нагрузки между крупным и малым бизнесом, высокой доле теневой экономики, а также сложности налогового администрирования. Анализируются исторические этапы становления налоговой системы, текущее состояние фискальной политики, уровень цифровизации и налоговой дисциплины.

**Ключевые слова:** налогообложение, хозяйствующие субъекты, налоговая нагрузка, налоговая система, цифровизация, глобализация.

#### **Abstract**

The article discusses the current problems of taxation of business entities in the Russian Federation in the context of digital transformation and global economic challenges. Particular attention is paid to the disparity in the tax burden between large and small businesses, the high proportion of the shadow economy, as well as the complexity of tax administration. The historical stages of the formation of the tax system, the current state of fiscal policy, the level of digitalization and tax discipline are analyzed.

**Keywords:** taxation, business entities, tax burden, tax system, digitalization, globalization.

Налогообложение хозяйствующих субъектов представляет собой важный элемент фискальной политики государства, обеспечивая наполнение бюджета и одновременно влияя на поведение участников рынка. Эволюция налоговой системы отражает трансформацию экономики, изменения в социально-политической структуре и внедрение новых технологий. В современной реальности эффективное налогообложение бизнеса становится основой устойчивого экономического роста, инвестиционной привлекательности и конкурентоспособности национальной экономики [1].

Несмотря на проведенные реформы, в системе налогообложения хозяйствующих субъектов сохраняются серьезные проблемы:

1. Неравномерность налоговой нагрузки между крупным и малым бизнесом.
2. Высокая доля теневой экономики.
3. Сложность и высокая стоимость налогового администрирования.
4. Недостаточный уровень цифровизации в отдельных секторах.
5. Слабые стимулы для инновационного бизнеса.

Эти проблемы снижают эффективность фискальной политики, способствуют уходу бизнеса «в тень» и препятствуют устойчивому экономическому развитию [2].

История налогообложения хозяйствующих субъектов начинается с древнейших времен, когда в Древнем Египте и Вавилоне уже существовали системы фискального контроля над ремесленниками и торговцами. В Европе с развитием централизованных государств налогообложение стало приобретать институциональную форму.

В России дореволюционного периода существовали промысловые налоги и патентные сборы. В советский период налогообложение предприятий осуществлялось через централизованные механизмы, включая налог на оборот и фонд заработной платы [3].

С переходом к рыночной экономике в 1990-х годах произошли кардинальные изменения: введены налог на прибыль, налог на добавленную стоимость (НДС), система специальных налоговых режимов для малого бизнеса. Сегодня налоговая система продолжает трансформироваться под влиянием цифровизации, международной кооперации и экологической повестки.

С учётом исторического контекста становится очевидным, что система налогообложения хозяйствующих субъектов прошла путь от фискального инструмента в руках государства до одного из ключевых механизмов стимулирования экономического развития. Однако в условиях современной цифровой экономики, глобализации и нарастающей конкуренции возрастает необходимость оценки текущего состояния налоговой системы. Современные вызовы требуют не только количественного анализа, но и качественной оценки эффективности налогообложения с точки зрения справедливости, прозрачности и стимулирующего потенциала. В этом контексте рассмотрим основные параметры налоговой системы Российской Федерации на текущем этапе.

1. Налоговая нагрузка. По данным Федеральной налоговой службы РФ, в 2023 году налоговая нагрузка на бизнес в среднем составила 33,2% ВВП. При этом для сырьевых отраслей этот показатель превышает 50%, тогда как для малого бизнеса — около 10%. Такая диспропорция свидетельствует о структурной несбалансированности налоговой системы [4].
2. Теневая экономика. Согласно оценке Росстата и НИУ ВШЭ, объем теневой экономики в России в 2023 году достиг 12,7% ВВП, что значительно выше средних показателей по странам ОЭСР (5-7%). Высокая доля неучтенной деятельности указывает на слабости в налоговом администрировании, недостаточную мотивацию к легальной деятельности и недоверие к государственным институтам [5].
3. Цифровизация. Индекс цифровой зрелости ФНС вырос с 0,61 в 2019 году до 0,78 в 2023 году. Внедрение онлайн-касс, системы маркировки, автоматизированного контроля транзакций повысило прозрачность оборота и упростило взаимодействие налогоплательщиков с государством. Тем не менее,

в регионах остаются значительные различия в уровне цифровой трансформации [6].

4. Налоговые поступления. В структуре доходов бюджета поступления от налога на прибыль организаций составляют около 21% (2023), от НДС — 33%, от налога на имущество — 8%. Малый бизнес формирует менее 7% всех налоговых поступлений, несмотря на то, что на него приходится более 20% занятого населения. Это указывает на недостаточную фискальную отдачу от малого предпринимательства и необходимость дополнительных стимулов [7].
5. Анализ налоговой дисциплины. Индекс добровольного исполнения налоговых обязательств в 2023 году достиг 89%, что на 4 п.п. выше уровня 2020 года. Однако около 10% налогоплательщиков продолжают уклоняться от уплаты налогов, особенно в сегменте микропредприятий и самозанятых [8].

Обзор текущего состояния налоговой системы демонстрирует наличие устойчивых диспропорций, связанных с высокой нагрузкой на отдельные отрасли, слабой фискальной отдачей от малого бизнеса и значительной долей теневой экономики. Такие проявления указывают на институциональные ограничения налоговой политики, требующие комплексного пересмотра. Важно не только снижать избыточную нагрузку, но и совершенствовать механизмы администрирования, обеспечивать прозрачность и равные условия для всех категорий налогоплательщиков. Это предполагает необходимость структурирования и системного анализа ключевых проблем, сдерживающих эффективность налогообложения хозяйствующих субъектов.

1. Сложность законодательства. Частые изменения налогового законодательства создают неопределенность для бизнеса.
2. Недостаток персонализации. Отсутствие учета региональных и отраслевых особенностей в налоговой политике.
3. Слабая поддержка инноваций. Механизмы налогового стимулирования НИОКР развиты слабо, в то время как в странах ЕС налоговые вычеты на исследования и разработки достигают 20–30%.
4. Нехватка компетенций у малого бизнеса. Многие субъекты МСП не обладают ресурсами для эффективного налогового планирования.

Учитывая вышеизложенные проблемы и статистические показатели, становится очевидной необходимость системных изменений, направленных на повышение эффективности налогообложения хозяйствующих субъектов.

1. Дифференциация налоговой нагрузки. Введение адаптивных ставок налогообложения для малых и средних предприятий, основанных на уровне дохода, секторальной принадлежности и региональных особенностях.
2. Углубление цифровизации. Расширение системы автоматического обмена данными между налогоплательщиком и налоговыми органами с целью упрощения отчетности и минимизации человеческого фактора.
3. Стимулирование добросовестности. Разработка системы налоговых бонусов и поощрений за своевременную и полную уплату налогов.
4. Развитие налоговых вычетов. Введение вычетов для предприятий, инвестирующих в цифровые технологии, экологические проекты и НИОКР.
5. Поддержка налоговой грамотности. Создание образовательных программ и сервисов для МСП, направленных на повышение компетентности в вопросах налогообложения и финансового планирования.

Эволюция налогообложения хозяйствующих субъектов отражает не только изменения в экономической системе, но и динамику государственной политики в отношении бизнеса. Несмотря на достигнутые успехи в цифровизации и модернизации фискального контроля, в системе по-прежнему сохраняются проблемы, связанные с несбалансированностью налоговой нагрузки, сложностью администрирования и недостаточной мотивацией к легальному ведению бизнеса. Проведенный анализ показывает, что эффективное развитие налоговой системы

требует комплексного подхода, включающего персонализацию налогообложения, цифровую трансформацию, а также расширение механизмов стимулирования. Только при условии диалога между государством и бизнесом возможно формирование устойчивой и справедливой налоговой среды, способствующей росту предпринимательства и укреплению национальной экономики.

\*\*\*

1. Иванов С.Н. Теория налогообложения. — М.: Экономика, 2021. — 350 с.
2. Нечаев В.Д. Налоговая политика в России. — СПб.: Питер, 2022. — 290 с.
3. История налогообложения / Под ред. А.И. Климова. — М.: Юрайт, 2020. — 420 с.
4. Федеральная налоговая служба России. Официальные статистические данные. — 2024. URL: <https://www.nalog.gov.ru>
5. Росстат. Оценка уровня теневой экономики. — 2024. URL: <https://rosstat.gov.ru>
6. Министерство финансов Российской Федерации. Бюджетная отчетность. — 2024. URL: <https://minfin.gov.ru>
7. OECD. Tax Policy Reforms 2023. — Paris: OECD Publishing, 2023. — 150 с.
8. Высшая школа экономики. Центр анализа теневой экономики. — 2024. URL: <https://hse.ru>

**Козина Е.В., Букина В.М.**

### **Современные тенденции стратегического планирования в условиях цифровизации**

*Пензенский государственный технологический университет*

*(Россия, Пенза)*

#### **Аннотация**

В статье рассматриваются современные тенденции стратегического планирования в условиях цифровизации, акцентируя внимание на интеграции цифровых технологий в процессы мониторинга и управления. Подчеркивается, важность использования комплексного подхода, сочетающего в себе технологические инновации и социальную ответственность.

**Ключевые слова:** стратегическое планирование, цифровизация, инновации, устойчивое развитие.

#### **Abstract**

The article examines modern trends in strategic planning in the context of digitalization, focusing on the integration of digital technologies into monitoring and management processes. It emphasizes the importance of using an integrated approach that combines technological innovation and social responsibility.

**Keywords:** strategic planning, digitalization, innovation, sustainable development.

В современной тенденции стремительного развития цифровых технологий, стратегическое планирование претерпевает значительные изменения, цифровизация влияет на все аспекты бизнеса, включая методы анализа, принятия решений и реализации стратегий. Актуальность исследуемой темы обуславливается тем, что стратегическое планирование, являясь основой развития любого бизнеса, требует адаптации к новым вызовам цифровой эпохи. Традиционные методы планирования становятся менее популярными из-за ограничений их практического применения, что требует поиска новых методов и инструментов управления. Внедрение цифровых технологий и методов адаптивного управления открыло новые возможности для улучшения стратегического планирования.

Т.П. Любанова, Л.В. Мясоедова, Ю.А. Олейникова в своем учебном пособии дают определение стратегического планирования: "Это процесс моделирования эффективной деятельности предприятия на определенный период функционирования, с установлением его целей и их изменений в условиях неопределенности рыночной среды, а также определение способа реализации этих целей и задач в соответствии с его возможностями". [1]

Историческое развитие методов планирования прошло через несколько значимых этапов, каждый из которых внес свои оригинальные идеи и подходы в теорию и практику управления.

Таблица 1

*Основные этапы подходов планирования и их методологическое значение.*

<i>Этапы эволюции</i>	<i>Характеристика и методы</i>
<i>Классический подход (начало XX века)</i>	<i>Основывался на научном управлении и рациональном подходе к организации труда, акцент делался на строгую иерархию, четкие инструкции и стандартизацию процессов. Использовались статистика и научные методы для оптимизации производственных процессов.</i>
<i>Стратегическое планирование (1950-1960 гг.)</i>	<i>Появилась концепция долгосрочного планирования, которая учитывала внешние факторы и изменения в окружающей среде, важным стало определение миссии и целей организации. В качестве методов стали использовать SWOT-анализ и сценарное планирование.</i>
<i>Интегрированное планирование (1970-1980 гг.)</i>	<i>Делается упор на координацию различных функций и подразделений внутри организации. Появляются концепции сбалансированной системы показателей. Использование комплексных подходов, таких как управление по целям и сбалансированная система показателей.</i>
<i>Гибкое планирование (1990-е годы)</i>	<i>На данном этапе акцент сместился на адаптивность и гибкость, организации начали использовать более динамичные и менее формализованные подходы к планированию, такие как: Agile-методологии, сценарное планирование, использование итеративных процессов.</i>
<i>Стратегическое управление (2000-е годы)</i>	<i>Происходит слияние планирования и управления, акцент смещается на постоянный мониторинг и адаптацию стратегий в ответ на изменения внешней среды. Растет важность вовлечения всех уровней организации в процесс планирования. Используются аналитики данных, управление изменениями, вовлечение заинтересованных сторон.</i>
<i>Цифровое планирование (2010-е годы и далее)</i>	<i>На данном этапе в процесс планирования активно внедряются цифровые технологии, используются большие данные и аналитики для принятия обоснованных решений. Появляются инструменты для автоматизации и оптимизации планирования. В качестве методов выступают использование искусственного интеллекта, машинного обучения и облачных технологий для улучшения процессов планирования.</i>

Данные таблицы показывают, как со временем изменялись подходы к планированию, становясь все более сложными под влиянием социально-экономической нестабильности и технологического прогресса.

Внедрению инновационных систем корпоративного управления и стратегического планирования в 1990-х годах поспособствовал переходный этап, наступивший после этапа централизованного планирования в Советском Союзе, связанный с либерализацией рынков и приватизацией.

Глобализация и цифровая трансформация (2000-2010 гг.) послужили причиной роста требований к гибкости и адаптивности планирования. На данном этапе стали учитываться факторы устойчивого развития, такие как устойчивый экономический рост, социальная справедливость и охрана окружающей среды, а также корпоративная социальная ответственность.

На сегодняшний день акцент смещается на устойчивое развитие и на высокую степень участия государства в поддержке инновационных инициатив и обеспечении экономической безопасности.

Цифровизация охватила широкий спектр технологий, такие как большие данные, искусственный интеллект, облачные вычисления и интернет вещей. Перечисленные технологии ускоряют способы сбора, анализа и интерпретации данных, что, в свою очередь, влияет на процесс стратегического планирования. Организации, использующие цифровые инструменты, обладают конкурентным преимуществом, поскольку быстрее реагируют на изменения в рыночной среде и принимают более обоснованные решения.

Сегодня одной из ключевых тенденций для стратегического планирования является использование больших данных. Благодаря их функционалу, компании могут собирать и анализировать огромные объемы информации о потребителях, поставщиках, конкурентах и

рыночных трендах, что позволяет выявлять новые возможности и угрозы, а также оптимизировать бизнес-процессы. Например, компания Netflix использует аналитику больших данных для персонализации рекомендаций контента, что значительно увеличивает удержание клиентов.

Искусственный интеллект и автоматизация процессов также играют важную роль в стратегическом планировании. ИИ может анализировать данные и предлагать рекомендации по оптимизации стратегий. Так, компания Amazon использует ИИ для прогнозирования спроса на товары, что позволяет эффективно управлять запасами и минимизировать затраты.

Традиционные подходы к стратегическому планированию, основанные на долгосрочных прогнозах, становятся менее актуальными, современные условия требуют от организаций гибкости и способности быстро адаптироваться к изменениям. Компании начинают использовать более гибкие модели, такие как Agile и Lean.

Agile-методологии изначально возникли в сфере разработки программного обеспечения, но со временем распространились на другие области. Основная идея Agile заключается в том, чтобы адаптироваться к изменениям и быстро реагировать на потребности клиентов, методология акцентируется на сотрудничестве между командами, самоорганизации и постоянном улучшении процессов. Agile-методологии включают в себя такие подходы, как Scrum, Kanban и Extreme Programming (XP). Эти методологии предполагают итеративный процесс разработки, где работа разбивается на небольшие циклы (спринты), что позволяет командам регулярно получать обратную связь и вносить изменения в продукт на основе этой информации.

Lean-подход возник в производственной сфере, особенно ярко это прослеживается в японской компании Toyota. Подход направлен на минимизацию потерь и максимизацию ценности для клиента. Основные принципы Lean: определение ценности с точки зрения клиента, идентификацию потока создания ценности, устранение потерь, создание потока, внедрение системы «тянущего» производства и стремление к совершенству. Lean-подходы могут быть применены не только в производстве, но и в других сферах, таких как услуги и управление проектами.

Методологии подчеркивают важность постоянного улучшения и адаптации к изменениям, что делает их особенно актуальными в условиях быстро меняющегося рынка и технологической среды. Agile и Lean могут быть использованы как отдельно, так и в комбинации, что позволяет организациям достигать высокой эффективности и удовлетворенности клиентов.

В эпоху цифровизации стратегическое планирование становится ключевым инструментом для организаций, стремящихся к устойчивому развитию, инвестиционной привлекательности и конкурентоспособности. Интеграция цифровых технологий в бизнес-модели позволяет не только оптимизировать процессы, но и учитывать важные социальные факторы. Организации, способные быстро реагировать на изменения внешней среды, будут в состоянии эффективно использовать технологические инновации для достижения своих целей. Важно, чтобы стратегическое планирование включало мониторинг социальных аспектов и акцентировало внимание на социальной ответственности, что в свою очередь способствует созданию более справедливого и устойчивого общества.

Таким образом, успешные компании будущего – это компании, способные адаптироваться под изменчивый мир, гармонично сочетающие технологические достижения с социальными ценностями.

\*\*\*

1. Любанова Т.П., Мясоедова Л.В., Олейникова Ю.А. Стратегическое планирование на предприятии : Учебное пособие для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. Серия «Экономика и управление». — М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д : Издательский центр «МарТ», 2005. — 400 с.
2. Филимонов, А. П. Анализ современных тенденций развития стратегического планирования / А. П. Филимонов // Экономика, предпринимательство и право. – 2024. – Т. 14, № 12. – С. 7095-7112. – DOI 10.18334/ep.14.12.122417
3. Яковлева Е.А., Бучаев А.Г., Варшавская В.В., Гаджиев М.М. Развитие методологии стратегического планирования деятельности предприятия. / Монография. - Москва: Парнас, 2024. – 190 с.

**Максимова М.А., Полевая М.А., Щербань О.В.**  
**Применение информационных технологий как превентивной меры  
для проблем бедности и безработицы в Российской Федерации**

*Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова  
(Россия, Москва)*

**Аннотация**

Безработица и бедность – две основные проблемы, с которыми сталкивается мировая экономика в настоящее время. Безработица приводит к финансовому кризису и снижает общую покупательную способность страны. Это, в свою очередь, приводит к бедности, за которой следует увеличение долгового бремени.

В статье рассматриваются информационные технологии как инструмент снижения бедности и безработицы в России. Предлагаются три концепции цифровых платформ: инвестиционное приложение, образовательная платформа и сервис поддержки асоциальных групп. Платформы призваны повысить финансовую грамотность, трудоустройство и социализацию населения.

**Ключевые слова:** бедность, безработица, информационные технологии, инвестиции, повышение квалификации, трудоустройство, развитие, платформа, мобильное приложение.

**Abstract**

Unemployment and poverty are two major issues facing the global economy today. Unemployment leads to financial crises and reduces a country's overall purchasing power. This, in turn, results in poverty and an increasing debt burden. The article examines information technology as a tool for reducing poverty and unemployment in Russia. It proposes three concepts of digital platforms: an investment application, an educational platform, and a support service for marginalized groups. These platforms aim to enhance financial literacy, employment opportunities, and social inclusion.

**Keywords:** poverty, unemployment, information technology, investments, professional development, employment, development, platform, mobile application.

**Актуальность работы**

Несмотря на экономическую стабильность в развитых странах, глобальная бедность остаётся серьёзной проблемой: около 700 млн человек (8,5% населения) живут менее чем на 2,15 доллара в день, а 3,5 млрд – на сумму ниже 6,85 долларов. Количество бедных почти не меняется с 1990-х годов из-за роста населения.

Факторы, усугубляющие бедность, включают неравенство, маргинализацию, военные конфликты, ограниченный доступ к ресурсам, плохое питание и слабое здравоохранение. Всё это снижает продуктивность и экономический потенциал стран.

Образование и профподготовка играют ключевую роль в борьбе с бедностью, однако доступ к ним ограничен, а получение работы после обучения не гарантировано. Социальные пособия тоже важны, но их эффективность часто снижается из-за строгих критериев отбора. Здравоохранение и соцподдержка необходимы для снижения рисков бедности, но слабое финансирование и дефицит медуслуг, особенно в регионах, мешают достижению целей.

В России проблема бедности и безработицы остаётся актуальной: по данным Росстата, в 2024 году ниже черты бедности находятся 12,4 млн человек (8,5%) [2]. Безработица варьируется по регионам из-за различий в развитии, инфраструктуре и мобильности населения. Региональные различия в занятости сохраняются из-за отраслевой специализации и других факторов. Особенно остро проблема стоит среди молодежи и женщин.

Одним из возможных способов сокращения бедности является повышение эффективности общественного производства, повышение степени реализации потребностей общества, развитие инноваций и улучшение жизни людей. В пример можно поставить Бразилию. Страна успешно применяет инновации для достижения социальных целей. Эти меры

способствовали стремительному росту инноваций за последние 20 лет. В результате Бразилия получила социально-экономическое развитие. Бедность сократилась на 50% [6].

Способы профилактики проблем бедности и безработицы при помощи информационных технологий

Бедность и безработица остаются ключевыми вызовами для многих стран. Причины — недостаток капитала, нестабильная занятость, низкие доходы и слабая информированность о возможностях трудоустройства [5].

Информационные технологии (ИТ) открывают пути к преодолению этих проблем, однако существующие цифровые проекты часто неэффективны из-за отсутствия комплексного подхода. Например, многие из них не объединяют обучение, поддержку предпринимательства и трудоустройство, что снижает их устойчивость и результативность.

Для повышения эффективности ИТ-решений необходимо разрабатывать инновационные стратегии, обеспечивающие доступ к цифровым возможностям для всех социальных групп, включая уязвимые слои населения.

Комплексный подход к профилактике бедности требует координации усилий государства, бизнеса и общества. Только совместные действия способны дать долгосрочный эффект [7]. В связи с этим предлагаются три цифровые платформы, направленные на решение проблем бедности и безработицы в России: инвестиционное приложение, образовательная платформа и сервис поддержки асоциальных групп.

Сервис для инвестиций

Большинство существующих инвестиционных приложений остаются малопонятными для широкого круга пользователей. Это связано с перегруженным интерфейсом, ограниченным выбором инструментов и недостаточным уровнем доверия со стороны граждан, особенно с низким и средним уровнем дохода. Люди опасаются за безопасность своих средств и не обладают достаточными знаниями в области финансов, что удерживает их от инвестирования.

Предлагаемая концепция платформы нацелена на вовлечение в инвестиционную деятельность именно этой категории граждан. Приложение должно быть максимально доступным, понятным и безопасным, обеспечивая простой способ получения пассивного дохода и увеличения финансовой устойчивости пользователей путем вложения средств в капитальное строительство, предметы искусства, антиквариат, интеллектуальную собственность, инновационные разработки и др.

Основной задачей платформы является создание условий, при которых даже минимальные вложения могут приносить ощутимую выгоду, способствуя росту благосостояния населения и снижению социального неравенства.

Платформа для повышения квалификации безработных и малоимущих с последующим трудоустройством

Существующие обучающие сервисы часто оказываются недоступными или неэффективными для уязвимых категорий граждан. Проблемы связаны с отсутствием персонализации, обратной связи, удобного интерфейса, а также с высокой стоимостью и формальным подходом к трудоустройству.

Предлагаемая платформа направлена на устранение этих барьеров. Её задача — обеспечить малоимущим и безработным доступ к качественному онлайн-обучению и реальной поддержке в поиске работы. Платформа должна учитывать индивидуальные особенности пользователей и актуальные потребности рынка труда.

Ожидается, что реализация проекта позволит повысить уровень квалификации граждан, снизить безработицу и увеличить их доходы, способствуя улучшению социально-экономической ситуации в стране.

Платформа для помощи асоциальным группам населения

Асоциальные группы часто сталкиваются с трудностями при поиске работы из-за недостатка образования, навыков и опыта. Они сталкиваются с дискриминацией и риском изоляции, что усугубляет бедность и снижает качество жизни.

Предлагаемая платформа ориентирована на их адаптацию и возвращение в активную социальную и трудовую жизнь. Она будет предоставлять комплексную поддержку: доступ к медицинским и психологическим консультациям, обучающим программам и помощи в поиске работы.

Проект станет частью государственной системы реабилитации и социализации, опираясь на данные и сотрудничество с профильными организациями. Платформа нацелена на повышение уровня социализации и снижение безработицы среди наиболее уязвимых категорий населения.

#### Дополнительные темы исследования

Предложенные платформы представляют собой действенные инструменты борьбы с безработицей. Вместе с тем целесообразно рассмотреть дополнительные меры: развитие предпринимательских программ, поддержку молодёжи, стимулирование малого и среднего бизнеса, а также внедрение гибких форм занятости, таких как фриланс и удалённая работа. Эти направления могут усилить эффективность социальной политики и создать новые возможности трудоустройства.

#### Выводы

Разработанные концепции трёх цифровых платформ — инвестиционного приложения, образовательного сервиса и системы поддержки асоциальных групп — формируют комплексный подход к снижению бедности и безработицы в России. Они открывают доступ к финансовым и образовательным ресурсам, способствуют социальной интеграции и повышению жизненного уровня граждан. Такие решения не только укрепляют экономическую устойчивость населения, но и способствуют построению более справедливого и инклюзивного общества.

\*\*\*

1. Каримов А.Г., Фаткуллина Г.Р. Современные информационные технологии как инструмент сокращения бедности работающего населения // *Цифровая социология*. — 2022. — №15. — С. 44–53.
2. Новости Росстата. [Электронный ресурс]. — URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/313/document/244096> (дата обращения: 14.01.2025)
3. Ariansyah K. Значение интернета для повышения экономического благосостояния: эмпирические данные из сельских районов Индонезии // *Международная конференция по ИКТ для сельского развития*. — 2018. — С. 118–123.
4. Crandall R., Lehr W., Litan R. Влияние широкополосного интернета на производство и занятость: поперечный анализ данных США // *Проблемы экономической политики*. — 2007. — №6(6). — С. 1–34.
5. Kelles-Viitanen A. Роль ИКТ в сокращении бедности // *EVA*. — 2022. — С. 10–35.
6. Омельченко И., Дозорцев О., Данилина М., Сафонова Е., Сафонов А., Селиванова О. Анализ мониторинга занятости и бедности в субъектах России // *Актуальные проблемы социально-трудовых отношений*. — 2021. — С. 164–173.
7. Ежегодный отчёт Азиатского банка развития за 1999 год. — Asian Development Bank, 2000. [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.adb.org/documents/adb-annual-report-1999> (дата обращения: 14.01.2025)

**Николаева Л.А., Газетдинова Г.Н.**

### **Применение концепции интернета энергии в современных экотехнопарках**

*Казанский государственный энергетический университет  
(Россия, Казань)*

#### **Аннотация**

В статье рассматривается применение концепции Интернета энергии в современных энергетических системах. Анализируются ключевые аспекты интеграции цифровых технологий в управление энергетическими ресурсами, включая использование Интернета вещей, больших данных и искусственного интеллекта. Обсуждаются преимущества, которые предоставляет Интернет энергии, такие как повышение эффективности распределения энергии, улучшение мониторинга и управления потреблением, а также возможности для развития возобновляемых источников энергии. В статье также рассматриваются вызовы и барьеры, с которыми

сталкиваются компании при внедрении этой концепции, включая вопросы кибербезопасности и необходимость обновления инфраструктуры, а именно развития современных систем передачи электроэнергии от производителя к потребителю, использования современных информационных и коммуникационных технологий, создания единой интеллектуальной системы энергоснабжения.

**Ключевые слова:** стратегия, цели, задачи, нестабильность, устойчивое развитие, современные вызовы.

### Abstract

The article discusses the application of the concept of the Internet of Energy in modern energy systems. The key aspects of the integration of digital technologies into energy resource management, including the use of the Internet of Things, big data and artificial intelligence, are analyzed. The advantages that the Internet of Energy provides are discussed, such as increased energy distribution efficiency, improved monitoring and management of consumption, as well as opportunities for the development of renewable energy sources. The article also examines the challenges and barriers that companies face when implementing this concept, including cybersecurity issues and the need to upgrade infrastructure, namely, the development of modern electricity transmission systems from producer to consumer, the use of modern information and communication technologies, and the creation of a unified intelligent energy supply system.

**Keywords:** strategy, goals, objectives, instability, sustainable development, modern challenges.

С ростом населения и индустриализацией человечество сталкивается с необходимостью перехода на устойчивые и эффективные источники энергии. Экотехнопарки, представляющие собой интегрированные системы, где сосредотачиваются технологии устойчивого развития, становятся важнейшими элементами этого перехода. Концепция интернета энергии предлагает инновационный подход к управлению энергетическими ресурсами, используя информационные и коммуникационные технологии.

С 2019 года в России активно реализуется программа по созданию экономики замкнутого цикла и эффективной системе управления твердыми коммунальными отходами, которая является ее важной составляющей. Государство разрабатывает механизм утилизации использованной упаковки и товаров, срок использования которых истек, вводя неналоговый платеж в виде экологического сбора. В январе 2019 года по указу Президента РФ была основана публично-правовая компания "Российский экологический оператор", основными задачами которой являются:

- Защита здоровья и окружающей среды: предотвращение негативного воздействия на здоровье человека и экосистему.
- Вторичная переработка: создание системы, позволяющей перерабатывать отходы и возвращать сырье в производственный цикл для создания новых товаров и получения энергии.
- Привлечение инвестиций: стимулирование инвестиций в сферу обращения с твердыми коммунальными отходами.
- Реализация нацпроекта "Экология": выполнение задач, связанных с обращением с ТКО в рамках данного проекта.

Одним из направлений для достижения этих целей стало строительство экотехнопарков в различных регионах России. До 2024 года планируется возвести восемь таких объектов, которые будут способны ежегодно возвращать в экономику до 1,1 миллиона тонн вторичных ресурсов.

Экотехнопарки представляют собой площадки, объединяющие предприятия, лаборатории и сооружения, позволяющие обрабатывать и утилизировать отходы в одном месте. Они принимают мусор и производят готовую продукцию. Концепция экотехнопарка основана на полном использовании и переработке ресурсов. Каждый элемент системы выполняет свою функцию и взаимодействует с другими компонентами, создавая замкнутый цикл. Отходы

становятся сырьем, энергия используется рационально, а водные ресурсы возвращаются в экосистему без загрязнений.

Экотехнопарки предлагают инновационные решения в таких областях, как энергетика, водоснабжение, утилизация отходов и сельское хозяйство. Согласно данным, представленным в научной статье "Экологические технологии и их влияние на рынок труда" (авторы: Иванов И.И., Петрова А.А.), внедрение экотехнопарков в России может привести к созданию до 500 новых рабочих мест на каждом объекте. Это связано с необходимостью привлечения специалистов для работы на предприятиях, занимающихся переработкой отходов, а также для проведения научных исследований и разработки новых технологий. Кроме того, экотехнопарки могут способствовать развитию местного бизнеса, что также положительно сказывается на уровне занятости. Например, в рамках экотехнопарка могут быть созданы малые и средние предприятия, занимающиеся производством товаров из вторичных материалов, что дополнительно увеличивает количество рабочих мест. Экотехнопарки не только решают проблемы утилизации отходов, но и становятся важным фактором в повышении уровня занятости населения, способствуя экономическому развитию регионов.

Одним из ключевых принципов экотехнопарка повышение уровня социального самосознания людей и вовлечение местного населения. Здесь активно развиваются образовательные и культурные инициативы, организуются мероприятия и программы для жителей, что способствует их развитию и улучшению качества жизни. Экотехнопарк представляет собой не только систему воплощения экономики замкнутого цикла, но и примером симбиоза экономики и экологии, важным элементом устойчивого развития в обществе и государстве.

Интернет энергии представляет собой сеть, которая интегрирует традиционные и возобновляемые источники энергии с потребителями через умные технологии. Эта концепция включает в себя:

- Умные сети: Автоматизация и управление распределением энергии.
- Данные в реальном времени: Мониторинг и оптимизация потребления на основе анализа больших данных.
- Децентрализованные энергосистемы: Возможность генерации и потребления энергии на местах, что способствует локальной энергетической независимости.

Экотехнопарки становятся экспериментальными площадками для внедрения концепции интернета энергии. Они обеспечивают:

- Интеграцию возобновляемых источников энергии: Солнечные панели, ветровые турбины и биомасса могут эффективно использоваться в рамках данной концепции, что позволяет обеспечить устойчивое энергоснабжение.
- Оптимизацию энергопотребления: Умные технологии позволяют пользователям адаптировать свое потребление в зависимости от доступности ресурсов.
- Обучение и осведомленность: Экотехнопарки служат образовательными центрами, показывающими преимущества устойчивого развития и использования высоких технологий.

В России несколько экотехнопарков продемонстрировали успехи в реализации концепции интернета энергии, интегрируя различные экологические и энергетические технологии.

Экотехнопарк «Восток» в Московской области включает перерабатывающие заводы «ЭкоЛайн-Вторпласт» и «ЭкоПласт», которые занимаются переработкой пластиковых отходов и производством новых изделий, таких как контейнеры для сбора отходов. Эти предприятия способствуют замкнутому циклу переработки и утилизации мусора, что является важной частью концепции интернета энергии.

Экотехнопарк «Западная Сибирь» в городе Северске получил положительное заключение Главгосэкспертизы России. Этот проект направлен на создание инфраструктуры

для переработки и утилизации отходов, что способствует развитию экономики замкнутого цикла и повышению энергоэффективности.

Приморский экотехнопарк является экспериментом по созданию идеальной системы экономики замкнутого цикла. Он объединяет предприятия, лаборатории и сооружения, позволяющие в одном месте обрабатывать и утилизировать отходы, превращая их в сырьё для производства новой продукции и получения энергии.

Эти экотехнопарки активно внедряют инновационные решения в области переработки отходов, производства энергии и устойчивого развития, что соответствует концепции интернета энергии. Несмотря на потенциал концепции интернета энергии, существуют определенные проблемы:

- Капитальные затраты: Начальные инвестиции в технологии и инфраструктуру могут быть значительными.
- Сложности в интеграции: Необходимость согласования различных технологий и стандартов.
- Регуляторные барьеры: Отсутствие четкой политики и стандартов для поддержки внедрения этих систем.

Использование концепции интернета энергии в экотехнопарках предлагает значительные экологические и экономические выгоды. Научно обосновано, что позволяет интегрировать возобновляемые источники энергии, такие как солнечные и ветровые установки, что способствует оптимизации потребления энергии, балансировке нагрузки и снижению выбросов парниковых газов, заменяя ископаемые источники энергии. Внедрение интеллектуальных систем управления помогает повысить энергоэффективность, сократить операционные расходы и снизить затраты на обслуживание оборудования. Экономически экотехнопарки могут получать доход от продажи избыточной энергии, привлекать инвестиции и гранты за счет своей устойчивой и инновационной деятельности, а также создавать новые рабочие места и отрасли в области высоких технологий. В совокупности, использование IoE способствует как экономии, так и устойчивому развитию.

Особое внимание стоит уделить на таких, как возможность снижения операционных расходов, снижение стоимости обслуживания оборудования. С помощью концепции экотехнопарки могут снижать затраты на энергоснабжение за счет оптимизации распределения энергии, использования возобновляемых источников и снижения зависимости от дорогих и нестабильных рынков ископаемых энергоресурсов. Долгосрочная экономия на потреблении энергии может стать основным драйвером снижения затрат. Использование автоматизированных систем управления и предсказательной аналитики позволяет не только улучшить эксплуатационные характеристики оборудования, но и уменьшить расходы на его ремонт и замену, поскольку можно заранее устранять потенциальные неисправности и оптимизировать режимы работы.

Рассмотрим пример расчета снижения операционных расходов на основе применения интеллектуальных систем управления энергопотреблением и интеграции возобновляемых источников энергии.

Предположим, что экотехнопарк N потребляет 1,000,000 кВт·ч электроэнергии в месяц. Средняя стоимость электроэнергии из сети составляет 5 рублей за кВт·ч, что приводит к общим затратам на электроэнергию в размере 5,000,000 рублей в месяц. Внедрение возобновляемых источников энергии (например, солнечных и ветровых установок) позволяет сократить потребление традиционной электроэнергии на 30%, что эквивалентно 300,000 кВт·ч. Стоимость электроэнергии из возобновляемых источников составляет 2 рубля за кВт·ч, что ведет к затратам в размере 600,000 рублей. Таким образом, экономия от использования возобновляемых источников энергии составляет 900,000 рублей в месяц ( $300,000 \text{ кВт}\cdot\text{ч} * (5 - 2)$ ). Кроме того, интеллектуальные системы управления энергопотреблением позволяют снизить общее потребление энергии на 10% за счет оптимизации работы оборудования, управления нагрузкой и автоматизации процессов. В данном случае 10% от 1,000,000 кВт·ч, что составляет 100,000 кВт·ч, ведет к экономии 500,000 рублей в месяц ( $100,000 \text{ кВт}\cdot\text{ч} * 5 \text{ рублей}$ ).

Таким образом, общая экономия на операционных расходах с учетом внедрения концепции интернета энергии составит 1,400,000 рублей в месяц, что эквивалентно 28% от первоначальных затрат на электроэнергию. Этот расчет демонстрирует значительный потенциал снижения операционных расходов, что является важным фактором для экономической эффективности экотехнопарков и устойчивого развития.

Для создания первых экотехнопарков на основе концепции Интернета энергии в России и их дальнейшего развития необходимо выполнить несколько ключевых шагов. Первым важным шагом является разработка и внедрение нормативной и законодательной базы, регулирующей использование возобновляемых источников энергии, распределенных энергетических систем и интеллектуальных сетей. Законодательство должно поддерживать такие проекты, включая налоговые льготы, субсидии и гранты для развития экотехнопарков, а также создавать правовые механизмы для взаимодействия между различными участниками энергетической сети и управления ею.

Кроме того, необходимо создать инфраструктуру для возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели, ветрогенераторы и биогазовые установки, которые станут основой для функционирования экотехнопарков. Для этого требуется разработать и реализовать проекты по установке таких систем, что позволит значительно снизить зависимость от традиционных энергоресурсов и повысить устойчивость к колебаниям цен на энергоносители. Внедрение интеллектуальных систем управления энергией также является неотъемлемой частью концепции интернета энергии. Такие системы будут эффективно управлять потреблением энергии, отслеживать и прогнозировать потребности, а также регулировать распределение энергии в зависимости от загрузки и наличия источников. Это возможно только с использованием технологий интернета вещей (IoT), машинного обучения и искусственного интеллекта, что позволит оптимизировать потребление энергии, повысить энергоэффективность и минимизировать потери.

Важно также развивать локальные энергетические сети или микросети, которые будут работать независимо от центральной энергосети. Для этого необходимо проектировать и строить такие системы, обеспечивая их надежность и возможность интеграции с существующими энергетическими системами. Микросети дадут возможность экотехнопаркам иметь автономное энергоснабжение и, в случае избыточного производства энергии, продавать её в общую сеть. Ключевым элементом экотехнопарков является также система переработки отходов, которая должна быть интегрирована с производственными процессами. Это позволит создавать замкнутые системы, в которых отходы становятся ценным ресурсом для производства энергии, таких как биогаз или тепло, и новых продуктов, способствуя устойчивому развитию.

Для успешной реализации проектов экотехнопарков необходимо привлекать как частные, так и государственные инвестиции. Важным аспектом является сотрудничество с научными и образовательными учреждениями для разработки инновационных решений в области энергетики и экологии. Привлечение инвесторов и проведение совместных исследований позволит ускорить внедрение новых технологий и сделать проекты более эффективными. Для функционирования экотехнопарков также нужно подготовить квалифицированных специалистов, которые будут управлять новыми системами и поддерживать высокие стандарты работы. В этом контексте важно развивать программы подготовки кадров в области возобновляемых источников энергии, умных сетей и переработки отходов. Кроме того, необходимо повышать осведомленность среди местного населения и бизнеса о преимуществах таких проектов и концепции интернета энергии.

Наконец, на начальном этапе реализации таких проектов следует создать пилотные экотехнопарки, которые будут служить тестовыми площадками для проверки и оптимизации технологий в реальных условиях. По мере успешного завершения пилотных проектов можно будет масштабировать эти решения и создавать новые экотехнопарки в других регионах России, учитывая местные климатические и экономические особенности. Эти шаги позволят успешно развивать экотехнопарки на основе интернета энергии в России, что приведет к

улучшению экологической ситуации, снижению затрат на энергопотребление и переработку отходов, а также станет стимулом для инновационного и устойчивого экономического роста.

Применение концепции интернета энергии в экотехнопарках представляет собой важный шаг к устойчивому будущему. Несмотря на существующие препятствия, успешные примеры внедрения показывают, что интеграция интеллектуальных технологий в управление энергоресурсами может существенно повысить эффективность и устойчивость экосистем. С дальнейшим развитием технологий и правовой базы есть все основания ожидать увеличения числа экотехнопарков, использующих концепцию.

Эта интеграция не только помогает решать экологические проблемы, но и формирует новую культуру потребления и управления ресурсами в обществе.

\*\*\*

1. Коробкова Ю.Ю., Чусовитин Д.Ю. Этапы стратегического планирования в ПАО «Газпром нефть» // Образование и право. 2021. С. 158-162.
2. Ковалева, А. М. Анализ и планирование финансового состояния предприятия / А. М. Ковалева, В. П. Привалов. - М.: Центр экономики и маркетинга, 2019. - 208 с. «Стратегический менеджмент: концепции и кейсы» Фреда Р. Дэвида
3. Коробкова Ю.Ю., Чусовитин Д.Ю. Анализ особенностей функционирования системы стратегического планирования на примере компании ПАО «Газпром нефть» // Инновации и инвестиции. 2021. С. 40-43.
4. Capgemini research Institute «Digital twins: adding intelligence to the real world» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://prod.ucwe.capgemini.com/wp-content/uploads/2022/05/Capgemini-Research-Institute\\_DigitalTwins\\_Web.pdf](https://prod.ucwe.capgemini.com/wp-content/uploads/2022/05/Capgemini-Research-Institute_DigitalTwins_Web.pdf).
5. <https://gge.ru>
6. <https://xn--80aapampemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/>

## РАЗДЕЛ X. ПЕДАГОГИКА

Беличенко О.М.

### О роли прикладных математических задач в процессе формирования общепрофессиональных компетенций

*Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М.Ф. Решетнева  
(Россия, Красноярск)*

#### Аннотация

Описываются возможности формирования общепрофессиональных компетенций путём включения в процесс математической подготовки прикладных задач. Рассматриваются особенности прикладных математических задач и алгоритм их решения.

**Ключевые слова:** высшее образование, компетентностный подход, математическая подготовка, прикладные задачи.

#### Abstract

The article gives the descriptions of the formation of general professional competencies possibilities by including applied problems in the mathematical preparation process. The features of applied mathematical problems and an algorithm for solving them are considered.

**Keywords:** higher education, competency-based approach, mathematical training, applied problems.

Основной целью высшего образования является подготовка специалистов, способных эффективно решать на практике задачи, возникающие во время их профессиональной деятельности. Для достижения этой цели актуальной стала идея реализации компетентностного подхода в обучении студентов. Анализируя общеобразовательные стандарты высшего образования по различным направлениям подготовки, можно выявить компетенции, которые обеспечивают привязку к предмету труда и формируются в процессе математической подготовки, например, способность решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук; способность осуществлять анализ информации, выбирать способы решения задач, применять методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования. Преподавание математических дисциплин должно быть построено таким образом, чтобы способствовать формированию этих навыков и умений.

Заметим, что математические дисциплины, как правило, изучаются на первом курсе, и студенты младших курсов мало представляют особенности своей будущей профессии. Высокий уровень абстрагирования, которым отличаются математические дисциплины, так же является препятствием в практическом применении полученных знаний. Включение же в процесс математической подготовки прикладных задач может помочь преодолеть это препятствие и стать условием формирования общепрофессиональных компетенций.

Прикладные задачи отличаются от стандартных математических тем, что условие задачи сформулировано как проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания, на которые нет явного указания в тексте задачи. Для решения прикладных задач необходимо абстрагироваться, составить математическую модель; решить её, используя математические методы; дать практическую интерпретацию полученного результата, то есть перевести полученное решение математической задачи на язык исходной прикладной.

В качестве примера прикладных задач приведём следующие задачи.

1. Вблизи завода А проводится по намеченной прямой к городу В железная дорога. Под каким углом в проектируемой железной дороге нужно провести шоссе с завода А, чтобы

доставка грузов из А в В была наиболее дешевой, если стоимость перевозки 1 т/км по шоссе в к раз дороже, чем по железной дороге?

Для решения этой задач необходимо составить математическую модель и это будет функция, которую необходимо исследовать на экстремум.

Рассмотрим две задачи, которые по математическому содержанию похожи между собой.

2. Подсчитать приблизительно увеличение объема параллелепипеда с высотой  $H=50$  сантиметров и площадью основания  $S=30$  сантиметров квадратных при увеличении площади основания на 0,5 сантиметров квадратных.

Эта задача не является прикладной, так как в ней условие не сформулировано как сюжет.

3. Необходимо построить бассейн прямоугольной формы, периметр бассейна 40 метров, глубина 1,5 метра. Найти наибольшее значение площади поверхности воды бассейна, а также длины сторон, при которых эта площадь достигается. Определить насколько увеличится объем воды в бассейне, если строители допустят ошибку и одна из сторон увеличится на 0,5%.

Данная задача относится к прикладным. Условие задачи не дают явных методов решения. Для решения нужно составить математическую модель задачи. Модель задачи будет функция, которую необходимо исследовать.

Автором подобраны, проанализированы и широко используются в учебном процессе прикладные задачи, решаемые с помощью математических методов.

Многие дисциплины соединяют фундаментальные знания и знания, влияющие на формирование общепрофессиональных компетенций. В связи с этим необходимо интегрировать математические методы в другие дисциплины. Задача о разложении функции напряжения на сетке лампы в ряд Фурье может служить примером интеграции электротехники и математики.

Постановка задачи: разложить в ряд Фурье функцию напряжения на сетке лампы

$$U(\omega t) = \frac{U_0}{\pi} \omega t, \text{ при } 0 \leq \omega t \leq \pi.$$

Для решения поставленной задачи построим график данной функции на отрезке  $[0, \pi]$ . Рассмотрим вспомогательную функцию, которая на отрезке  $[0, \pi]$  совпадает с данной. Для этого, продолжив заданную функцию четным образом на отрезок  $[-\pi, 0]$ , будем рассматривать периодическую функцию  $U^*(\omega t)$  с периодом  $T = 2\pi$  (рис. 1). Эта функция удовлетворяет условиям теоремы Дирихле, следовательно, её можно представить рядом Фурье.

Функция  $U^*(\omega t)$  является четной, значит  $b_n = 0$ . Полагая  $\omega t = x$ , найдем  $a_0$ ,  $a_n$ :

$$a_0 = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} U^*(x) dx = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} \frac{U_0}{\pi} x dx = \frac{2U_0}{\pi^2} \cdot \frac{x^2}{2} \Big|_0^{\pi} = U_0,$$

$$a_n = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} f(x) \cos nx dx = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} \frac{U_0}{\pi} x \cos nx dx = \frac{2U_0}{\pi^2} \int_0^{\pi} x \cos nx dx = \left. \begin{array}{l} U = x \Rightarrow dU = dx \\ dV = \cos nx dx \Rightarrow v = \frac{1}{n} \sin nx \end{array} \right| =$$

$$= \frac{2U_0}{\pi^2} \left( x \frac{1}{n} \sin nx \Big|_0^{\pi} - \frac{1}{n} \int_0^{\pi} \sin nx dx \right) = \frac{2U_0}{\pi^2} \left( \pi \sin n\pi - 0 + \frac{1}{n^2} \cos nx \Big|_0^{\pi} \right) = \frac{2U_0}{\pi^2 n^2} (\cos n\pi - \cos 0) =$$

$$= \frac{2U_0}{\pi^2 n^2} ((-1)^n - 1) = \begin{cases} 0, & \text{при } n = 2k \text{ (} n \text{ - четное)} \\ -\frac{4U_0}{\pi^2 n^2}, & \text{при } n = 2k - 1 \text{ (} n \text{ - нечетное)} \end{cases}.$$

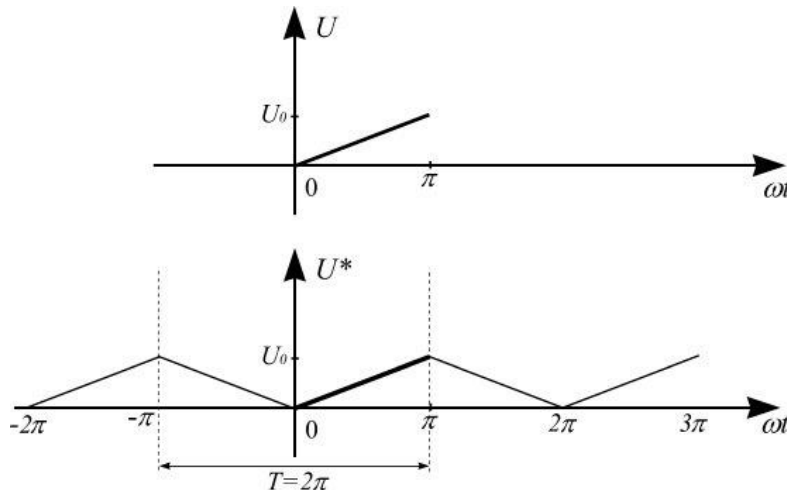


Рисунок 1. Графики неперiodической и периодической функций.

Возвращаясь к исходной переменной  $\omega t$ , запишем ряд Фурье:

$$\frac{U_0}{2} - \sum_{k=1}^{\infty} \frac{4U_0}{\pi^2(2k-1)^2} \cos(2k-1)\omega t$$

Полученный ряд сходится на всей числовой оси к функции  $U^*(\omega t)$ , так как функция непрерывна на всей числовой оси. А поскольку данная функция  $U(\omega t)$  совпадает с  $U^*(\omega t)$  при

$\omega t \in [0, \pi]$ , то справедливо разложение  $U(\omega t) = \frac{U_0}{2} - \sum_{k=1}^{\infty} \frac{4U_0}{\pi^2(2k-1)^2} \cos(2k-1)\omega t$ , при  $\omega t \in [0, \pi]$ .

Для решения этой задачи необходимо было построить график периодического продолжения функции напряжения, найти коэффициенты Фурье, при этом необходимо вычислить определенный интеграл, используя формулу интегрирования по частям. Решение этой задачи требует от студента продуктивной последовательной работы, так необходимой в его будущей профессиональной деятельности.

Опыт решения прикладных задач способствует развитию интереса к изучаемой дисциплине, а рассмотренный пример иллюстрирует тот факт, что изучение математики не является самоцелью. Важнейшей задачей математического образования является изучение приложений математики, что обеспечивает познавательную мотивацию, так как становится понятна практическая значимость полученного результата.

В заключении хочется отметить, что использование прикладных задач в учебном процессе обеспечивает познавательную мотивацию, так как становится понятна практическая значимость результата, так же способствует формированию у студентов навыков математического моделирования в профессиональной сфере, а умение решать такие задачи может выступать в качестве показателя сформированности общепрофессиональных компетенций.

\*\*\*

1. Амелькин, И. И. Дифференциальные уравнения в приложениях / И. И. Амелькин. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1987. – 160 с.
2. Беличенко, О. М. Формирование профессиональных компетенций в процессе математической подготовки студентов как составляющая конкурентоспособности будущего специалиста / О. М. Беличенко, М. Н. Сомова // Перспективы науки. – 2013. – №7. – С. 9–12.
3. Ноздрин, И. Н. Прикладные задачи по высшей математике / И. Н. Ноздрин, И. М. Степаненко, Л. К. Костюк. – Киев: «Виша школа», 1976. – 176 с.

Майтиева Р.А.

**Пословицы как инструмент обучения языкам: применение в практике преподавания**

*Дагестанский государственный университет народного хозяйства  
(Россия, Махачкала)*

**Аннотация**

В статье рассматривается роль пословиц как важного инструмента в обучении языкам. Статья предлагает методы интеграции пословиц в различные виды учебной деятельности, включая обсуждения, ролевые игры и творческие задания. Приводятся примеры успешного применения пословиц в практике преподавания, а также отзывы студентов о значимости данного подхода в их обучении.

**Ключевые слова:** пословицы, обучение языкам, преподавание, культурное наследие, межкультурная коммуникация, языковая практика, методы обучения, словарный запас, грамматика.

**Abstract**

The article examines the role of proverbs as an important tool in language teaching. The article suggests methods for integrating proverbs into various types of learning activities, including discussions, role-playing games, and creative assignments. Examples of the successful application of proverbs in teaching practice are given, as well as student feedback on the importance of this approach in their learning.

**Keywords:** proverbs, language teaching, cultural heritage, intercultural communication, teaching methods.

Рассмотрение темы данной работы требует понимания того, что такое пословицы и какую роль они играют в языке и культуре. Пословицы представляют собой краткие, выразительные фразы, которые содержат мудрость, опыт и наблюдения, накопленные обществом на протяжении веков. Они часто отражают культурные ценности, традиции и мировосприятие народа, в языке которого они употребляются. Например, пословица "Не все то золото, что блестит" учит нас быть осторожными в суждениях и не судить о вещах только по внешнему виду. Таким образом, пословицы не просто фрагменты языка, а важные культурные артефакты, которые передают знания и моральные уроки от поколения к поколению.

Цель данной статьи заключается в том, чтобы исследовать, как пословицы могут служить эффективным инструментом в обучении языкам. В процессе изучения иностранного языка студенты не только осваивают грамматику и словарный запас, но и погружаются в культуру и традиции носителей языка. Использование пословиц в учебном процессе помогает создать мост между языком и культурой, углубляя понимание студентов и делая обучение более значимым и увлекательным. Пословицы могут служить отправной точкой для обсуждения культурных различий, привычек и менталитета, что, в свою очередь, способствует развитию критического мышления и межкультурной компетенции.

Культурное значение пословиц. Пословицы занимают особое место в языке, так как они не только отражают лексические и грамматические особенности, но и являются ярким выражением культурных традиций и мировоззрения народа. Каждая пословица несет в себе не только смысл, но и контекст, в котором она возникла, что делает ее важным элементом культурной идентичности. Связь между пословицами и культурными традициями проявляется в том, как они формируют представления о мире, морали и социальных нормах. Например, в русской культуре пословицы часто акцентируют внимание на ценности труда и терпения, что отражает историческую реальность и трудности, с которыми сталкивались люди. Пословица "Без труда не вытащишь и рыбку из пруда" служит напоминанием о том, что для достижения успеха необходимы усилия и настойчивость.

Сравнение пословиц из разных языков позволяет увидеть, как различные культуры интерпретируют схожие жизненные ситуации и моральные уроки. Например, в английском языке существует пословица "A stitch in time saves nine", которая передает идею о том, что лучше решать проблемы сразу, чем откладывать их на потом. В то же время в японской культуре можно найти пословицу "Собака, которая лает, не кусает", что подчеркивает, что часто те, кто много говорит, на самом деле не представляют угрозы. Эти примеры иллюстрируют, как пословицы могут содержать универсальные идеи, но при этом адаптироваться к культурным контекстам, отражая уникальные аспекты каждого общества.

Пословицы также служат средством передачи знаний и опыта, аккумулируя в себе мудрость предков и предлагая готовые решения для повседневных жизненных ситуаций. Они становятся своего рода кодом, который помогает людям ориентироваться в сложностях жизни, предоставляя краткие и четкие рекомендации. В этом контексте пословицы можно рассматривать как инструменты, которые не только обогащают язык, но и формируют культурное сознание, создавая связи между поколениями и укрепляя общие ценности.

Преимущества использования пословиц в обучении языкам. Использование пословиц в обучении языкам предоставляет множество преимуществ, которые способствуют более глубокому и эффективному усвоению материала. Прежде всего, пословицы значительно расширяют словарный запас студентов. Они представляют собой компактные и запоминающиеся фразы, которые содержат в себе множество лексических единиц, часто в контексте, что облегчает их запоминание. Когда ученики сталкиваются с пословицами, они не просто учат отдельные слова, но и осваивают устойчивые выражения, которые могут использоваться в различных ситуациях. Например, изучая пословицу "Когда коты нет, мыши в пляс", студенты могут не только запомнить слова, но и понять, как они могут быть использованы для описания ситуаций, когда кто-то использует отсутствие авторитета для достижения своих целей.

Пословицы способствуют улучшению понимания грамматики и синтаксиса. Многие пословицы содержат сложные грамматические конструкции, что позволяет студентам увидеть, как различные элементы языка взаимодействуют друг с другом. Например, в английской пословице "The early bird catches the worm" можно наблюдать структуру, где подлежащее и сказуемое, соединяются через простую, но эффективную синтаксическую конструкцию. Анализируя такие пословицы, студенты могут лучше понять правила построения предложений, а также особенности использования времени, модальных глаголов и других грамматических категорий.

Развитие навыков устной и письменной речи также неразрывно связано с использованием пословиц. Они могут служить отличной основой для дискуссий и ролевых игр, что позволяет учащимся практиковать разговорный язык в контексте. Например, обсуждение значения пословицы может привести к обмену мнениями, аргументации и даже спорам, что развивает критическое мышление и уверенность в себе при использовании языка. В письменной практике пословицы могут быть использованы как примеры в эссе или сочинениях, что помогает студентам научиться более выразительно и образно формулировать свои мысли.

Методы применения пословиц в преподавании. Использование пословиц в преподавании языков открывает множество возможностей для применения различных методов, которые делают обучение более интерактивным и увлекательным. Одним из наиболее эффективных подходов является внедрение игровых методов, таких как викторины, ролевые игры и конкурсы. Эти методы создают динамичную атмосферу на уроке, где студенты могут активно участвовать и применять свои знания на практике. Например, в викторинах можно задавать вопросы на основе известных пословиц, предлагая студентам объяснить их значение или привести примеры использования в реальной жизни. Это не только проверяет их знания, но и стимулирует интерес к языку и культуре. Ролевые игры, в которых студенты разыгрывают ситуации, связанные с пословицами, позволяют им не только осваивать язык, но и развивать навыки общения, учась использовать пословицы в контексте.

Интеграция пословиц в уроки через обсуждение, анализ и групповые работы также является важным методом. Во время обсуждений студенты могут делиться своими мыслями о значении пословиц, а также о том, как они соотносятся с их личным опытом или культурными традициями. Это создает пространство для обмена мнениями и культурными взглядами, что обогащает учебный процесс. Анализ пословиц в группах позволяет студентам глубже понять их структуру и значение, а также развивает навыки критического мышления. Например, студенты могут работать в парах или небольших группах, чтобы исследовать, как одна и та же пословица может иметь разные интерпретации в разных культурах, что способствует расширению их мировоззрения и понимания языка.

Использование пословиц в контексте, например, через чтение текстов, аудирование и создание собственных пословиц, является еще одним эффективным методом. Чтение литературы, где пословицы играют значительную роль, помогает студентам видеть, как они используются в реальных текстах, что делает обучение более практическим. Аудирование материалов, содержащих пословицы, помогает развивать навыки восприятия на слух и понимания языка в естественном контексте. Создание собственных пословиц — это творческий подход, который позволяет студентам не только применять изученные конструкции, но и развивать креативность и индивидуальность. Они могут создавать пословицы, отражающие их собственный опыт или культурные реалии, что способствует более глубокому усвоению языка и его особенностей.

Примеры успешного применения пословиц в практике. Использование пословиц в практике преподавания языков может быть весьма эффективным и вдохновляющим. Преподаватели, применяющие этот метод, отмечают его положительное влияние на вовлеченность студентов и их понимание языка. Например, один из преподавателей английского языка в университете решил интегрировать пословицы в свой курс, связанный с культурными аспектами языка. Он выбрал несколько популярных английских пословиц, таких как "The early bird catches the worm" и "Actions speak louder than words". На занятиях он предложил студентам не только объяснить их значение, но и привести примеры из своей жизни, когда они сталкивались с подобными ситуациями. Эта активная форма участия позволила студентам глубже осознать культурный контекст пословиц и лучше запомнить их.

Другой преподаватель, работающий с детьми, использовал пословицы в виде игровых заданий. Он организовал конкурс, в котором команды студентов должны были придумать оригинальные истории, основанные на известных пословицах. Это не только способствовало развитию креативности, но и позволило детям лучше понять, как пословицы могут быть применены в различных контекстах. Студенты с удовольствием участвовали в этом процессе, и многие из них начали самостоятельно использовать пословицы в своих разговорах и письменных работах.

Отзывы студентов о таких подходах также подтверждают их эффективность. Многие отмечают, что уроки, на которых использовались пословицы, были более интересными и запоминающимися. Студенты выражают мнение, что пословицы помогают им не только лучше понимать язык, но и осознавать культурные нюансы, что делает обучение более глубоким и многогранным. Один из студентов поделился, что, изучая пословицы, он не только научился использовать их в речи, но и стал более уверенно воспринимать английскую речь на слух, так как многие пословицы часто встречаются в разговорной практике.

Кроме того, студенты отмечают, что работа с пословицами развивает их критическое мышление. Они начинают задавать вопросы о значении и контексте, в котором можно использовать ту или иную пословицу, что способствует более глубокому пониманию языка. Эта активная форма обучения, основанная на взаимодействии и обсуждении, делает процесс изучения языка не только эффективным, но и увлекательным.

Заключение. Пословицы помогают учащимся не просто запоминать фразы, но и осмысленно использовать их в различных ситуациях, что способствует более глубокому пониманию языка и его нюансов. Применение пословиц в обучении позволяет создать более живую и интерактивную атмосферу на занятиях, где студенты могут делиться своими мыслями

и опытом, что, в свою очередь, развивает их критическое мышление и уверенность в использовании языка.

Для преподавателей важно осознать, что внедрение пословиц в учебный процесс требует творческого подхода и адаптации к уровню и интересам студентов. Рекомендуется использовать разнообразные методы, такие как обсуждения, ролевые игры и творческие задания, которые помогут студентам не только запомнить пословицы, но и применять их в контексте. Преподаватели могут начать с простых и известных пословиц, постепенно усложняя задания и вводя менее распространенные выражения, что позволит студентам расширять свои знания и навыки. Важно также поощрять студентов делиться своими культурными аналогами пословиц, что создаст пространство для межкультурного обмена и понимания.

Использование технологий, таких как мультимедийные ресурсы и онлайн-платформы, может значительно обогатить процесс обучения. Например, преподаватели могут предложить студентам создать видеоролики или презентации, основанные на пословицах, что сделает обучение более современным и интересным. В конечном итоге, основная задача преподавателей заключается в том, чтобы сделать процесс изучения языка увлекательным и значимым, используя пословицы как мощный инструмент, который способствует не только языковому, но и культурному развитию студентов. Это позволит им не только овладеть языком, но и стать более уверенными и компетентными коммуникаторами в глобальном обществе.

\*\*\*

1. Иванова, Т. В. (2018). Культурные аспекты в преподавании языков: роль пословиц. Вестник языкового образования, 3(2), 45-50.
2. Мартынова, Е. Н. (2020). Идиоматические выражения и пословицы в обучении английскому языку. Санкт-Петербург: Издательство "Литера".
3. Смит, Дж. (2019). Пословицы как инструмент изучения языка: межкультурная перспектива. Журнал преподавания языков, 12 (4), 234-245.
4. Джонсон, Л. (2017). Культурное наследие в языковом образовании: роль пословиц. Нью-Йорк: Routledge.
5. Петрова, Н. С. (2021). Методы преподавания с использованием пословиц в изучении русского языка как иностранного. Язык и культура, 5(1), 78-85.

**Чотчаева И.А., Курбангаджиев К.Р.**

**Изучение английских слов методом мнемотехники для студентов в неязыковом вузе**

*Северо-Кавказская государственная академия  
(Россия, Черкесск)*

#### **Аннотация**

Данная тема актуальна для современного общества, так как английский язык играет огромную роль в различных сферах жизни студентов. Практическая значимость статьи заключается в повышении осознанности изучения английского языка.

Цель данной работы – изучить метод запоминания новых слов с помощью ассоциаций на двух языках и проверить его эффективность на практике, используя английские и карачаевские слова.

**Ключевые слова:** эффективность, мнемоника, мнемотехника, ассоциация, освоение лексики.

#### **Abstract**

This topic is relevant for modern society, since English plays a huge role in various areas of students' lives. The practical significance of the article lies in increasing the awareness of learning English.

The purpose of this work is to study the method of memorizing new words using associations in two languages and test its effectiveness in practice, using English and Karachay words.

**Keywords:** effectiveness, mnemonics, mnemonics, association, vocabulary acquisition.

В настоящее время изучение английского языка (далее АЯ) приобретает всё более важное значение и потому, он необходим многим людям различных возрастов. Глобализация, стремительное развитие технологий и международного сотрудничества делают знание английского языка, практически необходимым условием успешной профессиональной реализации и полноценной жизни в обществе. Большинство из них сталкиваются с проблемой пополнения словарного багажа, а именно с проблемой запоминания новых слов. Огромный объём лексики, требуемый для достижения даже минимального уровня владения языком, становится непреодолимым препятствием для многих [3]. Эта проблема актуальна не только для школьников и студентов, но и для взрослых, стремящихся освоить новый язык для карьерного роста или личного развития. Именно поэтому выбор темы исследования, посвящённой применению ассоциативного метода запоминания английских слов, представляется крайне важным и своевременным. Данная статья направлена на анализ эффективности метода ассоциаций как инструмента для облегчения процесса запоминания лексики английского языка. Актуальность исследования определяется необходимостью поиска эффективных и доступных методов изучения иностранных языков, способных ускорить процесс освоения новой лексики и сделать его более приятным и менее напряжённым. В настоящее время существует множество методик запоминания английской лексики, однако не все они одинаково эффективны для разных студентов. Хотелось бы остановиться именно на теме использования ассоциативного метода запоминания слов в английском, русском и карачаевском языках. По мнению многих специалистов и собственный опыт показывает, что данный метод уменьшает трудность в запоминании английских слов.

Мотивация студентов медиков в изучении английской лексики, несомненно, связана с будущей профессиональной деятельностью. Знание английского языка – это ключ к доступу к огромному объёму медицинской информации, публикуемой на английском языке [1]. Это научные статьи, международные медицинские журналы, руководства по лечению и диагностике, новейшие разработки в фармацевтике. Без уверенного владения английским языком, будущий врач рискует отстать от мировых тенденций в медицине, лишиться себя возможности повышения квалификации на международных конференциях и обмена опытом с зарубежными коллегами. Поэтому, проблема запоминания английской медицинской лексики – это не просто академическая задача, а вопрос профессиональной компетентности и конкурентоспособности [4]. Продолжая исследование, посвященное ассоциативному методу запоминания слов, необходимо детально проанализировать сам метод. Существуют различные подходы к созданию ассоциаций: можно использовать визуальные образы (например, связывание слова с ярким, запоминающимся изображением), звуковые ассоциации (нахождение сходства в звучании слова с уже знакомым словом на русском или другом языке), а также смысловые ассоциации (установление логической связи между новым словом и существующими знаниями) [7]. Важно учитывать индивидуальные особенности памяти и когнитивных процессов студентов. Некоторые люди лучше запоминают информацию через визуальные образы, другие – через слуховые или кинестетические ощущения. Поэтому, эффективная методика должна быть гибкой и учитывать эти различия. В исследовании предлагается разработать и апробировать методику, основанную на комбинировании различных видов ассоциаций. Например, для запоминания слова *a bat* [bæt] (летучая мышь), в карачаевском *бет* (лицо), можно их связать между собой, представляя себе, что летучая мышь прилипла на лицо, а *cat* [kæt] (кошка или кот), в карачаевском *кет* (брысь, уйди), создаешь ситуацию, как ты выгоняешь кота от себя [7].

Такой комплексный подход должен повысить эффективность запоминания слов. Для проверки эффективности разработанной методики, был проведен эксперимент с участием студентов-медиков. Экспериментальная группа была обучена по разработанной методике, а контрольная группа – традиционными методами. После определенного периода обучения, обе группы прошли тестирование на знание английской лексики. Результаты тестирования были статистически обработаны для выявления значимых различий в эффективности двух методов. Важным аспектом является и оценка затраченного времени на запоминание слов.

Ассоциативный метод, при правильном применении, может сократить время, необходимое для усвоения новой лексики. Кроме того, исследование должно учитывать мотивационный фактор [2]. Для студентов-медиков важно понимать практическую значимость изучаемой лексики. Поэтому, обучение должно быть интегрировано в контекст будущей профессиональной деятельности. Использование медицинских текстов, кейсов и клинических примеров поможет повысить мотивацию и укрепить ассоциативные связи между словами и их значением в медицинском контексте. Было доказано, что ведущую роль в изучении иностранных слов играют словесно-логическая, образная, произвольная, произвольная виды памяти.

Как мы уже отметили, самый сильный метод - это метод мнемотехники ("мнемо" с греческого означает память), т.е. методом ассоциации. Ассоциации к словам нужно придумывать самим. Видение у всех разное, все, что мы сами делаем, запоминается почти навсегда.

Ассоциативный метод - построенный на запоминании слов путем создания ассоциации или образа, связанного с конкретно взятым словом.

Необходимо связать предметы обычного пользования с английским, или любым выбранным языковым терминами. Берем два слова и надо их представить образами, например, окно и машина. Мы должны не только представить, но и почувствовать. Четко представляем, что машина врезалась, влетела (придумываем свои ассоциации) в окно.

Один предмет мы увеличиваем, другой уменьшаем, делаем сказочные, необычные образы. Наш мозг такие образы воспринимает легче и лучше.

Мы придумали, вернее, создали интересную, в то же время легкую для запоминания слов методику. Мы связали все три языка, английский, русский, карачаевский [7].

Киштик кет (CAT) былайдан. Кошка уйди.

Сабий тойда (toy) ойначакь бла ойнайды. Ребенок на празднике играет с игрушкой.

Кезюм айча (eye) джанады. Мой глаз сияет как луна

Айран. I run. Я бегаю. Мен чабама.

Бай адам сатуу этэди (buy). Богатый человек делает покупку.

Бас автобусну (Bus) тормазына. – Нажми на тормоз автобус

В заключении хотелось бы сказать, ассоциативность – фундаментальное свойство человеческого мозга. Память работает по цепочке сложных ассоциаций. Например, Новый год – это елка и мандарины, лето – тепло, зеленая трава. Новую информацию проще запомнить, связывая ее с тем, что уже известно. На этом построен главный принцип метода ассоциаций при изучении английского, особенно если их связать со своим родным языком.

Ассоциативный метод пополняет словарный запас, откладывает в памяти выражения на английском языке. Их количество влияет на легкость понимания речи и общения. При этом нет необходимости зубрить – память все сделает сама. Воспринимая новую информацию, мозг объединяет ее с уже известной ситуацией – так создается сеть ассоциаций.

И так, суть ассоциативного изучения английского в запоминании новых слов и выражений очень велика. Слова из своего родного (карачаевского) языка, эмоции и образы связываются с английскими терминами. Методика повышает мотивацию к обучению и пополнению словарного запаса. На смену «зубрежке» приходит креативный способ изучения языка, отсутствие навязывания собственных ассоциаций студенту. Образы составляются под воздействием эмоций. Их яркость создает связь между словами и воображением. Чем они насыщеннее, тем больше информации можно запомнить. Необходимо составление необычных ассоциаций, их проще запомнить. Абсурдность представленной ситуации и комичность фразы – положительный момент, откладывающийся в памяти. Пример фонетической ассоциации: Elephant – слон – «Слоны ЕЛИ ФАНТики» [5].

Превращая обучение в игру, вы улучшаете его качество. Дайте обучающимся свободу мысли. Давайте мозгу отдохнуть, не перегружайте его. Если вы устали, вы точно забудете часть материала. Заучивание отдельных слов – трата времени, используйте словосочетания, предложения. Применение ассоциативного метода мотивирует студентов к изучению языка,

развивает познавательные интересы. Умелое использование формирует общие и профессиональные навыки общения.

Суть способа в том, чтобы подобрать на родном языке слово, созвучное с иностранным, которое вы пытаетесь запомнить, и создать ассоциацию.



Рисунок 1.

Допустим, вы не можете запомнить, как по-английски будет «орел» — eagle. Попробуем создать ассоциацию: «Когти ОРЛА — это много острых ИГЛ» [8].

Теперь каждый раз, когда вам понадобится использовать слово «орел», вы будете воспроизводить в голове эту фразу и вспоминать перевод. Со временем оно запомнится, и необходимость в ассоциации исчезнет.

\*\*\*

1. Бине А. Измерение умственных способностей.: пер.сфр/издание подгот. Вал А. Луков. – СПб.: Союз, 1999. – 432 с.
2. Брушлинский А.В. Субъект: мышление, учение, воображение. – М.: изд. Воронеж: НПО “МОДЭК”, 1996. – 392с.
3. Лавренюк М.В. Простые и эффективные способы запоминания английской лексики. Донецк, 2006 год. – 288с.
4. Маклаков А. Г.: М15 Общая психология: Учебник для вузов. — СПб.: Питер, 2017. — 583 с.
5. Российский энциклопедический словарь: В 2–х кн. Кн 2/под ред. А.М. Прохорова. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2001.
6. Лурия А.Р. Маленькая книжка о большой памяти. Ум мнемониста. Издательство «Эйдос»- М., 1994 г. -102с.
7. Чотчаева И.А., Коркмазова З.Н., Чотчаева А.А. Эффективная техника запоминания иностранных слов (английских, карачаевских, русских). Научные исследования молодых учёных. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещенипе». – 2022. -136с.
8. Источник: freepik.com











**LJournal**

Научно-издательский центр

Рецензируемый научный журнал

**СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА**

**№3(14), Май 2025**

ISSN 2782-6090



9 772782 609009 >

Подписано в печать 25.05.2025. Тираж 400 экз.  
Формат.60x84 1/16. Объем уч.-изд. л.9,20  
Отпечатано в типографии Научный центр «LJournal»  
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович