

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2072-0297

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



16+

**46** 2025  
ЧАСТЬ I

# Молодой ученый

## Международный научный журнал

### № 46 (597) / 2025

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

*Главный редактор:* Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

*Редакционная коллегия:*

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)  
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук  
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)  
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук  
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук  
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук  
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)  
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук  
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)  
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)  
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук  
Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)  
Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук  
Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук  
Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук  
Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук  
Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук  
Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук  
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения  
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)  
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)  
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук  
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук  
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук  
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук  
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук  
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)  
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук  
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук  
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук  
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук  
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук  
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук  
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук  
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)  
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)  
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук  
Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)  
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук  
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук  
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук  
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)  
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук  
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук  
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры  
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)  
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук  
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

*Международный редакционный совет:*

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)  
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)  
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)  
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)  
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)  
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)  
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)  
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)  
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)  
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)  
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)  
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)  
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)  
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)  
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)  
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, доктор педагогических наук, и.о. профессора, декан (Узбекистан)  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)  
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)  
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)  
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)  
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)  
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)  
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)  
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)  
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)  
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)  
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)  
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)  
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)  
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)  
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)  
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)  
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)



---

---

На обложке изображен *Абрам Федорович Иоффе* (1880–1960), русский и советский физик.

Выдающийся отечественный физик и организатор науки Абрам Федорович Иоффе родился в городе Ромны Полтавской губернии (ныне Украина). По окончании Ромненского реального училища он переехал в Петербург и поступил в Петербургский технологический институт, после которого продолжил свое образование в Мюнхенском университете под руководством одного из лучших экспериментаторов того времени, первого лауреата Нобелевской премии по физике Вильгельма Рентгена.

Защитив с высшим отличием докторскую диссертацию, Иоффе отклонил лестные предложения продолжить работу у Рентгена и вернулся в Петербург. Здесь он трудился на кафедре физики Политехнического института, активно включившись в преподавательскую деятельность. Ученый читал курс термодинамики в Горном институте, общую физику на курсах Петра Францевича Лесгафта. В это же время он стал деятельным членом Отделения физики Русского физико-химического общества, сотрудничая с выдающимся голландским физиком-теоретиком Паулем Эренфестом, работавшим тогда в Петербурге. При этом Абрам Федорович не прекращал исследования, начатые еще в Мюнхене. К этому периоду относятся его работы по изучению рентгеновских лучей и электрических свойств диэлектриков, элементарного фотоэлектрического эффекта и магнитного поля катодных лучей, механической прочности твердых тел и способов ее повышения.

В 1916–1917 годах вокруг Абрама Федоровича постепенно сгруппировались талантливые молодые физики из Политехнического института и университета: П. Л. Капица, Н. Н. Семенов, П. И. Лукирский, Я. И. Френкель, Я. Г. Дорфман, Н. И. Добронравов, М. В. Кирпичева, Я. Р. Шмидт, К. Ф. Неструха. Эти ученые стали первыми сотрудниками физико-технического отдела Государственного рентгенологического и радиологического института, одним из инициаторов создания которого был Иоффе. Ныне это всемирно известный Физико-технический институт имени А. Ф. Иоффе Российской академии наук.

Сознавая необходимость максимального сближения учебного и научно-творческого процесса в физическом образовании, в 1919 году Иоффе организовал в Политехническом институте качественно новый физико-механический факультет, теснейшим образом связанный с только что созданным физтехом.

В 1920-е годы, проявив замечательное научное предвидение, Иоффе стал развивать в Физико-техническом институте исследования в наиболее перспективных, как показало время, областях физики: физике ядра, физике полимеров и физике полупроводников.

Абрам Федорович добился выдающихся успехов в области физики полупроводников. Широко известны его

работы, посвященные исследованию механизма проводимости на границе «металл — полупроводник», теории термоэлектрогенераторов, новым полупроводниковым материалам, а также многочисленные изобретения. Эти исследования положили начало целым направлениям в физике полупроводников, успешно развиваемым в последующие годы его учениками. Создание научной школы — огромная заслуга Иоффе перед наукой и страной.

По всей стране было создано множество исследовательских учреждений физико-технического профиля — в Харькове, на Урале, в Сибири. Постепенно физика из «столичной» науки становилась общесоюзной.

Особенно яркой была инициатива Иоффе в создании знаменитой лаборатории № 2 (будущего Института атомной энергии, а ныне Курчатовского центра), где в годы войны начались работы по созданию ядерного оружия. Не менее важным стало и предложение Абрама Федоровича поставить во главе этих исследований одного из своих учеников — Игоря Васильевича Курчатова.

Сейчас в Физико-техническом институте работают ученики учеников Абрама Федоровича — его научные «внуки» и «правнуки», а его идеи в области образования воплощаются ныне в подготовке исследователей-физиков прямо со школьной скамьи на базе научно-образовательного центра института.

В последние годы жизни ученый возглавлял Институт полупроводников (в 1972 году этот институт вошел в Физтех).

Многогранная деятельность Иоффе была отмечена многими наградами и отличиями. Ему было присвоено звание заслуженного деятеля науки, а также звание Героя Социалистического Труда.

Он был избран почетным членом многих национальных академий, институтов и обществ. Его научные работы были удостоены Сталинской премии (1942) и Ленинской премии (1961; посмертно).

Абрам Федорович Иоффе скончался в своем рабочем кабинете 14 октября 1960 года. Похоронен ученый на Литераторских мостках Волковского кладбища.

В честь выдающегося ученого был назван кратер на Луне и малая планета (5222), открытая астрономом Крымской астрофизической обсерватории Н. С. Черных 11 октября 1980 года, а также научно-исследовательское судно «Академик Иоффе», специализированная общеобразовательная школа № 2 города Ромны. Тридцатого октября 2001 года площадь между главными зданиями ФТИ имени А. Ф. Иоффе и Политехнического университета, от которой начинается улица Курчатова, стала Площадью Академика Иоффе.

*Информацию собрала ответственный редактор  
Екатерина Осянина*

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

**Юскаев М. И.**

Фрактальная геометрия в высокочастотной торговле: теоретические основы и обзор современных исследований..... 1

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**Евдокимов Д. А.**

Совершенствование процесса внедрения цифровых технологий в систему государственного управления (на примере ФГБУ «Информационно- аналитический центр МЧС России», г. Москва)..... 6

**Киселев Е. И.**

Обеспечение безопасности при эксплуатации систем аутентификации с использованием паролей ..... 8

**Котляров П. Ю., Жидко Е. А.**

Анализ использования нейросетей в современном мире.....10

**Селезнёв А. И., Селезнёв И. Л.**

Брокеры сообщений в системах обработки данных.....15

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Каравцев В. А.**

Термокаталитическая установка утилизации осадка сточных вод очистных сооружений Омска .....19

**Левченко К. Д.**

Концепция адаптивно-ситуационного управления выполнением опытно-конструкторских работ при разработке космических систем в условиях неопределенности .....22

**Поведа И. В.**

Создание цифровой модели работы проектировщика как основа для улучшения взаимодействия и операционной эффективности.....26

**Сысюк А. М.**

Методы компенсации реактивной мощности без использования вентильных преобразователей.....38

### МЕДИЦИНА

**Баранов В. А., Фисечко Д. А., Аникеев Л. К., Яковлев А. Ю., Прокопьев Е. А., Баранова Н. А., Николаева Л. Б.**

Оценка синдрома взаимного отягощения (когнитивных изменений и признаков жировой эмболии) у пациента с сочетанной травмой .....42

**Европейцева Е. Н.**

Постковидный синдром в практике врача-оториноларинголога.....48

### ВЕТЕРИНАРИЯ

**Черкасов Д. П.**

Вирусная лейкемия кошек в Новосибирском регионе: диагностика и терапия.....51

### ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

**Ковзалов Н. С., Алексанян Г. Г., Манаева А. Д., Кремлева С. Ю.**

Тиреотоксикоз. Лечебная физкультура при тиреотоксикозе.....60

### ФИЛОЛОГИЯ, ЛИНГВИСТИКА

**Акинчиц Ю. А.**

Военная лирика XIX века: своеобразие образов.....65

**Калачева Д. В.**

Лирический цикл В. А. Меркурьевой «Души неживых вещей»: образы и мотивы .....67

### РЕГИОНОВЕДЕНИЕ

**Богатырёва С. С.**

Тур «Красота вулканов Камчатки» .....70



# МАТЕМАТИКА

## Фрактальная геометрия в высокочастотной торговле: теоретические основы и обзор современных исследований

Юскаев Марат Исхакович, студент магистратуры  
Пензенский государственный университет

*Данная статья посвящена исследованию применения принципов фрактальной геометрии в анализе динамики цен в контексте высокочастотной торговли. Рассматривается теоретическая база фрактального подхода, включая ключевые концепции и их значимость для финансовых рынков. Особое внимание уделено таким аспектам, как самоподобие и фрактальная размерность, а также их роль в описании динамики цен и потоков заявок. Статья включает обзор современных исследований, интегрирующих фрактальный подход в анализ высокочастотной торговли, и обсуждает перспективы данного направления для разработки торговых стратегий и управления рисками. Представлен практический анализ арбитражных возможностей акций Apple Inc. между биржами NASDAQ и BOATS с применением фрактального подхода.*

**Ключевые слова:** фрактальная геометрия, высокочастотная торговля, самоподобие, фрактальная размерность, микроструктура рынка.

### 1. Введение

Высокочастотная торговля стала доминирующей силой на современных финансовых рынках. Непрерывное развитие передовых технологий в сочетании с постоянно растущей скоростью электронных торговых платформ это привело к созданию торговой среды, в которой транзакции совершаются за микросекунды. В этом контексте понимание лежащей в основе динамики финансовых рынков приобрело первостепенное значение. Теоретическое и вычислительное моделирование микроструктуры рынка и динамики цен было в центре внимания исследователей, трейдеров и финансовых аналитиков.

Фрактальная геометрия — раздел математики, введенный Б. Мандельбротом в 1970-х годах, известен своей способностью описывать и анализировать сложные, самоподобные структуры в широком спектре областей, его применение в понимании природных явлений, таких как береговые линии, облака и деревья, было хорошо задокументировано. Тем не менее, его потенциал в области финансов является развивающейся областью. Эта теоретическая статья направлена на изучение интеграции фрактальной геометрии в анализ высокочастотной торговли.

### 2. Основы фрактальной геометрии

#### 2.1. Понимание фрактальной геометрии

Мандельброт [1] ввёл фрактальную модель для описания определённого класса объектов, которые демон-

стрируют сложное поведение. Слово «фрактал» происходит от слова fractus, что означает «сломанный» или «разрушенный вдребезги». Набор, который самоподобен (части объекта демонстрируют сходные структурные особенности) и повторяет одни и те же паттерны в каждом масштабе, обычно называется фракталом [2]. Его концепция иллюстрируется тем фактом, что каждая шкала похожа на другие шкалы, но неидентична им, как видно из выборки отдельных ветвей дерева, качественно похожих на другие ветви, но каждая ветвь уникальна. Особенностью фрактального анализа является то, что он позволяет отличать фракталы от других временных рядов, выявляя самоподобную статистическую структуру [3].

Одним из центральных принципов фрактальной геометрии является концепция размерности. В отличие от евклидовой геометрии, которая имеет дело с измерениями целых чисел (например, для плоскости размерность равна 2, для пространства — 3), фрактальные измерения могут быть дробными или десятичными значениями. Это важнейший показатель, характеризующий, сколько места или длины занимает фрактальная структура данного пространства.

#### 2.2. Значимость для финансовых рынков

Фракталы помогают объяснить сложное и часто хаотичное поведение динамики рынков. Как обсуждалось Питерсом [4], финансовые временные ряды часто демонстрируют высокую степень самоподобия и нелинейные закономерности, которые не в полной мере учитываются

традиционными финансовыми моделями. Сложные, самовоспроизводящиеся структуры могут встречаться при анализе движения цен на активы, объёмов торгов и волатильности. Фрактальная геометрия, изложенная Б. Мандельбротом, предлагает концептуальную основу для изучения этих явлений, подчеркивая, что одно и то же поведение рынка может повторяться в разных временных масштабах. Эта концептуальная основа позволяет исследователям и практикам исследовать микроструктуры рынка и динамики цен даже без анализа эмпирических данных.

### 3. Обзор исследований, связанных с использованием теории фракталов

Теоретические предпосылки, изложенные выше, находят свое развитие в современных исследованиях. В данном разделе представлен обзор работ, посвященных применению фракталов в финансовых рынках. Вот несколько исследований, связанных с этой темой:

“Economic Risk Assessment Using the Fractal Market Hypothesis” (2010) — в данной статье авторы анализируют применимость фрактальной гипотезы рынка для оценки рисков при разработке финансового портфеля на основе данных, доступных через Интернет. Рассматриваемая ими модель и предлагаемый ими алгоритм обработки данных тесно связаны с анализом масштабированного диапазона для вычисления показателя Хёрста.

“Application of fractal properties in studies of financial markets” (2018) — в данной статье показано, что российский финансовый рынок обладает фрактальными свойствами. Авторы пришли к выводу, что фрактальный анализ является ценным инструментом для работы с российским рынком, и его результаты могут быть использованы для прогнозирования поведения рынка на заранее определённом временном интервале в будущем.

“Fractal Approaches for Modeling Financial Assets and Predicting Crises” (2018) — исследование, в котором авторы исследуют связь между стабильностью финансовых временных рядов и их фрактальной структурой. Они пришли к выводу, что использование фрактальной теории позволяет прогнозировать кризисные явления на финансовых рынках.

“Portfolio selection and fractal market hypothesis: Evidence from the London stock exchange” (2023) — в данном исследовании авторы предлагают новый подход к теоретическим основам выбора портфеля. Они обнаружили, что полученные данные указывают на существование эффективной пограничной зависимости между доходностью портфеля и показателем Хёрста.

“Financial Time Series Modelling Using Fractal Interpolation Functions” (2023) — в данном исследовании авторами рассматривается применение функций фрактальной интерполяции при моделировании финансовых временных рядов. Согласно результатам, эти функции успешно моделируют финансовые временные ряды.

### 4. Высокочастотная торговля

Высокочастотная торговля — это торговая стратегия, которая использует передовые технологии и алгоритмические модели для исполнения большого количества ордеров в чрезвычайно короткие сроки, часто порядка миллисекунд [5]. Основная цель высокочастотной торговли — извлечь выгоду из незначительных расхождений в ценах, используя возможности арбитража, неэффективность рынка и краткосрочные колебания цен. Успех высокочастотной торговли основан на её способности обрабатывать огромные объёмы данных на высоких скоростях и реагировать на рыночные условия практически мгновенно.

Таким образом, высокочастотная торговля переосмыслила ландшафт финансовых рынков, внедрив беспрецедентную скорость и эффективность.

### 5. Практический анализ арбитражных возможностей

Для подтверждения теории фрактального анализа в высокочастотной торговле был проведён расчёт арбитражных возможностей акций компании Apple (AAPL) между биржами NASDAQ и BOATS за 23 торговых дня. В качестве исходных данных использовались ежедневные значения цен за октябрь-ноябрь 2025 года.

В расчёте определялись значения спреда. Спред (от англ. spread — «размах, расхождение») в финансах — разность между лучшими ценами заявок на продажу и на покупку в один и тот же момент времени на какой-либо актив (акцию, товар, валюту, фьючерс, опцион). Формально спред между двумя биржами (например, биржа А и биржа В) рассчитывается по формуле:

$$Spread_{A-B} = \frac{P_B - P_A}{P_A} \times 100\% \quad (1)$$

где:

- $P_A$  — цена актива на бирже А;
- $P_B$  — цена актива на бирже В.

Смысловая интерпретация:

— **Положительный спред** указывает, что актив дороже на Бирже В. Арбитражная стратегия в этом случае: «купить на А, продать на В»;

— **Отрицательный спред** означает, что актив дешевле на Бирже В. Стратегия: «купить на В, продать на А».

В высокочастотной торговле используются микроспреды — минимальные расхождения в цене, существующие короткие промежутки времени (миллисекунды). Однако для наглядности и проверки гипотезы о фрактальной структуре в данном исследовании анализируются дневные спреды, которые, как показывает практика, обладают свойством самоподобия и могут экстраполироваться на более короткие таймфреймы.

Результаты расчёта показали:

- Дней с арбитражными возможностями — 14;
- Максимальный спред был 31 октября 2025 года и составлял 3.14 %;



Таблица 1. Значения цен акций компании Apple (AAPL)

Дата	NASDAQ	BOATS
13 октября 2025	247.66	250.51
14 октября 2025	247.77	245.01
15 октября 2025	249.34	248.25
16 октября 2025	247.45	250.03
17 октября 2025	252.29	244.87
20 октября 2025	262.24	254.00
21 октября 2025	262.77	261.32
22 октября 2025	258.45	262.57
23 октября 2025	259.58	259.42
24 октября 2025	262.82	259.68
27 октября 2025	268.81	265.02
28 октября 2025	269.00	268.41
29 октября 2025	269.70	269.78
30 октября 2025	271.40	271.78
31 октября 2025	270.37	278.74
3 ноября 2025	269.05	269.90
4 ноября 2025	270.04	266.36
5 ноября 2025	270.14	269.50
6 ноября 2025	269.77	268.62
7 ноября 2025	268.47	269.94
10 ноября 2025	269.43	270.37
11 ноября 2025	275.25	269.05
12 ноября 2025	274.82	276.65

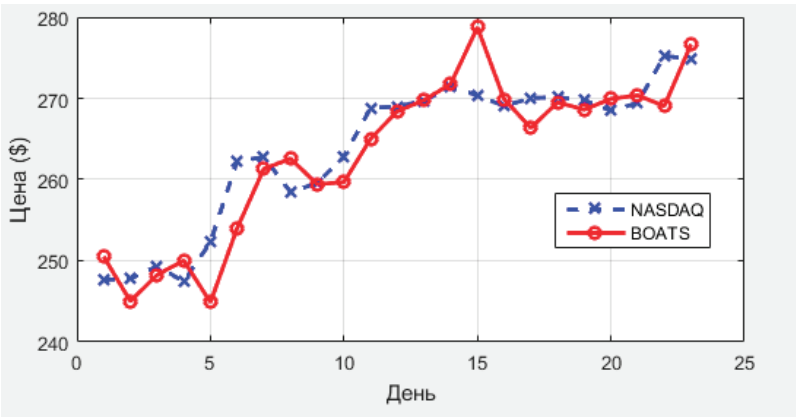


Рис. 1. Цены акций AAPL на биржах NASDAQ и BOATS

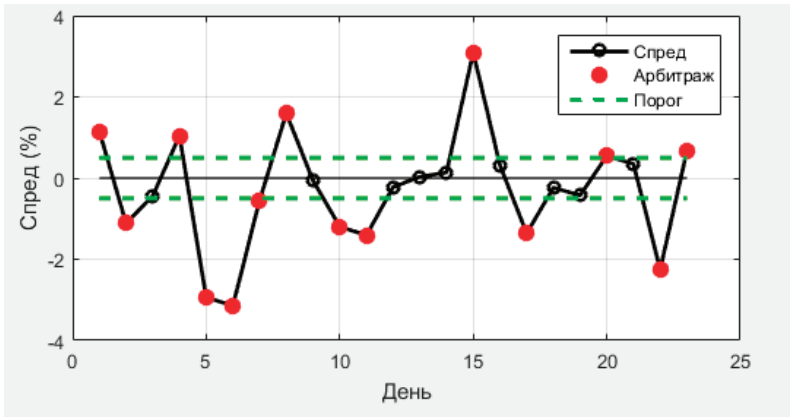


Рис. 2. Спреды между биржами

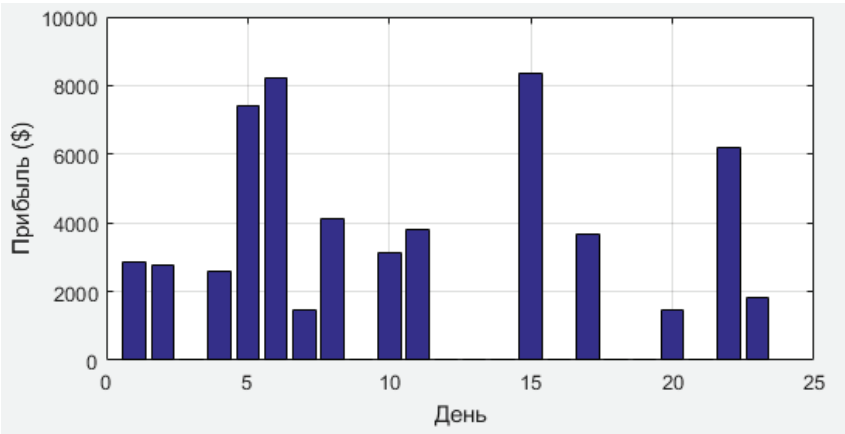


Рис. 3. Потенциальная прибыль от арбитража

=== ДЕТАЛИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ПРИБЫЛИ ===  
Объем одной сделки: 1000 акций  
Арбитражный порог: 0.5%

День	Цена NASDAQ	Цена BOATS	Спред, %	Прибыль, \$	Накоп.прибыль, \$
1	247.66	250.51	1.15	2850.00	2850.00
2	247.77	245.01	-1.11	2760.00	5610.00
4	247.45	250.03	1.04	2580.00	8190.00
5	252.29	244.87	-2.94	7420.00	15610.00
6	262.24	254.00	-3.14	8240.00	23850.00
7	262.77	261.32	-0.55	1450.00	25300.00
8	258.45	262.57	1.59	4120.00	29420.00
10	262.82	259.68	-1.19	3140.00	32560.00
11	268.81	265.02	-1.41	3790.00	36350.00
15	270.37	278.74	3.10	8370.00	44720.00
17	270.04	266.36	-1.36	3680.00	48400.00
20	268.47	269.94	0.55	1470.00	49870.00
22	275.25	269.05	-2.25	6200.00	56070.00
23	274.82	276.65	0.67	1830.00	57900.00

ИТОГО: 14 арбитражных дней из 23 | СУММА: \$57900.00

=== ОБЪЯСНЕНИЕ РАСЧЕТА ===  
Значительная сумма \$57900.00 получена за счет:  
1. Ежедневного объема: 1000 акций x разница цен  
2. Количества арбитражных дней: 14 из 23 (60.9% периода)  
3. Кумулятивного эффекта: прибыль накапливается каждый торговый день  
4. Значительных разниц цен: максимальный спред 3.14% (\$8.37 за акцию)  
  
Пример для дня с максимальной прибылью (день 15):  
Цена NASDAQ: \$270.37  
Цена BOATS: \$278.74  
Разница: \$8.37 за акцию  
Прибыль: 1000 акций x \$8.37 = \$8370.00

Рис. 4. Расчёт прибыли

— Суммарная потенциальная прибыль составила \$57900.

Полученные данные демонстрируют выраженные фрактальные свойства:

1. Самоподобие — паттерны спредов повторяются в различных временных масштабах;
2. Кластеризация волатильности — арбитражные дни образуют кластеры;

3. Долгосрочная зависимость — наличие устойчивых трендов в динамике спредов.

Данный анализ подтверждает, что фрактальные закономерности сохраняются даже в условиях высокочастотного арбитража, что открывает возможности для прогнозирования рыночных неэффективностей.

## 6. Заключение

Фрактальная геометрия играет ключевую роль в расширении нашего понимания моделирования цен в контексте высокочастотной торговли. Этот раздел математики помогает охарактеризовать запоминаемость и предска-

зуемость движения цен, что особенно ценно для стратегий высокочастотной торговли. На примере анализа арбитражных возможностей показано, что фрактальные свойства финансовых рядов сохраняются в различных временных масштабах. Практический расчёт подтверждает возможность извлечения значительной прибыли за счёт рыночных неэффективностей.

Таким образом, фрактальная геометрия предлагает уникальный взгляд на моделирование цен, позволяя исследователям и практикам глубже вникать в сложности высокочастотной динамики цен при торговле. С использованием данной теории можно получить более полное представление о движении цен в высокочастотной торговле.

## Литература:

1. Mandelbrot, B. (1963). The variation of certain speculative prices. *The Journal of Business*, 36(4), 394–419.
2. Erokhin, S., &Roshka, O. (2018). Application of fractal properties in studies of financial markets. In *MATEC Web of Conferences*, 170, 01074. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201817001074>.
3. Tebyaniyan, H., Jahanshad, A., &Heidarpour, F. (2020). Analysis of weak performance hypothesis, multi-fractality feature and long-term memory of stock price in Tehran stock exchange. *International Journal of Nonlinear Analysis and Applications*, 11(2), 161–174. <https://doi.org/10.22075/IJNAA.2020.4412>.
4. Peters, E. E. (1994). *Fractal market analysis: Applying chaos theory to investment and economics*. John Wiley & Sons.
5. Menkveld, A. J. (2013). High frequency trading and the new market makers. *Journal of financial Markets*, 16(4), 712–740.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Совершенствование процесса внедрения цифровых технологий в систему государственного управления (на примере ФГБУ «Информационно-аналитический центр МЧС России», г. Москва)

Евдокимов Дмитрий Андреевич, студент магистратуры  
Московский финансово-юридический университет МФЮА

*В статье рассматриваются проблемы и направления совершенствования процесса внедрения цифровых технологий в систему государственного управления на примере ФГБУ «Информационно-аналитический центр МЧС России». Проведён анализ текущего состояния цифровизации в указанной структуре, выявлены институциональные и управленческие барьеры. Предложен комплекс мероприятий по оптимизации цифровых процессов, обоснована их эффективность с учётом специфики государственного сектора.*

**Ключевые слова:** цифровые технологии, государственное управление, цифровизация, МЧС России, информационно-аналитический центр, электронное правительство, цифровая трансформация.

### Введение

Современная система государственного управления развивается в условиях интенсивного внедрения цифровых технологий, что предопределяет необходимость системной модернизации организационных и функциональных механизмов деятельности органов исполнительной власти. Цифровая трансформация рассматривается как ключевой фактор повышения эффективности управленческих решений, оптимизации информационных потоков и формирования единого пространства данных. По мысли А. А. Косорукова, «цифровые технологии становятся неотъемлемым элементом государственного управления, обеспечивая новые возможности для реализации публичных функций и повышения качества государственных услуг» [3, с. 45]. Указанный тезис задаёт ориентир на переосмысление традиционных административных процессов.

Цифровая модернизация немыслима без формализации и унификации управленческих процедур. Д. А. Перфильев и В. А. Громыко подчёркивают, что «стандартизация процессов административного управления является фундаментом для построения эффективной цифровой инфраструктуры» [1, с. 22]. Таким образом, цифровизация должна рассматриваться как комплексная реформа, включающая архитектурные, организационные и нормативные преобразования. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности

цифровых решений в государственных учреждениях, в частности — в ФГБУ «Информационно-аналитический центр МЧС России», где цифровые механизмы лежат в основе мониторинга, аналитики и управления рисками.

### Основная часть

ФГБУ «Информационно-аналитический центр МЧС России» является одним из ключевых элементов цифровой инфраструктуры ведомства, обеспечивая сбор данных, текущий мониторинг обстановки, аналитическую поддержку и подготовку управленческих решений. Функциональная модель центра строится на обработке данных в режиме реального времени, синхронизации ведомственных источников информации, формировании ситуационных отчётов и интеграции данных в межведомственные системы.

На сегодняшний день в ИАЦ МЧС используются различные цифровые инструменты: ведомственная платформа аналитики, система ситуационного мониторинга, электронный документооборот, средства визуализации больших данных, сервисы обмена информацией в рамках СМЭВ и другие интеграционные решения. Однако эффективность их применения ограничена отсутствием единой цифровой архитектуры. Д. А. Перфильев и В. А. Громыко подчёркивают, что «фрагментарность административных процессов снижает эффективность цифровизации» [1, с. 55], что применимо и к МЧС России.



Внутренний анализ выявляет ряд существенных ограничений:

- отсутствие унифицированной модели данных;
- разрозненность информационных систем;
- неоднородность требований к подготовке аналитических материалов;
- недостаточная стандартизация межведомственного обмена.

Отдельной проблемой является нормативная среда. Как подчёркивают Л. В. Чхутиашвили и Н. В. Чхутиашвили, «несоответствие действующего нормативно-правового регулирования темпам технологических изменений становится одним из ключевых барьеров цифровизации государственного управления» [6, с. 28]. Это приводит к задержкам при внедрении новых сервисов, неопределённости при использовании экспериментальных цифровых решений и сложности в адаптации внутренних регламентов.

Цифровизация невозможна без кадровой базы. И. В. Шалимов и А. А. Алёшин подчёркивают, что «цифровые технологии предъявляют новые требования к профессиональным компетенциям государственных служащих» [5, с. 340]. В ИАЦ МЧС данное обстоятельство проявляется в необходимости развивать навыки работы с аналитическими системами, цифровыми платформами и инструментами межведомственного взаимодействия.

Повышение эффективности цифровизации в ИАЦ МЧС требует системного и комплексного подхода. В научной литературе подчёркивается, что цифровая трансформация должна опираться одновременно на технологические инновации, стандартизированные управленческие процессы и развитую кадровую инфраструктуру. А. В. Чекмарев отмечает: «управление цифровыми проектами предполагает пересмотр организационных процессов и переход к гибким моделям управления» [2, с. 445]. Данный тезис определяет необходимость трансформации не только технологий, но и управленческих подходов.

### Основные направления совершенствования

Формирование архитектурной модели предполагает

- выявление ключевых процессов;
- формализацию потоков данных;
- унификацию технических требований;
- интеграцию ведомственных и межведомственных систем;
- создание реестра цифровых сервисов.

Это позволит обеспечить технологическую совместимость и исключить дублирование данных.

### Литература:

1. Перфильев, Д. А. Стандартизация в области административного управления: учебник для вузов / Д. А. Перфильев, В. А. Громыко. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 103 с. — (Высшее образование). — ISBN 978–5–534–21106–1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/581644>
2. Чекмарев, А. В. Управление цифровыми проектами и процессами: учебник для вузов / А. В. Чекмарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 424 с. — (Высшее образование). — ISBN 978–5–

Создание цифровой среды требует компетентных сотрудников. На основе подхода, предложенного Шалимовым и Алёшиным, важным шагом является формирование «цифровой культуры и внутренних механизмов самообучения» [5, с. 45]. Предлагаются:

- программы повышения квалификации;
- отраслевые тренинги по работе с аналитическими системами;
- развитие компетенций в области больших данных и цифровых платформ.

На основе подхода Чхутиашвили требуется обновление ведомственных регламентов, адаптация действующих инструкций и формирование нормативных условий для внедрения новых цифровых сервисов.

Усиление взаимодействия с системами СМЭВ, ЕСИА и другими федеральными ресурсами обеспечит быстрее поступление данных и повышение точности аналитических материалов.

Комплексная реализация предложенных мер позволит:

- сократить время подготовки аналитических отчётов;
- повысить точность и актуальность данных;
- улучшить согласованность между подразделениями;
- сократить издержки, связанные с дублированием процессов;
- перейти к проактивной модели управления.

А. А. Косоруков подчёркивает, что цифровые технологии позволяют «перейти к проактивному управлению, основанному на аналитике и прогнозировании» [4, с. 357]. Это особенно важно для МЧС России, где оперативность и точность решений определяют эффективность реагирования на чрезвычайные ситуации.

### Заключение

Проведённое исследование подтверждает необходимость комплексного совершенствования цифровой трансформации в системе государственного управления на примере ИАЦ МЧС России. Цифровизация должна опираться на стандартизацию процессов, создание единой архитектуры, развитие кадрового потенциала и совершенствование нормативной базы. Реализация указанных мер обеспечит повышение эффективности управленческих решений, усиление аналитической составляющей, оптимизацию обмена данными и интеграцию в единую цифровую экосистему государственного управления.

- 534–18522–5. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/564520>
3. Косоруков, А. А. Цифровые технологии в системе государственного и муниципального управления: учебник / А. А. Косоруков. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 356 с.
  4. Косоруков, А. А. Цифровизация государственного управления: учебное пособие / А. А. Косоруков. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 242 с.
  5. Шалимов, И. В. Цифровые технологии в системе государственного и муниципального управления: сущность и специфика применения / И. В. Шалимов, А. А. Алешин // Цифровизация экономики и общества: проблемы, перспективы, безопасность: материалы V Международной научно-практической конференции, Донецк, 23 марта 2023 года. — Донецк: Цифровая типография, 2023. — С. 338–342.
  6. Чхутиашвили, Л. В. Влияние цифровых технологий на государственное и муниципальное управление / Л. В. Чхутиашвили, Н. В. Чхутиашвили // Возможности и угрозы цифрового общества: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Ярославль, 20–22 апреля 2023 года. — Ярославль: ООО «Филигрань», 2023. — С. 205–209.

## Обеспечение безопасности при эксплуатации систем аутентификации с использованием паролей

Киселев Егор Иванович, студент

Научный руководитель: Газин Алексей Иванович, кандидат технических наук, доцент

Московский технический университет связи и информатики

*В статье рассматривается роль паролей в системах аутентификации и важность обеспечения безопасности и надежности пароля для сохранения конфиденциальных данных. Исследование ведется путем анализа ключевых метрик, от которых зависит надежность пароля. Особое внимание уделяется анализу потенциальных угроз. Автор подчеркивает важность использования систем управления паролями, обращая внимание на необходимость комплексного подхода к обеспечению информационной безопасности в данном вопросе.*

**Ключевые слова:** информационная безопасность, пароль, система управления паролями, энтропия, хэширование, кибератаки.

Развитие информационных технологий и систем стало неотъемлемой частью жизни современного общества, а информация на сегодняшний день, является одним из самых ценных и важных ресурсов. С ростом значимости информации растут и риски при получении доступа к информации третьими лицами, поэтому информационная безопасность стала неотъемлемой частью любой информационной системы.

Аутентификация — важный процесс при обеспечении безопасности информационной системы. Самым простым инструментом для реализации данного процесса является пароль, как оптимальное решение между надежностью и сложностью внедрения. Предоставление доступа к данным через процедуру аутентификации является повсеместной практикой в различных информационных системах, таких как: банковские приложения, государственные информационные системы, коммерческие сайты. Пароль является ключом к защите данных и от его надежности зависит целостность и конфиденциальность той информации, которую он охраняет [1].

В настоящее время основной метрикой для определения надежности пароля является энтропия — мера неопределенности, с которой символы из определенного

набора (далее алфавита) могут появиться в пароле. Энтропия измеряется в битах и вычисляется по формуле:

$$H = \log_2 N^L, \quad (1)$$

Таким образом, увеличение длины пароля (L) и мощности алфавита (N) будут увеличивать энтропию. На основании данных, представленных в таблице 1 можно сказать, что длина пароля имеет большее значение, нежели мощность алфавита [2], потому как рост энтропии при увеличении мощности алфавита представляет логарифмическую зависимость, а при увеличении длины пароля геометрическую. Что наглядно можно наблюдать на рисунке 1.

При определении надежности пароля немаловажную роль играет способ хэширования, который используется для хранения пароля в базе данных. Различные алгоритмы хэширования требуют различное количество времени для получения конечного хэша. В таблице 1 представлены результаты по производительности атак «полного перебора» для семейства хэш функций на тестовом стенде (Ubuntu 14.04, 64 bit, ForceWare 346.29, 8x NVidia Titan X, stock core clock, oclHashcat v1.3). [3]

Таким образом, ключевыми метриками, определяющими надежность пароля, являются уровень энтропии и используемый алгоритм хэширования.

Таблица 1. Зависимость энтропии от длины пароля и мощности алфавита

Увеличение длины пароля				Увеличение мощности алфавита			
Н, бит	N	L	Описание	Н, бит	N	L	Описание
47.633570	62	8	Пароль с алфавитом из 62 символов, длиной 8 символов	26.575424	10	8	Пароль длиною 8 символов, с алфавитом из 10 цифр
95.267140		16	Пароль с алфавитом из 62 символов, длиной 16 символов	37.603517	26		Пароль длиною 8 символов и алфавитом из 26 символов: заглавных букв английского алфавита
190.534281		32	Пароль с алфавитом из 62 символов, длиной 32 символов	45.603517	52		Пароль длиною 8 символов и алфавитом из 52 символов: заглавных и строчных букв английского алфавита
381.068563		64	Пароль с алфавитом из 62 символов, длиной 64 символов	47.633570	62		Пароль длиною 8 символов и алфавитом из 62 символов: заглавных и строчных букв английского алфавита + цифры

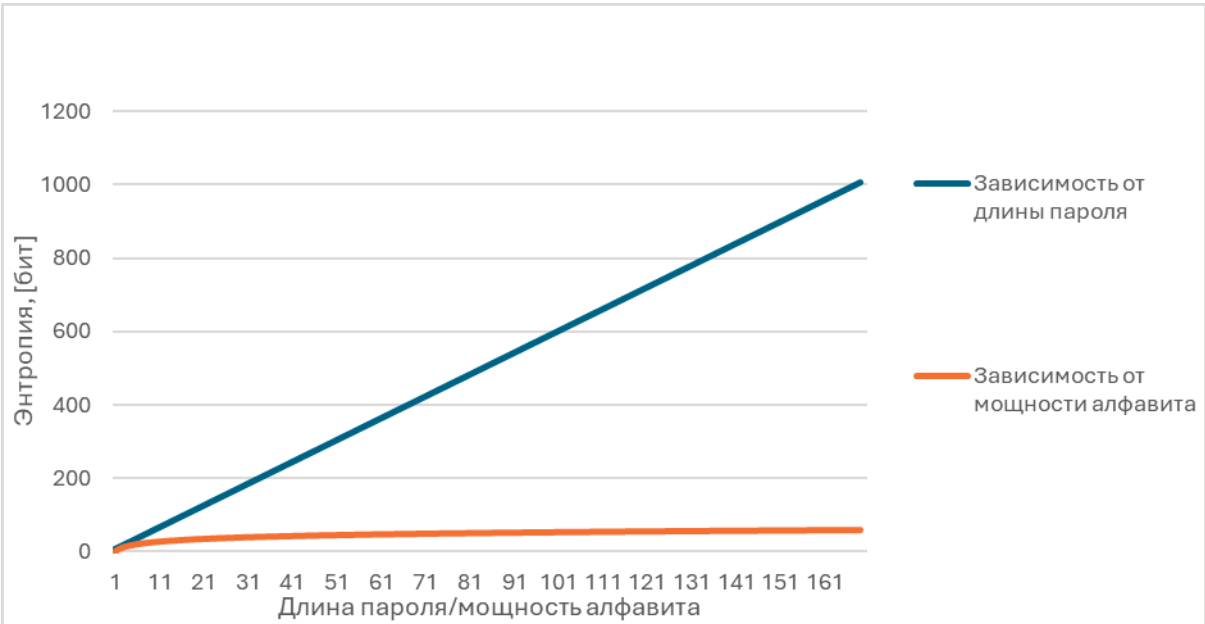


Рис. 1. Зависимость энтропии от длины пароля и мощности алфавита

Таблица 2. Производительность атак полного перебора для различных хэш-функций

Алгоритм	Производительность (комбинаций/с)
MD5	135232 * 10 <sup>6</sup>
SHA1	42408 * 10 <sup>6</sup>
SHA256	16904 * 10 <sup>6</sup>
SHA512	5240 * 10 <sup>6</sup>
RipeMD-160	28368 * 10 <sup>6</sup>
Whirpool	1122402 * 10 <sup>6</sup>

Пароль в первую очередь должен быть стойким к атакам типа «грубой силы», перебора и их модификаций, которые могут существенно уменьшить время взлома. К модифицированным атакам относится использование различных словарей, шаблонов и радужных таблиц (Rainbow tables). [4] Также стоит учитывать совершенствование методов фишинга и социальной инже-

нерии, что может свести на 0 ранее озвученные метрики надежности пароля. Вредоносное программное обеспечение (далее ВПО) позволяет злоумышленникам получать данные о паролях, хранящихся на персональных устройствах пользователей, облачных и переносных хранилищах, получать данные об использовании устройств ввода и вывода, а также организовывать несанкциони-

рованные пользователем сеансы удаленного доступа. [5] Также, грозу представляет типа атак «человек посередине». При таком типе атаки под угрозой могут оказаться как пароль, в случае передачи по незащищенному каналу связи, так и хэш или шифротекст в случае, если канал оборудован средствами защиты, также опасность представляет перехват сеансовых ключей и идентификаторов сессии.

Столь обширный перечень угроз, направленный на получение данных об учетных записях, призывает к комплексной защите, с применением межсетевых экранов для исключения атак извне, антивирусной защиты для противодействия ВПО и менеджера паролей, для безопасного хранения и использования паролей.

Исследование структуры и необходимого перечня функций, входящих в состав менеджера пароля, является приоритетной задачей, для обеспечения безопасности не только от рассмотренных видов атак, но и инсайдерской информации, а также незадекларированных функций, которые могут нести в себе прямую угрозу в виде утечек данных об учетных записях, так и косвенно приводящих к таковым. Правильно выстроенная система безопасности снижает вероятность успеха атаки на информационную систему, а ее развитие гарантирует сохранение подобной тенденции в будущем, именно поэтому разработка и использование персонализированных менеджеров паролей должно являться основой информационной безопасности в области аутентификации с использованием пароля.

#### Литература:

1. Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27.06.2006 г. N 149-ФЗ.
2. NIST Special Publication 800–63B-4. Digital Identity Guidelines: Authentication and Authenticator Management. — National Institute of Standards and Technology, 2025.
3. Е. В. Котух, В. М. Карташов, д-р техн. наук, О. Г. Халимов, Д. П. Цапко, А. В. Самойлова. Анализ современных требований к криптографическим примитивам нового поколения // Радиотехника. — 2015. Вып. 181. С. 133–143.
4. Rt-Solar. — Электронные данные. Режим доступа: URL.: <https://rt-solar.ru/analytics/reports/5626/>, свободный — (дата обращения 27.09.2025)
5. Kaspersky. Электронные данные. Режим доступа: URL.: <https://ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/aktualnye-kiberugrozy-i-ii-kvartaly-2025-goda/#id1>, свободный — (дата обращения 28.09.2025)

## Анализ использования нейросетей в современном мире

Котляров Павел Юрьевич, курсант

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж)

Жидко Елена Александровна, доктор технических наук, профессор

Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», филиал в г. Челябинске

*В статье рассмотрено воздействие нейросетей на различные сферы человеческой деятельности. Приведены многочисленные примеры их применения в социально-экономических, промышленных и культурно-научных областях. Проанализированы преимущества и недостатки нейросетевых технологий, а также сделаны выводы о дальнейшем направлении их развития.*

**Ключевые слова:** нейронные сети, искусственный интеллект.

Нейросети радикально меняют современную реальность, внедряясь во все уголки нашей жизни. Успехи нейросетевых технологий обуславливают рост интереса к ним как среди ученых, так и представителей бизнеса. Однако понимание нюансов их применения остается крайне актуальным вопросом.

Нейронные сети (НС) — мощный инструмент искусственного интеллекта, способный усваивать знания и адаптироваться к данным.

Глобальное распространение искусственного интеллекта (ИИ) делает его неотъемлемой частью нашей повседневности. Несмотря на отсутствие точной статистики по числу пользователей, некоторые страны уже начали собирать данные для оценки его проникновения. ИИ играет все более значимую роль, обладая потенциалом для революционных преобразований в различных отраслях и существенного улучшения качества жизни людей. Его ценность определяется способностью повышать эффективность, производительность и генерировать инновации, что способствует ускоренному экономическому росту и общему благосостоянию. ИИ и НС, становящиеся все более привычными, позволяют ма-



шинам, от автономного транспорта до технологий распознавания лиц, имитировать человеческий интеллект и решать сложные задачи, открывая новые горизонты [1–3].

ИИ может автоматизировать многие задачи, которые в настоящее время выполняются людьми, анализировать огромные объемы данных, чтобы предоставлять персонализированные рекомендации, оптимизировать рабочие процессы, делая бизнес более эффективным и продуктивным. разрабатывать новые продукты и услуги, которые ранее были невозможны [4].

Таким образом, правильный выбор подходящего типа нейросети позволяет решать конкретные задачи максимально эффективно и приносит ощутимую пользу в самых разных областях деятельности.

Существуют разные типы нейросетей (Рис. 1).



Рис. 1. Типы нейросетей

Примеры использования нейросетей в различных сферах жизни людей приведены на рис. 2. Рассмотрим несколько направлений.

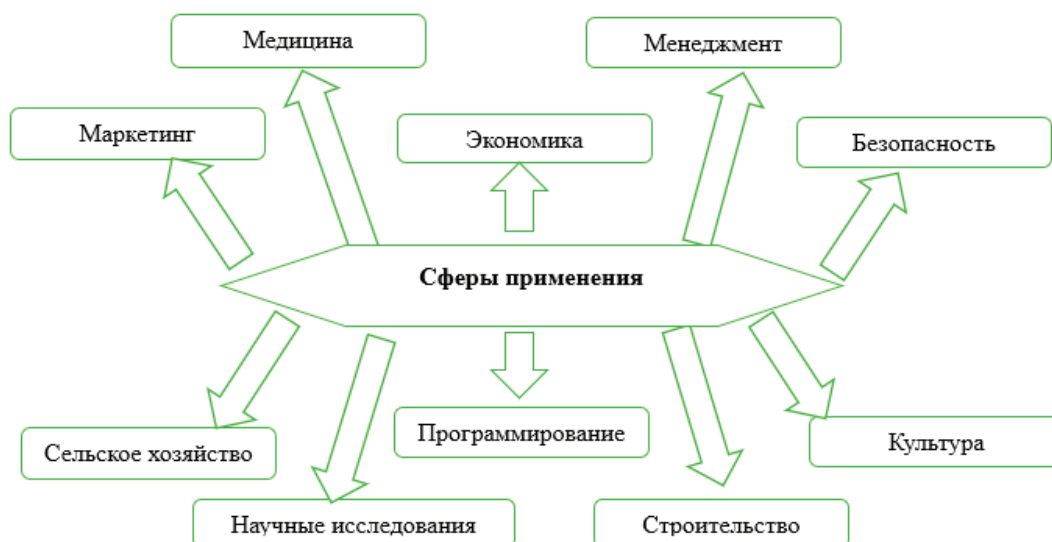


Рис. 2. Сферы применения нейросетей



Рис. 3. Применение нейросетей в сельском хозяйстве



Рис. 4. Применение нейросетей в строительстве



Рис. 5. Применение нейросетей в менеджменте

НС имеют как преимущества, так и недостатки. Рассмотрим их.

### Преимущества

#### 1. Высококачественный анализ данных

НС способны анализировать колоссальные объемы данных гораздо быстрее и точнее, чем традиционный человеческий мозг. Такие НС легко выявляют едва уловимые закономерности и зависимости, доступные лишь ИИ.

#### 2. Повышение точности прогнозов и решений:

Современные НС достигают невероятной точности, необходимой для точной диагностики заболеваний, прогнозирования рыночной конъюнктуры, выдачи рекомендаций и многое другое. Например, точность диагностики рака лёгких системой IBM Watson достигает порядка 90 %.

#### 3. Масштабируемость и адаптивность

Одной из сильных сторон НС является их способность развиваться и улучшаться с каждым новым набором данных. Чем больше данных поступает, тем точнее и стабильнее работает НС.

#### 4. Эффективность в выполнении повторяющихся задач

Большинство рутинных задач, таких как сортировка документов, фильтрация спама, проверка бухгалтерских записей, теперь выполняются НС с минимальным вмешательством человека, освобождая людские ресурсы для более творческой и интеллектуальной работы.

#### 5. Скорость реакции на изменения

Благодаря своей быстрой обработке информации, НС мгновенно реагируют на изменения условий окружения, помогая минимизировать убытки и оптимизировать производственные процессы.

#### 6. Возможность обучения без участия человека

Неконтролируемое обучение (unsupervised learning) позволяет НС выявлять структуры и паттерны в данных без предварительного вмешательства человека. Это способствует созданию действительно самообучаемых систем.

## 7. Универсальность

Одно из главных достоинств НС – их универсальность. Один и тот же алгоритм можно применить в совершенно разных сферах: от медицинской диагностики до биржевой торговли.

## Ограничения нейросетей

### 1. Проблема «чёрного ящика»

Основной недостаток НС заключается в том, что зачастую трудно объяснить, почему именно НС пришла к тому или иному выводу. Такое отсутствие прозрачности создаёт проблему доверия к рекомендациям и решениям, предлагаемым НС.

### 2. Требуется много высококачественной обучающей информации

Одним из фундаментальных требований для успешного обучения НС является достаточный объём качественных данных. Без них невозможно добиться высокой точности и стабильности модели.

### 3. Высокая вычислительная сложность

Работа НС требует огромного количества вычислительной мощности и энергозатрат. Обучение крупных моделей может занять сотни часов даже на мощных серверах, потребляющих десятки киловатт энергии.

### 4. Непредсказуемость результатов

Даже хорошо обученные НС иногда выдают неверные результаты, особенно в нестандартных ситуациях. Это создаёт риск ложноположительных и ложноотрицательных заключений, особенно критичных в медицине и юридической практике.

### 5. Необходимость регулярного обновления

Поскольку окружающая среда постоянно изменяется, НС нуждаются в регулярном переобучении на свежих данных. Игнорирование этой потребности приводит к деградации качества работы НС.

### 6. Этические вопросы

Использование НС поднимает серьёзные этические вопросы, касающиеся соблюдения конфиденциальности данных, равноправия и справедливости. Например, если НС формирует свою стратегию на основе предвзятых данных, это может приводить к несправедливости и неравенству.

### 7. Незащищённость от атак

НС подвержены атакам и манипулированию вводными данными. Например, небольшая модификация фотографии может заставить НС ошибочно распознать объект, что называется «adversarial attacks».

В заключение необходимо отметить, что НС играют важную роль в современном мире, существенно повышая эффективность и точность решений в различных сферах. Хотя их внедрение сталкивается с проблемами, такими как непрозрачность работы («чёрный ящик»), зависимость от больших объёмов данных и энергопотребление, преимущества перевешивают недостатки.

Правильное использование НС способно обеспечить значительный прорыв в медицине, экономике, транспорте, культуре и других областях. При условии осторожного и осознанного подхода к внедрению эта технология обещает стать движущей силой прогресса и инноваций в ближайшем будущем.

## Литература:

1. Тей А. логический подход к искусственному интеллекту / — М.: Мир, 2022. — 432 с.
2. Рассел С. Искусственный интеллект: современный подход / — М.: Вильямс, 2020. — 578 с.
3. Редько В. Г. эволюция, нейронные сети, интеллект: модели и концепции эволюционной кибернетики / — М.: Гос-техиздат, 2021. — 224 с.
4. Гудфеллоу И., ЛеКун Я., Олсон К. Дж. Основы глубокого обучения. Москва: Вильямс, 2019. -654 с.



## Брокеры сообщений в системах обработки данных

Селезнёв Александр Игоревич, ассистент;

Селезнёв Игорь Львович, кандидат технических наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (г. Минск, Беларусь)

*В статье рассматриваются особенности работы брокеров сообщений в системах обработки данных. Проведен анализ основных брокеров сообщений, а также их достоинства и недостатки.*

**Ключевые слова:** брокер сообщений, система обработки данных, асинхронная передача данных.

В современных системах обработки данных (СОД) для полноценной работы важна не только работа каждой отдельной части внутренней системы обработки [1], но и производительность работы интерфейсов взаимодействия отдельных частей между собой. Такое взаимодействие может быть как синхронным, так и асинхронным. При синхронном взаимодействии передающая часть системы взаимодействуя с другой частью системы ждёт ответа, и только после его получения продолжает свою работу. При асинхронном взаимодействии передача информации другой части системы не прерывает работу. Таким образом, чем более сложную внутреннюю структуру и логику взаимодействия имеет СОД, тем большей проблемой становится синхронное взаимодействие её элементов за счёт многочисленных простоев. В этом случае используют асинхронное взаимодействие, которое позволяют реализовать брокеры сообщений.

Брокер сообщений — это программный компонент, служащий посредником в коммуникации между различными частями распределенной системы обработки информации. В этом случае брокер сообщений реализуется как часть общей архитектуры системы, либо как отдельный сервис [2]. Существуют два основных типа брокеров сообщений — с организацией взаимодействия производитель-потребитель (producer-consumer) и с организацией взаимодействия издатель-подписчик (publisher-subscriber):

1. Брокер сообщений с организацией взаимодействия производитель-потребитель позволяет организовывать прямую передачу информации конечному потребителю

и сам занимается процессом передачи. Структура типового брокера с данным типом взаимодействия изображена на рисунке 1.

Из рисунка 1 видно, что «Производитель» записывает информацию в две очереди сообщений, затем выбирает «Сообщение» из второй очереди и посылает его получателю «Потребитель». Такая структура брокера сообщений характера для брокеров, построенных на использовании очередей (queuebased).

2. Брокер сообщений с организацией взаимодействия издатель-подписчик позволяет организовывать такое взаимодействие, при котором активными элементами системы выступают подписчики, которые производят чтение информации из тем (topics), на которые подписаны (рис. 2).

Из рисунка 2 видно, что «Издатель» производит публикацию сообщений с помощью двух тем, при этом в системе имеется потребитель «Подписчик», который «читает» вторую тему, получая возможность просматривать «Сообщение 1» и «Сообщение 2» с помощью настроенных прав доступа для него.

В этом случае у потребителя «Подписчик» нет доступа к первой теме. Такая структура брокера сообщений характерна для потоковых (streaming) брокеров сообщений.

При использовании брокеров сообщений следует учитывать их преимущества и недостатки. Преимущества брокеров сообщений:

1. Отказоустойчивость и масштабируемость. Применение брокеров сообщений повышает отказоустойчивость за счет использования типовых методов взаимодей-

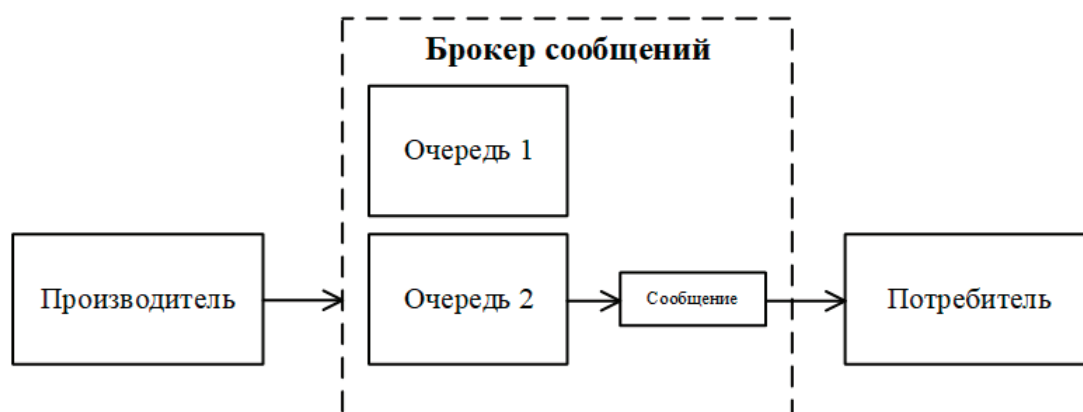


Рис. 1. Структура брокера сообщений с организацией взаимодействия производитель-потребитель

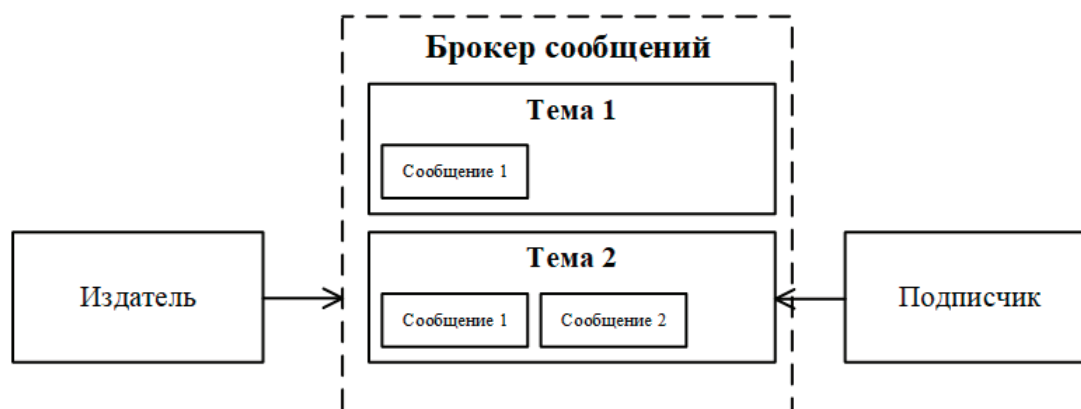


Рис. 2. Структура брокера сообщений с организацией взаимодействия издатель-подписчик

ствия всех элементов системы между собой и возможность реализовать кластеры брокеров.

2. Разделение слоев исполнения и интерфейсов взаимодействия. Такое разделение слоев приложения уменьшает связность между ними, предоставляя возможность сделать приложение более модульным, гибким и удобным в разработке.

3. Гарантии доставки сообщений. Если получатель не готов обработать полученную информацию в данный момент, то она сохраняется в очереди с возможностью отложенной обработки.

4. Повышение производительности. Использование брокеров повышает производительность благодаря асинхронной обработке сообщений.

5. Безопасность. Брокеры сообщений предоставляют механизмы шифрования и аутентификации, обеспечивая безопасность обмена данными.

Недостатки брокеров сообщений:

1. Усложнение системы. Использование брокеров увеличивает сложность системы за счет добавления нового элемента, что приводит к усложнению отладки, обслуживания и администрирования.

2. Дополнительная точка отказа. Как правило, отказ брокера сообщений является критическим событием, при котором большинство систем не смогут функционировать дальше.

3. Дополнительная нагрузка на сеть. Использование брокеров сообщений может повлечь за собой дополнительную нагрузку на сеть ввиду увеличения объема передаваемых данных.

4. Возможность конфликтов версий: если участники системы используют разные версии протоколов или разные реализации брокеров сообщений, могут возникнуть проблемы совместимости, что может привести к неправильной обработке или потере сообщений.

В настоящее время наиболее популярными являются такие брокеры сообщений как RabbitMQ, Kafka, AWS SNS/SQS [3].

**Брокер сообщений RabbitMQ.** RabbitMQ использует улучшенный протокол очередей сообщений (Advanced Message Queuing Protocol, AMQP), представляющий собой

открытый протокол передачи сообщений. RabbitMQ базируется на структуре брокера сообщений с организацией взаимодействия производитель-потребитель (рис. 1), в которой в брокер дополнительно включены блоки «обменника» (exchange) и маршрутизации и хранения правил доступа для «обменника» (routing-binding). Типовой путь следования информации в этом брокере сообщений следующий — производитель отправляет сообщения в брокер, сообщения поступают в «обменник», затем эти сообщения попадают в блок маршрутизации и согласно установленным правилам доступа передаются в нужные очереди сообщений, откуда они уже направляются конечному потребителю. «Обменник» может быть сконфигурирован следующим образом:

1. «Маршрутизация без маршрутизации» (Fanout exchange) — отправка сообщений происходит во все очереди.

2. Маршрутизация по ключу (Direct exchange). В RabbitMQ существует ключ маршрутизации (routing-key), который выступает в качестве категории сообщения. В зависимости от ключа маршрутизации происходит распределение сообщений по очередям.

3. Маршрутизация по шаблону (Topic exchange) — маршрутизация происходит в зависимости от шаблонов, заданных в ключе маршрутизации.

Достоинства RabbitMQ [4]:

1. Гибкая маршрутизация, позволяющая доставлять определенные сообщения в требуемые очереди и конкретным потребителям.

2. Несколько типов систем обмена сообщениями, позволяющих по-разному направлять сообщения потребителям.

3. Простота развертывания на веб-серверах и в общедоступных облаках благодаря относительно небольшому объему программного кода.

Недостатки RabbitMQ:

1. Невозможность просмотра очередей и сообщений в очереди.

2. Замедление работы при высокой нагрузке. У RabbitMQ есть трудности при горизонтальном масштабировании в кластере, которые заключаются в добавлении дополнительных сложных настроек кластеризации, что замедляет работу системы.

**Брокер сообщений Kafka.** Ядром функциональности брокера сообщений Kafka является исполнение трех действий над данными — запись, хранение в течение заданного времени и выдача по запросу. Структурно Kafka основан на брокере сообщений с организацией взаимодействия издатель-подписчик (рис. 2). В Kafka данные физически хранятся на диске в виде партиций (частей, partitions). Новые сообщения добавляются в журнал фиксаций (commit log) брокера. Они помещаются строго в конец этого журнала, и их порядок после этого не меняется, благодаря чему в каждой отдельной партиции сообщения всегда расположены в порядке их добавления. Функцию очереди в Kafka выполняет тема (topic), которая нужна для объединения нескольких партиций в общий поток. Таким образом сообщение, относящееся к одной теме, может храниться в нескольких разных партициях, из которых подписчик извлекает их по запросу. Используется pull-механизм, а не push-механизм — в отличие от RabbitMQ, где сообщения загружаются в потребителей — в Kafka подписчики сами извлекают нужные им сообщения (согласно установленным правам доступа). Чтобы начать читать сообщения с произвольного места в очереди, подписчик сообщает брокеру Kafka номер партиции и номер сообщения. Данные в партиции постоянны и могут быть повторно использованы, что повышает пропускную способность сети. В брокере также реализована возможность создания групп подписчиков и тонкая настройка их взаимодействия с темами в брокере сообщений.

Достоинства Kafka:

1. Простота использования. Сам брокер делает лишь две вещи — записывает и отдает сообщения.
2. Высокая пропускная способность.
3. Позволяет читать сообщения в произвольном порядке.
4. Позволяет читать группы сообщений одновременно. К примеру, можно запросить сразу 1000 сообщений, что снижает нагрузку на сеть.

Недостатки Kafka:

1. Сложности с обработкой «испорченных» сообщений, для которых требуется выделять отдельное место хранения с помощью организации очереди мертвых писем (dead letter queue).
2. Необходимость в учёте последнего прочитанного сообщения для каждого пользователя, ввиду того что они читают сообщения, а не сообщения доставляются пользователям.

**Брокер сообщений Amazon Simple Queue Service & Simple Notification Service.** Простой сервис уведомлений (Simple Notification Service, SNS) — брокер сообщений, принцип работы которого основан на организации взаимодействия производитель-потребитель (рис. 1). Простой сервис очередей (Simple Queue Service, SQS) — брокер сообщений, основанный на организации взаимодействия издатель-подписчик (рис. 2), при этом вместо тем используется только одна очередь со схожей структурой.

SQS можно использовать совместно с SNS — в этом случае становится возможным организация полноценного взаимодействия издатель-подписчик с различным числом подписчиков, обрабатывающих настроенные именно для них очереди.

Amazon SQS предлагает два типа очередей сообщений:

1. Стандартные очереди — обеспечивают максимальную пропускную способность и доставку сообщений по принципу «хотя бы один раз». Стандартная очередь старается соблюдать порядок сообщений, но он может быть нарушен.
2. Очереди FIFO с ограниченной пропускной способностью — гарантируют, что сообщения будут обрабатываться строго однократно и исключительно в порядке отправления. Они предназначены для улучшения обмена сообщениями между приложениями, когда порядок операций и событий имеет решающее значение или когда дублирование недопустимо.

Amazon SNS предназначен для обмена сообщениями в крупных распределённых системах: например, для параллельной обработки данных на большом количестве агентов, отправки пользователям уведомлений, обновления записей в базах данных.

Пропускная способность SNS практически не ограничена. SNS не регулирует частоту доставки получателю. Если конечный сервис недоступен, SNS повторяет отправку в соответствии с установленными правилами. Это значит, что, если получатель какое-то время был недоступен, впоследствии он может быть завален повторными сообщениями.

Так как компания Amazon полностью владеет всей экосистемой Amazon Web Services (AWS), в том числе SQS и SNS, то в этих брокерах присутствует ряд ограничений присущих проприетарным продуктам [6].

Достоинства SQS:

1. Популярность во всем мире. Многие крупные компании используют инфраструктуру Amazon, поэтому брокер актуален.
  2. Безопасность. Шифрование всех сообщений, которые обрабатывает брокер.
  3. Автоматическое резервное копирование данных.
  4. Интеграция с другими сервисами компании Amazon.
- Недостаток SQS — полная зависимость от AWS и очень сложный перенос данных на другую платформу.

## Выводы

Использование асинхронного взаимодействия между частями системы и, как следствие, использование брокеров сообщений в современных системах обработки данных является обязательным ввиду многочисленных преимуществ присущих им.

Выбор конкретного брокера сообщений зависит от характера проектируемой системы обработки данных и выбранных критериев разработки — небольшие СОД могут использовать RabbitMQ, при большем масштабировании предпочтительней использовать Kafka. Брокеры сооб-

щений Amazon SQS являются хорошим решением в том случае, если остальные части СОД находятся в экосистеме AWS.

Правильно выбранный брокер сообщений, отвечающий требованиям конкретной системы обработки

данных, упрощает её масштабирование, однотипно структурирует внутреннюю логику путем разграничения исполняемой части и интерфейсов взаимодействия, увеличивает производительность всей системы в целом.

#### Литература:

1. Селезнёв, А. И. Обобщенная модель построения системы обработки данных / А. И. Селезнёв, И. Л. Селезнёв. — Текст: непосредственный // Молодой учёный. — 2024. — № 29. — С. 22–25.
2. Брокеры сообщений — что это, из чего состоят, плюсы и минусы: сравниваем Apache Kafka, Redis и RabbitMQ // Mediasoft: [сайт]. — URL: <https://academy.mediasoft.team/article/brokery-soobshenii-chto-eto-iz-chego-sostoyat-plyusy-i-minusy-sravnivaem-apache-kafka-redis-i-rabbitmq/> (дата обращения: 02.11.2025)
3. Битва брокеров сообщений: RabbitMQ, Kafka, AWS SNS/SQS // Habr: [сайт]. — URL: [https://habr.com/ru/companies/yandex\\_praktikum/articles/700608/](https://habr.com/ru/companies/yandex_praktikum/articles/700608/) (дата обращения: 02.11.2025)
4. What is RabbitMQ? // Iron: [сайт]. — URL: <https://blog.iron.io/what-is-rabbitmq/> (дата обращения: 02.11.2025)
5. AWS SNS vs. SQS — What Are the Main Differences? // Awsfundamentals: [сайт]. — URL: <https://awsfundamentals.com/blog/aws-sns-vs-sqs-what-are-the-main-differences> (дата обращения: 02.11.2025)
6. Amazon SNS (from AWS) // Serverless: [сайт]. — URL: <https://www.serverless.com/guides/amazon-sns/> (дата обращения: 02.11.2025)



## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Термокаталитическая установка утилизации осадка сточных вод очистных сооружений Омска

Каравцев Владимир Александрович, студент магистратуры  
 Научный руководитель: Тусупбеков Жанболат Ашикович, кандидат географических наук, доцент  
 Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина

*Экологическое состояние населённых пунктов напрямую зависит от качества очистки сточных вод на очистных сооружениях. Очистка канализационных стоков сопровождается образованием вредных веществ в виде шлама, которые утилизируются в специальных сооружениях — шламонакопителях. Нарушение условий хранения и эксплуатации этих сооружений может оказать отрицательное влияние на окружающую территорию. В статье рассмотрен вопрос утилизации осадка сточных вод очистных сооружений Омска методом термокаталитического окисления. Описана технология работы объекта в соответствии с проектной документацией. Даны рекомендации для повышения эффективности утилизации шлама (осадков).*

**Ключевые слова:** шламонакопитель, католический реактор, утилизация осадка сточных вод.

### Thermal catalytic sludge disposal unit for Omsk wastewater treatment plants

Karavtsev Vladimir Aleksandrovich, master's student  
 Scientific advisor: Tusupbekov Zhanbolat Ashikovich, ph.d. in geography, associate professor  
 Omsk State Agrarian University named after PA Stolypin

*The environmental health of populated areas directly depends on the quality of wastewater treatment at wastewater treatment facilities. Sewage treatment generates harmful substances in the form of sludge, which is disposed of in special facilities called sludge ponds. Failure to properly store and operate these facilities can have a negative impact on the surrounding area. This article examines the disposal of wastewater sludge from Omsk's wastewater treatment facilities using catalytic thermal oxidation. The facility's operating technology, in accordance with design documentation, is described. Recommendations for improving the efficiency of sludge disposal are provided.*

**Keywords:** sludge pond, catalytic reactor, wastewater sludge disposal.

Важную роль в развитии городской инфраструктуры и сохранении экологического баланса окружающей среды играют очистные сооружения, предназначенные для очистки сточных вод.

На стадиях механической и биологической очистки канализационных сточных вод процесс сопровождается образованием шлама (осадков) от биологической очистки. Образованный шлам в большинстве случаев утилизируется посредством захоронения на илошламонакопителях. Однако подобные методы утилизации отходов могут сопровождаться как негативным экологическими воздействием на окружающую среду, так и экономическими затратами, связанными с их содержанием и последующей ликвидацией. Поэтому одной из главных задач на сегодняшний день является утилизация осадков сточных вод очистных сооружений.

Очистка хозяйственно-фекальных сточных вод и производственных стоков промышленных предприятий города Омска осуществляется очистными сооружениями АО «ОмскВодоканал». Для утилизации осадков сточных вод очистных сооружений данного предприятия построен цех термокаталитического окисления осадков сточных вод (ТКО ОСВ).

Функциональная особенность объекта заключается в обезвреживании влажных осадков коммунальных сточных вод методом окисления осадков кислородом в псевдоожиженном слое кварцевого песка с 20 % содержанием дисперсного катализатора глубокого окисления веществ при температуре 700–750 °С. При этом происходит утилизация осадков сточных вод (ОСВ), образующихся после первичных и вторичных отстойников очистных сооружений канализации АО «ОмскВодоканал» (г. Омск).

Проектная мощность технологии, реализуемой в установке термokatалитического окисления осадка сточных вод, составляет 6 т/ч по влажному осадку или 1,5 т/ч по сухому осадку. На рисунке 1 приведена технологическая схема модуля ТКО ОСВ

Одним из достоинств каталитического сжигания осадков является возможность локализации процесса окисления летучих соединений и образующегося углерода коксового остатка непосредственно в псевдоожиженном слое.

Меняя время нахождения частиц отходов в слое катализатора за счёт изменения высоты слоя или скорости псевдоожижения, можно существенно менять степень выгорания углерода и ограничить процесс горения выделением летучих и карбонизацией коксового остатка. В зависимости от вида осадка выход твёрдых продуктов может достигать 50–60 %. Исследование текстурных характеристик продуктов показало, что в слое катализатора можно получать адсорбенты с высокой удельной поверхностью 200–400 м<sup>2</sup>/г.

Сырьём и одновременно топливом является кек — механически обезвоженный осадок сточных вод. При его утилизации в реакторе выделяется тепловая энергия, дымовые газы и зола.

Дополнительные виды топлива — каменный уголь, дизельное топливо.

Дымовые газы от реактора отводятся через индивидуальный газоход, охлаждаются в рекуператоре и экономайзере (рис. 2). Очистка дымовых газов от твёрдых частиц производится в рукавном фильтре. Осаждение паров происходит в мокром скруббере. Охлаждённые и очищенные дымовые газы дымососами подаются в индивидуальную

дымовую трубу диаметром 800 мм, высотой 25 м, расположенную снаружи здания цеха.

Теплота нагретых дымовых газов (до 700–750 °С) отходящих дымовых газов, содержащих водяной пар и золу, используется для нагрева воздуха в рекуператоре и для нагрева воды в экономайзере (в соответствии с материальным и тепловым балансом).

Утилизированное тепло частично используется для подогрева воды для бытовых и хозяйственных нужд (отопление и горячее водоснабжение производственных и бытовых помещений предприятия).

В перспективе развития цеха ТКО ОСВ полученное тепло целесообразно использовать для теплоснабжения зданий и сооружений, расположенных на площадке ОСК АО «ОмскВодоканал».

Таким образом, технология каталитического сжигания осадков имеет неоспоримые достоинства по сравнению с традиционными способами утилизации осадков сточных вод посредством захоронения на илосламонакопителях.

В то же время за период эксплуатации цеха выявлены некоторые недостатки в технологии ТКО ОСВ.

Для обеспечения устойчивой работы в автотермическом режиме при расчётной производительности по кеку (влажному ОСВ) 6 т/ч необходимо дооснастить установку системой управления температурой воздуха перед реактором. В системе подачи воздуха необходимо предусмотреть регулирующий клапан с сервоприводом, имеющим трёхпозиционное или аналоговое управление от регулятора температуры воздуха.

Такая система позволит управлять подачей воздуха от воздухоподувок в реактор: смешивание исходного воздуха

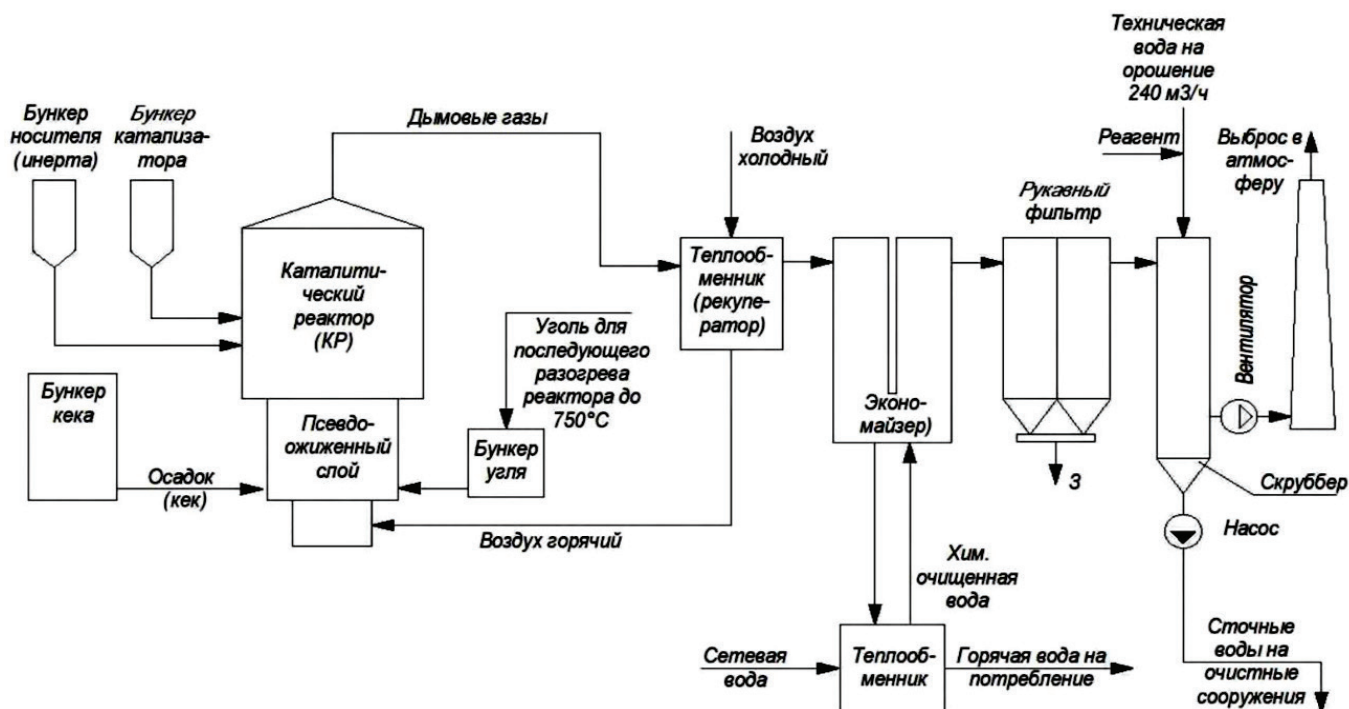


Рис. 1. Технологическая схема модуля ТКО ОСВ

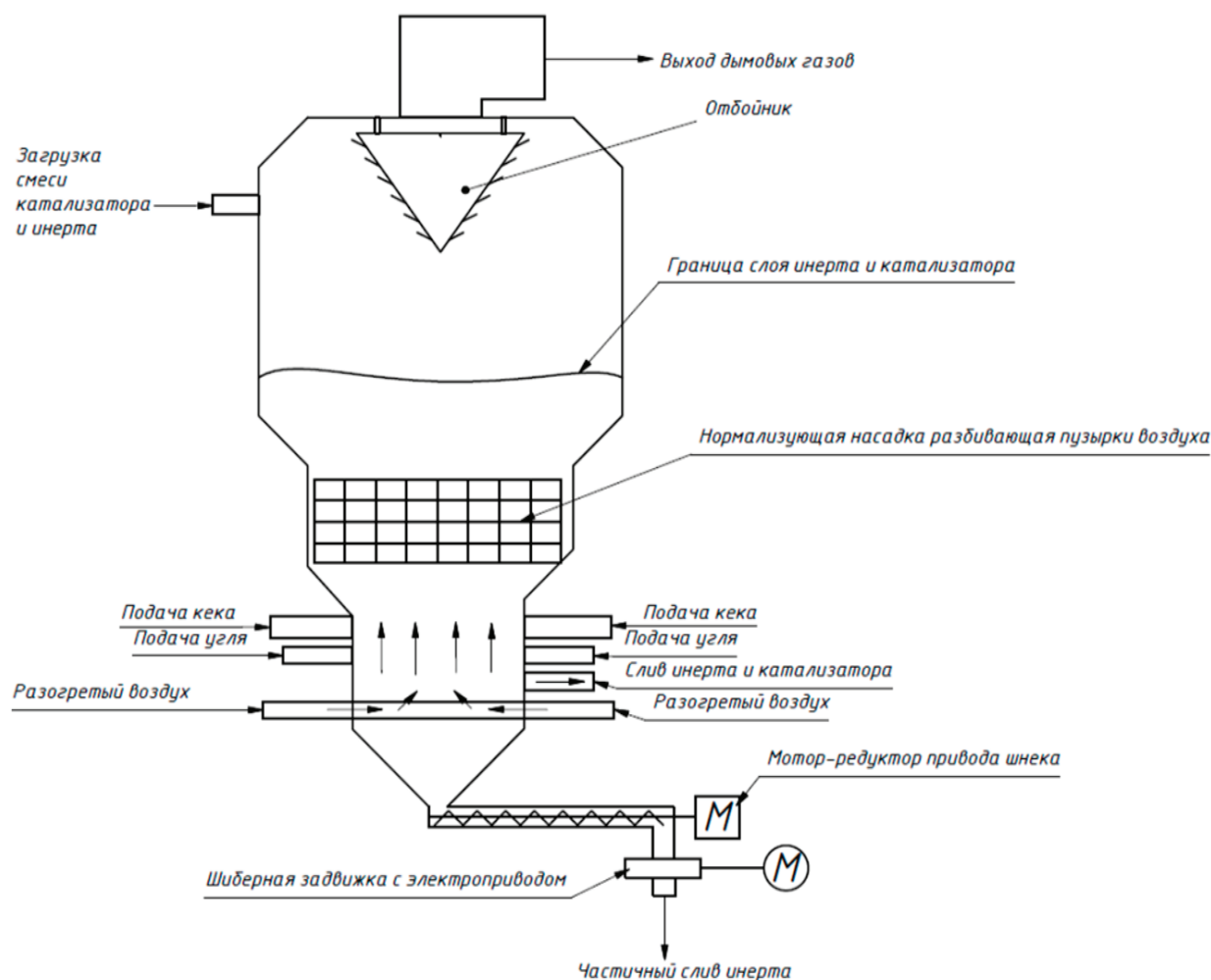


Рис. 2. Принципиальная схема каталитического реактора

и воздуха, прошедшего через реактор, обеспечит поддержание температуры воздуха, подаваемого на окисление (горение) кека.

Необходимо увеличить диаметр средней части реактора и высоту верхней части реактора. Увеличение высоты диаметра цилиндров реактора и, соответственно,

подъем сепаратора способно компенсировать выявленный недостаток.

Перечисленные мероприятия позволяют улучшить эффективность работы модуля термокаталитического окисления осадков сточных вод и повысить его производительность.

#### Литература:

1. Методика оценки технологической эффективности работы городских очистных сооружений канализации. М., Стройиздат, 1987.
2. Методы доочистки сточных вод. Н. А. Лукиных и др., М., Стройиздат, 1978 г.
3. Наладка и эксплуатация очистных сооружений городской канализации. Эль М. А., Эль Ю. Ф., М., Стройиздат, 1977 г.
4. Оборудование водопроводных и канализационных сооружений. Б. А. Москвитин и др., М., Стройиздат, 1984 г.
5. Обработка осадков сточных вод. Туровский И. С., М., Стройиздат, 1982 г.
6. Проектирование очистных сооружений канализации. Колобанов С. К. и др., Киев, «Будівельник», 1977 г.
7. Проектная документация. Раздел 1 «Пояснительная записка». Том 1.1 1130-02-П-ПЗ.1 С изм. от 25.07.2020.
8. Рабочая конструкторская документация СПКБЭ.РК.00.00.00.000 РД. Реактор каталитический.
9. Теплофикационный модуль термокаталитического окисления осадков сточных вод очистных сооружений канализации г. Омска. Первый этап строительства. Рабочая документация. Технологические решения. Основной комплект чертежей 0219/ТМО-ТХ Книга 1.
10. Техническое задание на выполнение комплекса работ «под ключ» объекта: «Теплофикационный модуль термокаталитического окисления осадков сточных вод очистных сооружений канализации г. Омска. Первый этап строительства».

## Концепция адаптивно-ситуационного управления выполнением опытно-конструкторских работ при разработке космических систем в условиях неопределенности

Левченко Константин Дмитриевич, системный аналитик

Научный руководитель: Зеркин Дмитрий Георгиевич, кандидат технических наук, главный эксперт

АО «Российские космические системы» (г. Москва)

Статья постановочная и посвящена вопросам адаптивно-ситуационного управления опытно-конструкторскими работами (ОКР) в рамках разработки космических систем в условиях неопределенности. Авторы рассматривают ОКР как ключевую часть инновационного проекта, от которой зависит качество конечного продукта. Цель исследования заключается в формировании концепции разработки единого подхода к планированию и мониторингу состояния ОКР на протяжении всего срока его выполнения для снижения рисков и обеспечения оперативного управления для достижения качественного выполнения ОКР в установленные сроки.

**Ключевые слова:** инновационный проект, жизненный цикл, факторы, неопределенность, управление по цели, гибкая траектория.

### Введение

Организации, входящие в Госкорпорацию «Роскосмос», являются наукоемкими предприятиями, производящими инновационный продукт — сложные технические системы космического назначения.

Инновационный продукт — это результат инновационного проекта, который выступает как комплекс мероприятий, направленных на создание продукта.

В научной литературе существуют различные подходы к определению инновационного проекта, но все они [1] сводятся к тому, что это комплекс НИР, ОКР, организационные, производственные, финансовые и других

мероприятия, увязанные по ресурсам, срокам и исполнителям, оформленные комплектом проектной документации и направленные на получение нового продукта (рис.1).

Таким образом, ОКР является составной частью процесса создания инновационного продукта, от которой будет зависеть итог проводимых работ — его качество.

Исследования, проведенные руководством и экспертами Дирекции научно-технических программ Минобрнауки России [2], показали, что существуют факторы, приводящие к увеличению продолжительности сроков выполнения ОКР и это не обязательно вид финансирования работ (рис. 2).

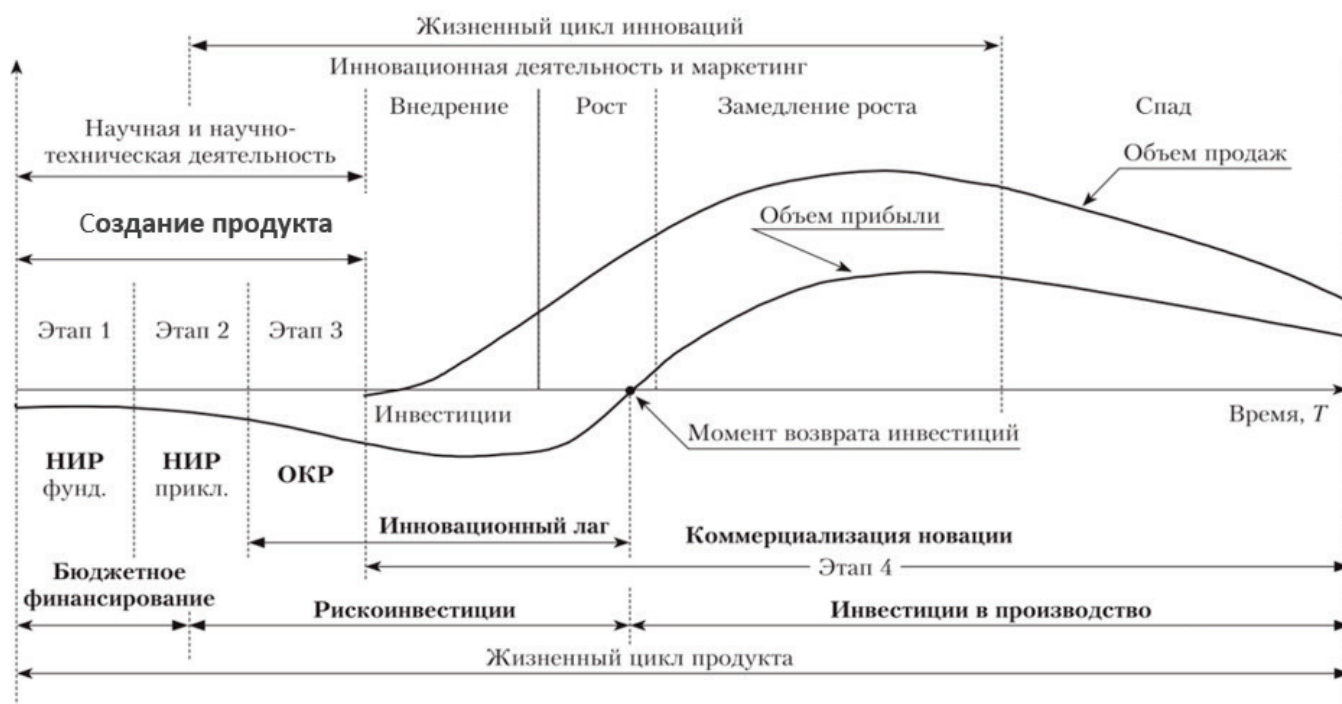


Рис. 1. Жизненный цикл инновационного продукта

Длительность цикла создания продукта во многом зависит от состояния экономики [3] и реакции системы управления в ходе создания продукта [4].

Если хотим занимать достойное для страны место в сфере создания высокотехнологичной продукта, то необходимо находить способы сокращения продолжительности цикла создания и, соответственно, рисков получения требуемого результата (рис.3).

Проводимые исследования посвящены формированию гипотезы разработки единого подхода к планированию и мониторингу состояния ОКР на протяжении всего срока его выполнения для снижения рисков и обеспечения оперативного управления для достижения качественного выполнения ОКР в установленные сроки.

**Адаптивно-ситуационное управление выполнением ОКР.** Основой планирования выполнением ОКР является создание плана, который включает в себя последовательность шагов, мероприятий или задач, направленных на достижение целей работ в рамках определённых сроков и при установленных ограничениях.

На сегодня самым доступным и общепринятым методом планирования достижения фактического результата — Rф является сетевое планирование (рис.4). Основой которого является определение раннего и позднего времени начала выполнения работ-событий, с определением резерва времени по каждому событию и критического пути.

Выполнение ОКР по созданию сложной технической системы космического назначения имеет ряд взаимосвязанных стадий, каждая из которых имеет свои особенности, обеспечение и требуемую продолжительность (рис. 5).

Каждая стадия выполнения ОКР имеет этапы планирование, выполнения и формирования отчета. Практика показывает, что в ходе выполнения работ по ОКР часто появляется необходимость корректировки первоначального плана, так как при первоначальном планировании невозможно учесть все возможные нюансы выполнения работ. Данные нюансы связаны прежде всего с возникновением в ходе выполнения работ факторов, которые являются источником неопределенностей и оказывают существенное влияние на ход выполнения работ.

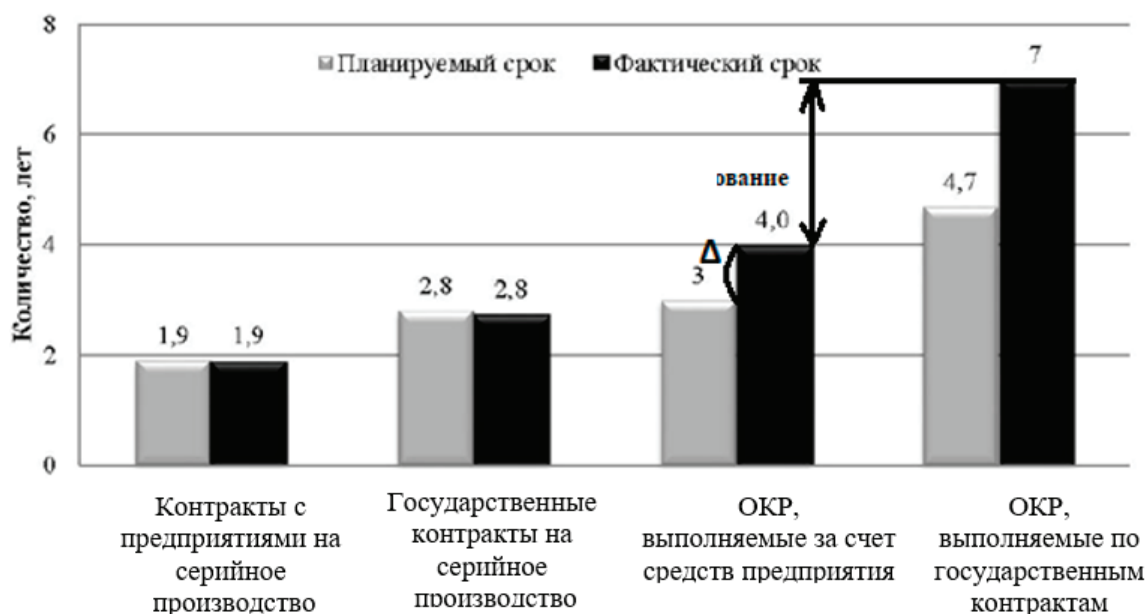


Рис. 2. Длительности проведения ОКР при различном финансировании



Рис. 3. Зависимость продолжительности цикла создания продукта от состояния экономики



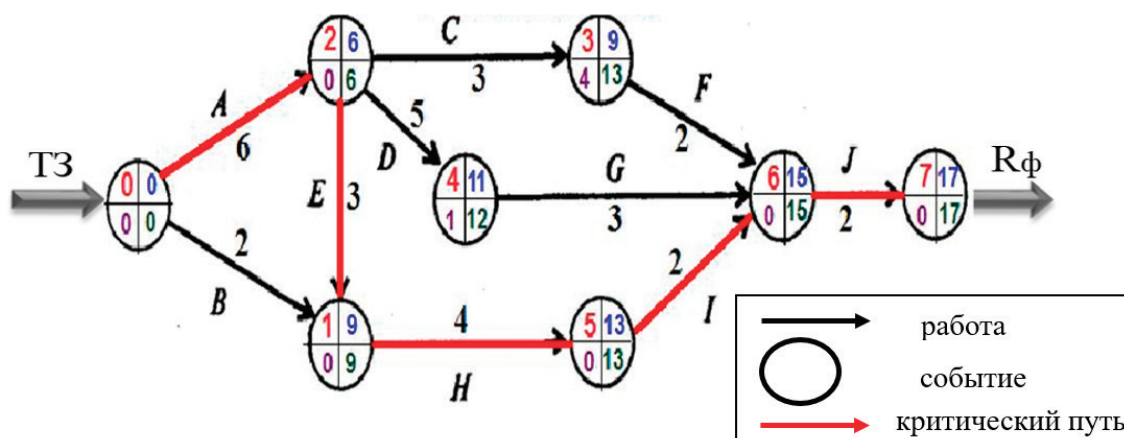


Рис. 4. Сетевое планирование

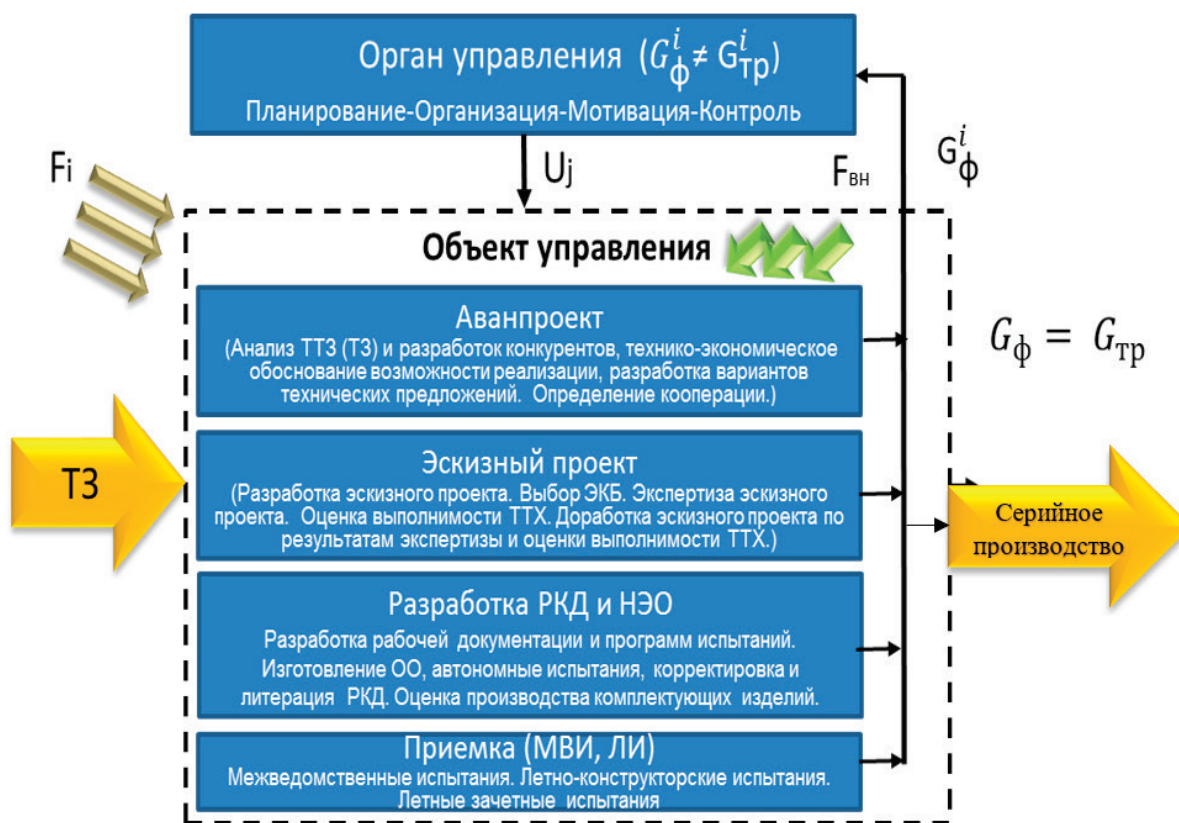


Рис. 5 Стадии и процесс управления выполнением ОКР

Сравнительный анализ отечественных и зарубежных подходов и методик к управлению разработкой сложных технических систем показал, что если отечественная практика основана на стремлении учета максимально возможных особенностей — факторов при планировании работ, и в дальнейшем осуществление функции контроля выполнения плана, то зарубежные методики основаны, после этапа планирования, на контроле и нейтрализации факторов, оказывающие влияние на выполнение плана [5, 6].

В период выполнения на ОКР, как на любую систему, могут оказывать влияние факторы как внутренние- $F_{вн}(t)$ , так и внешние- $F_i(t)$ , которые формируют степень опреде-

ленности системы (рис. 6), и имеющие свои методы решения [7]. При этом под неопределённостью будем понимать — отсутствие или неполнота информации об условиях реализации проекта, в том числе о связанных с ними затратах и результатах.

Таким образом при планировании и в дальнейшем корректировке планов целесообразно решать задачу с учетом факторов- $F_i(t)$ , оказывающие влияние на процесс достижения цели ОКР — обеспечения требуемого качества выполнения работ в установленные сроки-  $G_u(t_{уст})$ .

Вербальная постановка задачи — сформировать и обосновать такое управление выполнением мероприятий



Рис. 6. Методы принятия управленческого решения с учетом факторов

ОКР –  $U_{ц}$  в фактических условиях деятельности- $F_j(t)$ , при котором будет достигнуто требуемое качество результата ОКР за установленные время —  $G_{ц}(t_{уст})$  и обеспечение выполнения запланированных мероприятий-  $Q_{уст}$ .

Решение поставленной задачи основано на концепции адаптивно-ситуационного управления работами ОКР с определением гибкой траектории достижения цели (рис.7):

— план выполнения ОКР является одной из траекторий в трубке возможных траекторий- $G_{пл}$ ;

— при нарушении первоначального плана и необходимости его корректировки осуществляется поиск, формирование и обоснование адаптивно-ситуационной траектории — гибкой траектории, с определением необходимой степени обеспеченности и уровнем риска достижения цели;

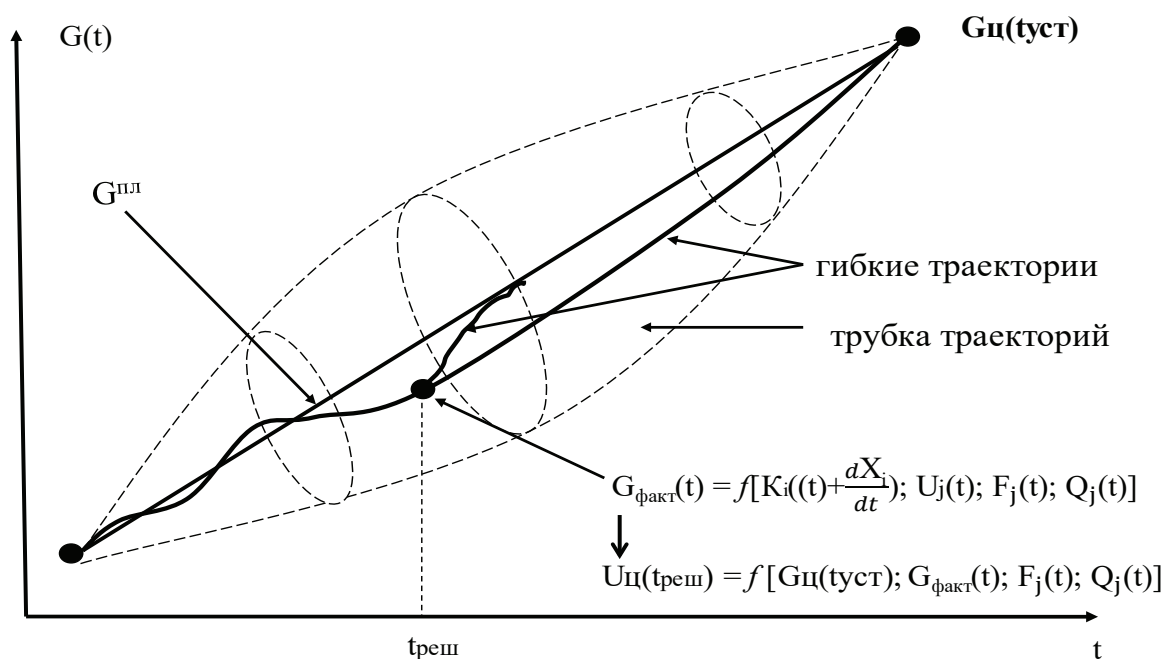


Рис. 7. Графическая интерпретация концепции адаптивно-ситуационного управления

— каждая из гибких траекторий описывается уравнением:

$$U_{ц}^{реш}(t_{реш}) = f [G_{ц}(t_{уст}); G_{факт}(t); F_j(t); Q_j(t)],$$

сформированная на основе корреляционно-регрессионного анализа и формирует математическую модель оперативного управления.

Реализация данного подхода позволит управление ОКР осуществлять на основе формирования и анализа математической модели, которая будет основой гибкой траектории достижения цели. Управление основано воздействием на показатели деятельности —  $X_j$  при выполнении ОКР, учтенные в математической модели. Их количественное определение по обеспечению достижения требований технического задания и будет решением задачи управления по цели.

#### Литература:

1. Профатилов Д. А. Инновационный проект: дискуссия в области понятийного аппарата // Д. А. Профатилов // Вектор науки ТГУ. — 2014. — № 3 (29). С.218–222.
2. Зинов В. Г., Шурматов К. В., Комаров А. В. Анализ практического опыта формирования комплексных научно-технических проектов: статья // Экономика науки. 2018. Т. 4. № 4. С. 272–281.
3. Черняховская Л. Р., Никулина Н. О., Малахова А. И. Оценка эффективности инновационного проекта методом параметрического прогнозирования // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 12. С. 75–81.
4. Городнова Н. В., Хайкин В. З. Различные методы оценки эффективности систем корпоративного управления крупными интегрированными структурами // Проблемы экономики и управления предприятиями, отраслями, комплексами: монография / Под общ. ред. С. С. Чернова. — Книга 4. — Новосибирск: ЦРНС — Изд-во «СИБ-ПРИНТ», 2008. С. 144–174.
5. Khalife M. A., Dunay A., Illés C. B. Bibliometric Analysis of Articles on Project Management Research. Periodica Polytechnica Social and Management Sciences. 2021. No. 29 (1). P. 70–83.
6. Ушаков Д. С. Классификация и описание современных подходов и методик управления проектами // Вестник ММА 2022. № 2. С. 203–209.
7. Левин В. И. Интервальная математика и исследование систем в условиях неопределенности / В. И. Левин; [М-во общ. и проф. образования РФ, Пенз. технол. ин-т]. — Пенза: Изд-во ПГТУ, 1998. — 54 с.

#### Заключение

Таким образом формирование адаптивно-ситуационного управления выполнением ОКР на основе рассматриваемой концепции, позволит обеспечить лицо принимающее решение набором обоснованных предложений по корректировке плана выполнения работ основанные на:

- 1) математическом моделировании и определении гибких траекторий достижения цели ОКР;
- 2) формировании и оценки альтернативных вариантов корректировки первичного плана выполнения работ;
- 3) учета при выработке управляющего воздействия возможности реализации с учетом ограничений по обеспечению работ;
- 4) обеспечение оперативности принятия управленческого решения с прогнозированием конечного результата.

## Создание цифровой модели работы проектировщика как основа для улучшения взаимодействия и операционной эффективности

Поведа Иван Васильевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Мордовкин Дмитрий Сергеевич, кандидат технических наук, доцент

Высшая школа системного инжиниринга Московского физико-технического института (г. Долгопрудный)

В статье рассматривается проблема низкой прозрачности и неформализованности ежедневной работы инженеров-проектировщиков, в особенности ведущих инженеров, руководящих малыми проектными группами. Анализируются последствия «информационного вакуума» — ошибки взаимодействия, срывы сроков, неэффективное использование ресурсов. В качестве решения предлагается методология создания динамической цифровой модели работы проектировщика, основанная на принципах системного инжиниринга. Детально разбираются ключевые тезисы предлагаемого подхода, проводится имитационное моделирование в среде AnyLogic процесса управления малой проектной группой под руководством ведущего инженера с применением поведенческой аналитики процессов. Модель формализует действия, решения и информационные потоки, выступая единым источником истины. Практическая реализация модели позво-

ляет значительно улучшить координацию внутри группы и с другими отделами, выявить и автоматизировать рутинные операции, что приводит к повышению операционной эффективности и закладывает основу для создания самообучающейся проектной организации.

**Ключевые слова:** цифровая модель процесса, проектировщик, ведущий инженер, операционная эффективность, системный инжиниринг, AnyLogic, имитационное моделирование, поведенческая аналитика, малая проектная группа, бизнес-процесс, проектная документация, взаимодействие.

## Введение

### Актуальность проблемы

Современная проектная деятельность в строительной отрасли характеризуется возрастающей сложностью и многозадачностью. Несмотря на активное внедрение технологий информационного моделирования (BIM), многие внутренние процессы остаются слабо формализованными. Согласно исследованиям, до 80 % строительных проектов сталкиваются с превышением бюджета и сроков, причем значительная доля проблем обусловлена недостатками в проектной документации (ПД), возникающими на этапе ее разработки.

Особую остроту эта проблема приобретает на уровне малых проектных групп, которыми руководит ведущий инженер. Ведущий инженер — это ключевой специалист, совмещающий функции руководителя группы из 3–4 инженеров и исполнителя наиболее ответственных работ: сложных расчетов, разработки ключевых чертежей, проведения верификации результатов. Именно на этом уровне управления возникает «информационный вакуум» — отсутствие четкой, актуальной и общедоступной информации о текущем статусе задач, принимаемых решениях, возникающих проблемах и используемых ресурсах.

Проявления этого вакуума многогранны:

- **Локальная фрагментированность данных:** члены группы и ведущий инженер могут использовать разные подходы, версии файлов или локальные базы данных, что приводит к ошибкам и несогласованности в работе.
- **Неэффективная внутренняя координация:** ведущий инженер тратит значительное время на устный опрос подчиненных о статусе работ, ручное распределение задач и поиск информации, вместо решения сложных инженерных проблем.
- **«Узкие места» в принятии решений:** поскольку ведущий инженер является и руководителем, и ключевым исполнителем, его рабочее время становится критическим ресурсом. Неформализованность процессов приводит к его перегрузке оперативными координационными задачами в ущерб качеству выполнения ответственных расчетов.
- **Слабая видимость для внешних стейкхолдеров:** руководство проекта и смежные отделы не имеют прозрачного и автоматизированного доступа к информации о прогрессе работы группы, что затрудняет общую координацию и своевременное принятие управленческих решений.

Таким образом, отсутствие цифровой модели работы малой проектной группы под руководством ведущего инженера является значительным барьером на пути повышения общей операционной эффективности проектной организации.

## 1. Концепция цифровой модели работы проектировщика

Динамическая цифровая модель работы проектировщика, и, в частности, ведущего инженера, представляет собой формализованное, актуальное и доступное для анализа отображение его операционной деятельности в контексте управления группой и выполнения профессиональных задач. Это не статичный документ, а «живой» цифровой двойник, интегрированный в повседневные рабочие процессы.

Ключевые характеристики такой модели:

- **Динамичность и актуальность:** модель обновляется в реальном времени или с минимальной задержкой, отражая текущее состояние задач, загрузку ресурсов и возникающие проблемы.
- **Комплексная формализация:** модель охватывает не только инженерно-технические задачи (расчеты, чертежи), но и управленческие (постановка задач, контроль, координация).
- **Интеграция:** модель агрегирует данные из различных источников: САПР, расчетные комплексы, системы управления задачами (JIRA, Redmine), почта и корпоративные мессенджеры.
- **Визуализация:** данные представлены в виде интуитивно понятных дашбордов, графиков и диаграмм, обеспечивающих быстрое восприятие информации.

Для ведущего инженера такая модель становится центральным пультом управления своей группой и собственной рабочей нагрузкой.

## 2. Основа модели: Данные и процессы

Эффективность цифровой модели определяется качеством и структурой данных, которые ее питают. Основу модели составляют два взаимосвязанных компонента.

### 2.1. Объективные метрики и данные

Это количественные и качественные показатели, собираемые в автоматическом или полуавтоматическом режиме.

#### Метрики процессов:

- Время выполнения типовых операций (разработка чертежа узла, проведение поверочного расчета).
- Длительность цикла согласования внутри группы.
- Количество итераций (переделок) по каждой задаче.
- Время реакции ведущего инженера на запросы от членов группы.

#### Метрики ресурсов:

- Текущая загрузка каждого инженера в группе (в разрезе задач).
- Статус и версия рабочих файлов (чертежей, расчетов).
- Утилизация программного обеспечения и вычислительных ресурсов.

#### Метрики результатов:

- Количество выявленных ошибок на внутреннем контроле.
- Соответствие сроков выполнения задач плановым показателям.

### 2.2. Структурированные Workflows (процессные потоки)

Это формализованные сценарии выполнения работ, которые кодифицируют лучшие практики и опыт ведущего инженера.

– **Процесс выполнения комплексного расчета:** описывает этапы: получение исходных данных → выбор методики расчета → проведение расчета в ПО → верификация результатов старшим инженером → утверждение результатов ведущим инженером → внесение данных в отчет.

– **Процесс разработки чертежа:** включает stages: создание эскиза → детализация → проверка на коллизии → внутреннее согласование → выпуск версии.

– **Процесс управления задачами:** регламентирует процесс: поступление задачи от руководителя проекта → декомпозиция ведущим инженером → постановка задач исполнителям → контроль исполнения → консолидация результатов → отчетность.

**Процессные потоки** превращают неявные знания и индивидуальный стиль работы ведущего инженера в стандартизированные, измеримые, обучаемые и постоянно улучшаемые процессы.

## 3. Методология построения модели на основе структурного анализа

Для построения релевантной и эффективной цифровой модели необходим системный подход, основанный на методах структурного анализа.

### 3.1. Функциональная декомпозиция работы ведущего инженера

Процесс работы ведущего инженера и его группы разбивается на иерархическую структуру функций. Это позволяет систематизировать все виды деятельности.

**Уровень 0:** Управление разработкой ПД или РД.

**Уровень 1:**

- *Техническое руководство группой* (распределение задач, методическая помощь, контроль качества).
- *Выполнение ответственных работ* (сложные расчеты, выпуск рабочих чертежей).
- *Взаимодействие со смежными отделами* (согласование интерфейсов, получение исходных данных).
- *Отчетность перед руководством проекта.*

**Уровень 2 (детализация для «Выполнения ответственных работ»):**

- Анализ и верификация исходных данных.
- Выбор и обоснование расчетной модели.
- Проведение расчета с использованием ПО (например, ЛИРА-САПР, SCAD).
- Анализ и интерпретация результатов.



- Формирование выводов и рекомендаций.
  - Оформление расчетно-пояснительной записки.
- Декомпозиция выявляет дублирование функций и зоны потенциальной оптимизации.

### 3.2. Визуализация взаимосвязей с помощью $N^2$ -диаграммы

$N^2$ -диаграмма эффективна для анализа интерфейсов между задачами, выполняемыми членами группы. Матрица наглядно показывает, как выходные данные одной задачи (например, «Эскизный чертеж от инженера-конструктора») являются входными для другой («Детализовка от инженера-чертежника»). Это позволяет проактивно управлять зависимостями внутри группы.

**Цель:** Визуализировать логические взаимосвязи между ключевыми функциями процесса оптимизации работы малой проектной группы.

**Элементы системы:**

1. **Анализ процесса:** Сбор и анализ данных о текущей работе группы.
2. **Визуализация:** Создание дашбордов и схем рабочих процессов.
3. **Автоматизация:** Внедрение RPA и автоматических уведомлений.
4. **Прозрачность:** Обеспечение видимости статусов задач и загрузки для всех участников.
5. **Оценка:** Анализ метрик для непрерывного улучшения.

**Матрица взаимодействий  $N^2$ :**

Элементы	1. Анализ	2. Визуализация	3. Автоматизация	4. Прозрачность	5. Оценка
1. Анализ процесса	-	И	И	У	И
2. Визуализация	И	-	А	И	→
3. Автоматизация	И	А	-	А	И
4. Прозрачность	У	И	А	-	У
5. Оценка	И	→	И	У	-

**Условные обозначения:**

- И — Информационный обмен (данные, документы).
- У — Управляющее воздействие (контроль, команды, регламенты).
- А — Автоматизированный процесс/триггер.
- — Односторонняя передача данных.

**Ключевые выводы по  $N^2$ -диаграмме:**

- **Автоматизация критически зависит от Визуализации:** Готовые схемы процессов (из Визуализации) являются входными данными для настройки RPA-сценариев (Автоматизация).
- **Оценка замыкает цикл улучшений:** данные от всех этапов (Анализ, Прозрачность) стекаются в Оценку, что позволяет корректировать как сам анализируемый процесс, так и методику оптимизации (управляющие воздействия на Анализ и Прозрачность).
- **Прозрачность — центральный элемент:** она получает данные от Визуализации и Автоматизации, а сама оказывает управляющее воздействие на процесс, делая его более организованным.

### 3.3. Детализация интерфейсов с помощью $I^2$ -диаграммы

$I^2$ -диаграмма (Interface Integration Diagram) определяет техническую реализацию связей, выявленных на  $N^2$ -диаграмме. Для малой группы это могут быть:

- **Интерфейс «Расчетное ПО → Система управления задачами»:** Автоматическая загрузка результатов расчета в карточку задачи.
- **Интерфейс «Система управления задачами → Корпоративный мессенджер»:** Автоуведомление ведущего инженера о завершении этапа работы.
- **Интерфейс «САПР → Общее сетевое хранилище»:** Автоматическая проверка версионности файлов и блокировка возможности одновременного редактирования.

**Цель:** Детализировать физические и программные интерфейсы между компонентами цифровой модели, определяя технологии и форматы обмена данными.

- Ключевые компоненты системы:**
- **Визуализация (Дашборд):** Например, Power BI/Tableau.
  - **RPA-платформа:** Например, UiPath.
  - **ИИ-модуль:** NLP-движок для анализа документов и чат-бот для поддержки.
  - **Управление проектами (PMS):** Например, Jira.
  - **База знаний (Wiki):** Например, Confluence.
  - **Файловое хранилище:** Сетевой диск или SharePoint.
  - **Расчетное ПО:** Например, ЛИРА-САПР.

Матрица интерфейсов I<sup>2</sup>:

Компоненты	→ Визуализация	→ RPA	→ ИИ-модуль	→ Упр. проектами	→ База знаний	→ Файловое хранилище	→ Расчетное ПО
Визуализация	-	API (REST/JSON)	-	API (REST/JSON)	- (через PMS)	- (через PMS)	-
RPA	Webhooks	-	API (gRPC)	API (REST/JSON)	SQL-запросы	ФС- мониторинг	UI Automation
ИИ-модуль	- (через PMS)	gRPC	-	- (через RPA)	ElasticSearch	- (через RPA)	-
Упр. проектами	REST API	REST API	- (через RPA)	-	REST API	REST API	-
База знаний	- (через PMS)	SQL	ElasticSearch	REST API	-	- (встроено)	-
Файловое хранилище	- (через PMS)	ФС-события	- (через RPA)	REST API	- (встроено)	-	-
Расчетное ПО	- (через RPA)	UI Automation	-	- (через RPA)	-	ФС- мониторинг	-

- Пояснение технологий интерфейсов:**
- **API (REST/JSON):** Стандартный способ интеграции веб-сервисов (Jira, Power BI, UiPath Orchestrator).
  - **gRPC:** Высокоскоростной бинарный протокол для эффективного обмена между RPA и ИИ-модулем, критичный к задержкам.
  - **Webhooks:** Механизм для push-уведомлений (например, RPA триггерит обновление дашборда).
  - **SQL-запросы:** Прямое чтение данных RPA-ботом из базы знаний (Confluence).
  - **UI Automation:** Автоматизация взаимодействия с интерфейсом Расчетного ПО, где отсутствует API.
  - **ФС-мониторинг:** Отслеживание изменений в файлах на сетевом хранилище (появление новых чертежей, расчетов).
  - **ElasticSearch:** Использование поискового движка для индексации и быстрого поиска по документам в базе знаний.

- Критические точки интеграции и рекомендации:**
1. **RPA ↔ Расчетное ПО:** Наиболее хрупкое звено из-за использования UI Automation. **Рекомендация:** Разработать стандартные шаблоны именования файлов и структуры папок для минимизации ошибок.
  2. **RPA ↔ ИИ-модуль:** Требуется низкая задержка. **Рекомендация:** Использовать асинхронную очередь сообщений (например, RabbitMQ) для буферизации запросов.
  3. **Визуализация ↔ Управление проектами:** Ключевой интерфейс для прозрачности. **Рекомендация:** Стандартизировать JSON-схемы для передаваемых данных о задачах и статусах.

Для верификации концепции и количественной оценки потенциальных выгод была разработана имитационная модель в среде AnyLogic. Модель фокусируется на процессе работы малой группы (4 человека: ведущий инженер и 3 рядовых инженера) над разработкой раздела «Конструктивные решения» (КР).

4. Имитационное моделирование процесса работы малой группы под руководством ведущего инженера в AnyLogic

4.1. Цель моделирования:

- Оценить влияние неформализованности процессов на продолжительность проекта, загрузку ведущего инженера и общую производительность группы.

- Проверить эффективность внедрения элементов цифровой модели (стандартизированные процессы, автоматизация уведомлений, единый дашборд).

#### 4.2. Описание модели:

##### Сущности (Entities):

- *Задачи на проектирование*: поступают в группу в соответствии с общим проектным планом. Имеют тип: «Типовой чертеж», «Сложный чертеж», «Поверочный расчет», «Комплексный расчет».
- *Запросы на согласование*: возникают от смежных отделов (АР, ОВ и т. д.).

##### Агенты (Agents):

1) *Ведущий инженер (ВИ)*: Ключевой агент. Его состояния:

- Свободен
- Выполнение сложного расчета/чертежа
- Проверка работы инженера
- Координация (устный опрос, поиск информации, решение проблем)
- Взаимодействие со смежными отделами

2) *Инженеры (х3)*: Их состояния:

- Свободен
- Работа над задачей
- Ожидание проверки ВИ
- Ожидание исходных данных

Структура агентов и переменных

java

 Copy  Download

```
// Главный класс модели
public class ProjectTeamModel extends Simulation {

    // Параметры модели
    double MEAN_INTERARRIVAL_TIME = 8; // часов между задачами
    double ASSIGNMENT_TIME_ASIS = 0.5; // часов на ручное назначение
    double ASSIGNMENT_TIME_TOBE = 0.1; // часов на автоматическое назначение
    double COORDINATION_TIME_ASIS = 2.0; // часов на координацию
    double COORDINATION_TIME_TOBE = 0.8; // часов на координацию с цифровой моделью
    double REWORK_PROBABILITY_ASIS = 0.3;
    double REWORK_PROBABILITY_TOBE = 0.15;

    // Статистика
    Statistics cycleTimeStats = new Statistics("Cycle Time");
    Statistics leadEngineerUtilization = new Statistics("Lead Engineer Utilization");
    Statistics engineerUtilization = new Statistics("Engineer Utilization");

    // Режим работы (true - "Будущее состояние", false - "Как есть")
    boolean digitalModelEnabled = false;

    // Ресурсы
    ResourcePool leadEngineer;
    ResourcePool engineers;

    // Коллекции для хранения данных
    List<Task> completedTasks = new ArrayList<>();
    List<Task> pendingTasks = new ArrayList<>();

    // Дашборд элементы
    Histogram cycleTimeHistogram;
    TimePlot utilizationPlot;
    TimePlot completedTasksPlot;
    TextLabel queueLengthLabel;
}
```

Класс агента «Задача» (Task)

```
java Copy Download  
  
public class Task extends Agent {  
  
    // Типы задач  
    enum TaskType {  
        STANDARD_DRAWING,  
        COMPLEX_DRAWING,  
        VERIFICATION_CALC,  
        COMPLEX_CALCULATION  
    }  
  
    // Параметры задачи  
    TaskType type;  
    double creationTime;  
    double startTime;  
    double completionTime;  
    int revisionCount = 0;  
    Engineer assignedEngineer;  
    boolean needsRework = false;  
  
    // Конструктор  
    public Task(Agent owner, TaskType taskType) {  
        super(owner);  
        this.type = taskType;  
        this.creationTime = getModel().getTime();  
    }  
  
    // Расчет времени выполнения в зависимости от типа задачи  
    public double getWorkDuration() {  
        switch(type) {  
            case STANDARD_DRAWING:  
                return triangular(2, 4, 6);  
            case COMPLEX_DRAWING:  
                return triangular(6, 10, 14);  
            case VERIFICATION_CALC:  
                return triangular(3, 5, 8);  
            case COMPLEX_CALCULATION:  
                return triangular(8, 12, 16);  
            default:  
                return 4;  
        }  
    }  
  
    // Проверка необходимости доработки  
    public boolean checkRework() {  
        double reworkProb = ((ProjectTeamModel)getModel()).digitalModelEnabled ?  
            REWORK_PROBABILITY_TOBE : REWORK_PROBABILITY_ASIS;  
        needsRework = uniform() < reworkProb;  
        if (needsRework) revisionCount++;  
        return needsRework;  
    }  
}
```

# Класс агента «Ведущий инженер» (LeadEngineer)

```
public class LeadEngineer extends Agent {

    // Statechart для моделирования поведения
    Statechart statechart;

    // Состояния
    State FREE = new State("Свободен");
    State ANALYZING_TASK = new State("Анализ заявки");
    State COORDINATING = new State("Координация");
    State COMPLEX_CALCULATION = new State("Сложный расчет");
    State CHECKING_WORK = new State("Проверка работы");

    // Переменные состояния
    double busyStartTime = 0;
    double totalBusyTime = 0;

    public LeadEngineer(Agent owner) {
        super(owner);

        // Создание statechart
        statechart = new Statechart(this);
        statechart.setInitialState(FREE);

        // Переходы между состояниями
        statechart.addTransition(FREE, ANALYZING_TASK,
            msg -> msg instanceof TaskMessage && ((TaskMessage)msg).getType() == MessageType
            e.NEW_TASK);

        statechart.addTransition(ANALYZING_TASK, COORDINATING,
            msg -> msg instanceof TaskMessage && ((TaskMessage)msg).getType() == MessageType
            e.ANALYSIS_COMPLETE);

        statechart.addTransition(COORDINATING, FREE,
            msg -> msg instanceof TaskMessage && ((TaskMessage)msg).getType() == MessageType
            e.COORDINATION_COMPLETE);

        statechart.addTransition(FREE, COMPLEX_CALCULATION,
            msg -> msg instanceof ComplexTaskMessage);

        statechart.addTransition(COMPLEX_CALCULATION, FREE,
            msg -> msg instanceof TaskMessage && ((TaskMessage)msg).getType() == MessageType
            e.CALCULATION_COMPLETE);

        statechart.addTransition(FREE, CHECKING_WORK,
            msg -> msg instanceof TaskMessage && ((TaskMessage)msg).getType() == MessageType
            e.CHECK_REQUEST);

        statechart.addTransition(CHECKING_WORK, FREE,
            msg -> msg instanceof TaskMessage && ((TaskMessage)msg).getType() == MessageType
            e.CHECK_COMPLETE);

        // Действия при входе в состояние
        ANALYZING_TASK.setOnEnter(msg -> {
            busyStartTime = getModel().getTime();
            // Анализ занимает 2-4 часа
            hold(triangular(2, 3, 4));
            sendMessage(new TaskMessage(MessageType.ANALYSIS_COMPLETE));
        });

        COORDINATING.setOnEnter(msg -> {
            double coordTime = ((ProjectTeamModel)getModel()).digitalModelEnabled ?
                COORDINATION_TIME_TOBE : COORDINATION_TIME_ASIS;
            hold(triangular(coordTime * 0.5, coordTime, coordTime * 1.5));
            sendMessage(new TaskMessage(MessageType.COORDINATION_COMPLETE));
        });

        // Расчет текущей загрузки
        public double getCurrentUtilization() {
            return totalBusyTime / getModel().getTime();
        }
    }
}
```

## Процесс (Process Flow) для сценария «Как есть»:

1. Задача поступает в группу. Ведущий инженер вручную назначает ее инженеру (занимает время t\_assign).
2. Инженер работает над задачей. Если возникает проблема, он устно обращается к ВИ, прерывая его текущую работу.
3. После завершения работа ставится в очередь на Проверку ВИ.
4. ВИ проверяет работу. Вероятность p\_rework (30 %) что работа отправляется на доработку.
5. После успешной проверки ВИ тратит время на Координацию с другими отделами для передачи результатов.
6. Цикл повторяется.

## Процессная модель в AnyLogic

```
// Главный процесс
public void setupProcessModel() {

    // Источник задач
    source = new Source(this);
    source.setArrivalRate(1.0 / MEAN_INTERARRIVAL_TIME);
    source.setAgentClass(Task.class);
    source.setAgentNamePrefix("Task-");

    // Очередь на назначение
    assignmentQueue = new Queue(this);
    assignmentQueue.setCapacity(100);

    // Блок назначения задач
    taskAssignment = new Service(this);
    taskAssignment.setCapacity(1); // Только ведущий инженер назначает
    taskAssignment.setServiceTime(agent -> {
        Task task = (Task)agent;
        return ((ProjectTeamModel)getModel()).digitalModelEnabled ?
            ASSIGNMENT_TIME_TOBE : ASSIGNMENT_TIME_ASIS;
    });

    // Очередь на выполнение
    workQueue = new Queue(this);

    // Блок выполнения задач инженерами
    workExecution = new Service(this);
    workExecution.setCapacity(3); // 3 инженера
    workExecution.setServiceTime(agent -> {
        Task task = (Task)agent;
        return task.getWorkDuration();
    });

    // Очередь на проверку
    checkQueue = new Queue(this);

    // Блок проверки ведущим инженером
    qualityCheck = new Service(this);
    qualityCheck.setCapacity(1);
    qualityCheck.setServiceTime(triangular(1, 2, 3));

    // Блок проверки доработки
    reworkDecision = new SelectOutput(this);
    reworkDecision.setCondition(agent -> {
        Task task = (Task)agent;
        return task.checkRework();
    });

    // Сбор статистики при завершении задачи
    sink = new Sink(this);
    sink.setOnEnter(agent -> {
        Task task = (Task)agent;
        task.completionTime = getTime();
        double cycleTime = task.completionTime - task.creationTime;
        cycleTimeStats.add(cycleTime);
        completedTasks.add(task);
    });

    // Обновление дашборда
    updateDashboard();

    // Соединение блоков
    source.connect(assignmentQueue);
    assignmentQueue.connect(taskAssignment);
    taskAssignment.connect(workQueue);
    workQueue.connect(workExecution);
    workExecution.connect(checkQueue);
    checkQueue.connect(qualityCheck);
    qualityCheck.connect(reworkDecision);
    reworkDecision.connectTrue(workQueue); // Возврат на доработку
    reworkDecision.connectFalse(sink); // Завершение задачи
}
}
```



4.3. Сценарии моделирования:

- **Текущее состояние («Как есть»):** Характеризуется высоким временем на рутинную координацию (t\_coordination), частыми прерываниями ВИ, отсутствием приоритизации задач.
- **Внедрение цифровой модели («Будущее состояние»):**
  - 1) Автоматическое назначение типовых задач по заранее заданным правилам (снижает t\_assign).
  - 2) Внедрение системы тикетов для запросов к ВИ вместо устных обращений (снижает количество прерываний, проблемы фиксируются).
  - 3) Единый дашборд статусов задач (снижает время t\_coordination на устные опросы).
  - 4) Стандартизированные чек-листы для проверки работ (снижает время на проверку и вероятность p\_rework).

Результаты моделирования (условные цифры за период моделирования — 1 месяц):

Показатель	Текущее состояние («Как есть»)	С цифровой моделью («Будущее состояние»)	Изменение
Среднее время выполнения одной задачи группой	48 часов	32 часа	-33 %
Процент времени ВИ на высокоценную работу (расчеты)	35 %	55 %	+57 %
Процент времени ВИ на координацию и рутину	50 %	30 %	-40 %
Количество завершенных задач группой	30 шт.	45 шт.	+25 %
Коэффициент повторных доработок (p_rework)	30 %	15 %	-50 %
Простой инженеров в ожидании решений/проверок	20 %	8 %	-60 %

4.4. Визуализация в AnyLogic:

На дашборде модели в реальном времени отображаются:

- Диаграммы загрузки каждого члена группы (ВИ и инженеров).
- График накопленного количества завершенных задач.
- Визуализация очередей на проверку и обработку запросов.
- Динамика ключевых метрик (среднее время выполнения, уровень доработок).

```
// Создание дашборда
public void createDashboard() {

    // Гистограмма времени выполнения задач
    cycleTimeHistogram = new Histogram(400, 300, HISTOGRAM_ID);
    cycleTimeHistogram.setData(cycleTimeStats);
    cycleTimeHistogram.setTitle("Распределение времени выполнения задач");
    cycleTimeHistogram.setXLabel("Время (часы)");
    cycleTimeHistogram.setYLabel("Количество задач");
    cycleTimeHistogram.setPosition(50, 50);

    // График загрузки в реальном времени
    utilizationPlot = new TimePlot(400, 300);
    utilizationPlot.setTitle("Загрузка сотрудников");
    utilizationPlot.setXLabel("Время моделирования");
    utilizationPlot.setYLabel("Загрузка (%)");
    utilizationPlot.setRange(0, 100);

    // Добавление серий данных
    utilizationPlot.addSeries("Ведущий инженер", leadEngineerUtilization);
    utilizationPlot.addSeries("Инженеры", engineerUtilization);
    utilizationPlot.setPosition(500, 50);

    // График накопленного количества завершенных задач
    completedTasksPlot = new TimePlot(400, 300);
    completedTasksPlot.setTitle("Накопленное количество завершенных задач");
    completedTasksPlot.setXLabel("Время моделирования");
    completedTasksPlot.setYLabel("Количество задач");
    completedTasksPlot.setPosition(50, 400);

    // Текстовые метки для очередей
    queueLengthLabel = new TextLabel();
    queueLengthLabel.setText("Очередь на назначение: 0\nОчередь на проверку: 0");
    queueLengthLabel.setPosition(500, 400);

    // Кнопка переключения режима
    Button toggleMode = new Button();
    toggleMode.setText("Режим: Как есть");
    toggleMode.setAction(agent -> {
        digitalModelEnabled = !digitalModelEnabled;
        toggleMode.setText(digitalModelEnabled ? "Режим: Будущее состояние" : "Режим: Как ест
ь");
        resetSimulation();
    });
    toggleMode.setPosition(50, 20);

    // Обновление дашборда в реальном времени
    public void updateDashboard() {
        // Обновление загрузки
        double leadUtil = leadEngineer.getCurrentUtilization() * 100;
        double engUtil = engineers.getCurrentUtilization() * 100;

        leadEngineerUtilization.add(getTime(), leadUtil);
        engineerUtilization.add(getTime(), engUtil);

        // Обновление графика завершенных задач
        completedTasksPlot.addData(getTime(), completedTasks.size());

        // Обновление информации об очередях
        queueLengthLabel.setText(
            "Очередь на назначение: " + assignmentQueue.size() + "\n" +
            "Очередь на проверку: " + checkQueue.size() + "\n" +
            "Среднее время выполнения: " + String.format("%.1f", cycleTimeStats.mean()) + " ч\n" +
            "Коэффициент доработок: " + String.format("%.1f", getReworkRate() * 100) + "%"
        );

        // Расчет коэффициента доработок
        public double getReworkRate() {
            if (completedTasks.isEmpty()) return 0;

            long tasksWithRework = completedTasks.stream()
                .filter(task -> task.revisionCount > 0)
                .count();

            return (double) tasksWithRework / completedTasks.size();
        }
    }
}
```

#### 4.5. Вывод по моделированию:

Имитационное моделирование наглядно демонстрирует, что формализация процессов и ликвидация «информационного вакуума» вокруг работы малой группы под руководством ведущего инженера приводят к значительному повышению операционной эффективности. Ключевой результат — высвобождение времени ведущего инженера для выполнения его основной, наиболее квалифицированной работы, что напрямую повышает качество проектной документации и скорость ее выпуска.

### 5. Поведенческая аналитика процессов на основе имитационной модели в AnyLogic

Имитационное моделирование позволяет не только оценить временные и ресурсные метрики, но и провести глубокую **поведенческую аналитику** (Process Behavior Analysis). Эта аналитика направлена на выявление и понимание устойчивых паттернов, аномалий и причинно-следственных связей в работе малой проектной группы, что невозможно сделать с помощью статических диаграмм и опросов.

#### 5.1. Цели и методы поведенческой аналитики

Основная цель — перейти от констатации фактов («проект запаздывает») к пониманию поведенческих механизмов, вызывающих эти факты («проект запаздывает, потому что модель показывает кластеризацию задержек в состояниях «Ожидание проверки» после того, как ведущий инженер начинает работу над сложным расчетом»).

Для этого в AnyLogic используются:

- **Анализ временных рядов** ключевых показателей (KPI).
- **Корреляционный анализ** между различными событиями и метриками.
- **Анализ сценариев** (What-If analysis) для изучения реакции системы на изменения.
- **Статистический анализ** распределения времени пребывания в различных состояниях.

#### 5.2. Ключевые поведенческие паттерны, выявленные моделью

Моделирование работы группы в AnyLogic позволило идентифицировать несколько критических поведенческих паттернов.

##### Паттерн 1: «Каскадные задержки», вызванные режимом работы ведущего инженера

– **Описание:** когда ведущий инженер переходит в состояние Выполнение сложного расчета, он становится недоступен для оперативных проверок и координации. Это приводит к линейному росту очереди на проверку и переводу инженеров в состояние Ожидание. Анализ временных рядов показал, что средняя длина очереди на проверку коррелирует ( $R=0.85$ ) с продолжительностью непрерывной работы ВИ над сложной задачей.

– **Визуализация:** на графике зависимости «Количество задач в очереди на проверку» от «Времени» отчетливо видны пики, совпадающие с периодами глубокой погруженности ВИ в расчеты.

– **Поведенческое следствие:** текущая неформализованная система не имеет механизма приоритизации и «буферизации» запросов к ВИ. Его поведение как ключевого ресурса создает волнообразную нагрузку на всю группу.

##### Паттерн 2: «Цикл негативного подкрепления» в процессе доработок

– **Описание:** модель зафиксировала положительную обратную связь. Высокий процент доработок ( $p_{rework}$ ) ведет к увеличению времени, которое ВИ тратит на Проверку (так как растет недоверие к качеству). Это, в свою очередь, усугубляет Паттерн 1, увеличивая очередь и вынуждая инженеров торопиться, что потенциально повышает  $p_{rework}$  в следующих задачах.

– **Визуализация:** диаграмма разброса «Время проверки ВИ» от «Процента доработок» показывает явную кластеризацию данных в области высоких значений обоих показателей для сценария «Как есть».

– **Поведенческое следствие:** существующий процесс содержит порочный круг, где ошибки порождают условия для новых ошибок. Это системная, а не индивидуальная проблема.

##### Паттерн 3: «Неравномерность распределения знаний» внутри группы

– **Описание:** агент-ориентированная природа модели позволила отслеживать производительность каждого инженера. Анализ показал, что время выполнения однотипных задач разными инженерами может отличаться на 40–50 %. При этом, когда наиболее опытный инженер завершал свою задачу, он часто переходил в состояние Свободен, в то время как его коллеги испытывали трудности. Неформальная практика взаимопомощи существовала, но не была встроена в процесс и не фиксировалась моделью «Как есть».

– **Поведенческое следствие:** группа работает как набор индивидуумов, а не как единая команда с общим пулом знаний и взаимной поддержкой. Поведение системы discourages коллективное владение результатом.

### 5.3. Применение поведенческой аналитики для оптимизации процессов

Полученные инсайты позволяют перейти от абстрактной «оптимизации» к целенаправленным изменениям поведения системы.

– Для борьбы с Паттерном 1 в сценарий «Будущее состояние» был внедрен механизм «Окон согласования». Модель показала, что выделение двух фиксированных временных окон в день (например, 10:00–11:00 и 16:00–17:00), в течение которых ВИ занимается исключительно проверками и координацией, позволит «сгладить» пики очереди без значительного ущерба для его глубокой работы. Поведенческая аналитика помогла найти оптимальную продолжительность этих окон.

– Для разрыва Паттерна 2 была смоделирована система чек-листов и парного ревью (peer-review) для типовых задач. Моделирование показало, что даже если парное ревью увеличивает общее время на этапе «Работа над задачей» на 15 %, оно снижает  $r\_rework$  для ВИ на 60 %, что в итоге дает чистый выигрыш по времени выполнения задачи и кардинально снижает нагрузку на ВИ.

– Для устранения Паттерна 3 в цифровую модель была заложена функция автоматического назначения «ментора» для сложных задач. Если модель (на основе исторических данных) предсказывает, что задача будет амбициозной для конкретного инженера, она автоматически назначает ему в помощь наиболее компетентного в данной области коллегу. Это превращает неформальную помощь в управляемый процесс, ускоряя обучение и выравнивая компетенции в группе.

События для поведенческой аналитики

```
// Расчет эффективности системы менторства
public double calculateMentoringEfficiency() {
    if (!digitalModelEnabled) {
        // В сценарии "Как есть" базисом для неформальной и не отслеживаемой
        return 0.1; // Низкая эффективность
    }

    // В сценарии "Будущее состояние" отслеживаем формальные сессии менторства
    int totalMentoringSessions = getCompletedMentoringSessions().size();
    int successfulMentoringSessions = (int) getCompletedMentoringSessions().stream()
        .filter(session -> session.isSuccessful())
        .count();

    if (totalMentoringSessions == 0) return 0.0;

    return (double) successfulMentoringSessions / totalMentoringSessions;
}

// Класс для отслеживания сессий менторства
public class MentoringSession extends Agent {
    Engineer mentor;
    Engineer mentee;
    Task assistedTask;
    double startTime;
    double endTime;
    boolean isSuccessful;

    public MentoringSession(Agent owner, Engineer mentor, Engineer mentee, Task task) {
        super(owner);
        this.mentor = mentor;
        this.mentee = mentee;
        this.assistedTask = task;
        this.startTime = getModel().getTime();
        this.endTime = null;
        this.isSuccessful = false;
    }

    public void completeSession(boolean success) {
        this.endTime = getModel().getTime();
        this.isSuccessful = success;
    }
}
}
```

```
// Автоматическое назначение ментора для сложных задач
public void assignMentorIfNeeded(Task task, Engineer assignedEngineer) {
    if (!digitalModelEnabled) return;

    // Проверим, нужна ли помощь на основе исторических данных
    double predictedDifficulty = predictTaskDifficulty(task, assignedEngineer);

    if (predictedDifficulty > 0.7) { // Высокая сложность для данного инженера
        Engineer bestMentor = findBestMentor(task, assignedEngineer);

        if (bestMentor != null && bestMentor.isAvailable()) {
            // Создаем сессию менторства
            MentoringSession session = new MentoringSession(this, bestMentor, assignedEngineer, task);
            getMentoringSessions().add(session);

            // Логируем назначение ментора
            traceIn("Назначен ментор " + bestMentor.getName() +
                " для инженера " + assignedEngineer.getName() +
                " по задаче " + task.getName());
        }
    }
}

// Визуализация паттерна 3 на дашборде
public void updateKnowledgeDistributionDashboard(KnowledgeDistributionMetrics metrics) {
    // Создаем heatmap производительности инженера
    if (performanceHeatMap == null) {
        performanceHeatMap = new HeatMap(400, 300);
        performanceHeatMap.setTitle("Heat Map производительности инженера");
        performanceHeatMap.setXLabel("Инженеры");
        performanceHeatMap.setYLabel("Типы задач");
        performanceHeatMap.setPosition(950, 50);
    }

    // Обновляем данные heatmap
    updatePerformanceHeatMap(metrics);
}
```

```
// График неравномерности распределения знаний
if (knowledgeDistributionPlot == null) {
    knowledgeDistributionPlot = new TimePlot(400, 200);
    knowledgeDistributionPlot.setTitle("Динамика неравномерности знаний");
    knowledgeDistributionPlot.setXLabel("Время");
    knowledgeDistributionPlot.setYLabel("Коэффициент вариации");
    knowledgeDistributionPlot.addSeries("Неравномерность времени выполнения",
        new Statistics("Time Variation"));
    knowledgeDistributionPlot.setPosition(950, 400);
}

knowledgeDistributionPlot.getSeries(0).addData(getTime(),
    metrics.timeVariationCoefficient);

// Расчет корреляции между очередью и загрузкой (для паттерна 1)
public double calculateQueueCorrelation() {
    // Упрощенный расчет корреляции для демонстрации
    double avgQueue = (assignmentQueue.size() + checkQueue.size()) / 2.0;
    double loadUtil = loadEngineer.getCurrentUtilization();

    // В реальной модели здесь был бы полноценный статистический анализ
    return Math.min(0.85, avgQueue * loadUtil / 10.0);
}

// Расчет корреляции доработок и времени проблемы (для паттерна 2)
public double calculateReworkCorrelation() {
    // Упрощенный расчет для демонстрации
    double reworkRate = getReworkRate();
    double avgCheckTime = qualityCheck.getServiceTimeStats().mean();

    return Math.min(0.75, reworkRate * avgCheckTime / 5.0);
}
```

```
// Расчет метрик для паттерна 3
public KnowledgeDistributionMetrics calculateKnowledgeDistribution() {
    KnowledgeDistributionMetrics metrics = new KnowledgeDistributionMetrics();

    // Сбор данных по производительности каждого инженера
    List<Double> performanceTimes = new ArrayList<>();
    List<Double> workloadRatios = new ArrayList<>();

    for (Engineer engineer : getAllEngineers()) {
        // Время выполнения стандартных задач
        double avgTime = engineer.getAverageTaskTime(Task.TaskType.STANDARD_DRAWING);
        performanceTimes.add(avgTime);
        metrics.engineerPerformance.put(engineer, avgTime);

        // Коэффициент загрузки (работа/свободно)
        double workloadRatio = engineer.getBusyTime() / Math.max(1, engineer.getIdleTime());
        workloadRatios.add(workloadRatio);
    }

    // Расчет коэффициента вариации времени выполнения
    if (performanceTimes.size() > 1) {
        double mean = Statistics.mean(performanceTimes);
        double stdDev = Statistics.stdev(performanceTimes);
        metrics.timeVariationCoefficient = stdDev / mean;
    }

    // Расчет индекса неравномерности загрузки
    if (workloadRatios.size() > 1) {
        double maxWorkload = Collections.max(workloadRatios);
        double minWorkload = Collections.min(workloadRatios);
        metrics.workloadImbalanceIndex = (maxWorkload - minWorkload) / maxWorkload;
    }

    // Расчет эффективности базисом
    metrics.mentoringEfficiency = calculateMentoringEfficiency();

    return metrics;
}
```

## Вывод

Поведенческая аналитика на основе агентного моделирования в AnyLogic переводит управление процессами на качественно новый уровень. Она позволяет не просто измерять результаты, а понимать скрытые поведенческие механизмы, которые к этим результатам приводят. Это дает возможность проектировать и тестировать не просто новые регламенты, а новые организационные культуры и модели взаимодействия, обеспечивая устойчивое повышение операционной эффективности.

## 6. Улучшение взаимодействия: Модель как единый источник истины

Цифровая модель работы группы ликвидирует «информационный вакуум» на микроуровне.

- **Внутри группы:** каждый инженер видит свой список задач, приоритеты и зависимости от коллег. Ведущий инженер имеет актуальную картину по загрузке, прогрессу и проблемам каждого подчиненного без необходимости проведения планерок-опросов.

- **Для смежных отделов:** отдел архитектурных решений (ар) может видеть статус проработки своих исходных данных в группе кр, что позволяет планировать свою работу и минимизировать простои.

- **Для руководства проекта:** появляется прозрачность и предсказуемость в сроках выполнения работ группой. Руководитель проекта видит не просто «работаем», а конкретные метрики: «выполнено 70 % чертежей, ведущий инженер проводит верификацию сложного расчета, прогноз завершения — через 3 дня».

Это снижает количество ошибок, вызванных недопониманием или устаревшими данными, и кардинально улучшает координацию на всех уровнях.

## 7. Рост операционной эффективности: от данных к действиям

Цифровая модель — это не только инструмент визуализации, но и мощный аналитический аппарат для непрерывного улучшения.

- **Выявление и автоматизация рутины:** анализ данных модели может показать, что ведущий инженер тратит 2 часа в день на сбор информации для еженедельного отчета. Это — кандидат на автоматизацию с помощью RPA (Robotic Process Automation).

- **Оптимизация «узких мест»:** модель, как показало имитационное моделирование, четко идентифицирует «узкое место» в лице ведущего инженера. Это позволяет перераспределить часть рутинных проверок на старших инженеров или внедрить систему парного программирования (peer review) для снижения нагрузки на ВИ.

- **Обоснованное перераспределение ресурсов:** менеджер может анализировать исторические данные о трудозатратах на различные типы задач и на этой основе формировать более сбалансированные и реалистичные планы для новых проектов.

- **Предиктивный контроль:** если модель фиксирует рост количества итераций по определенному типу задач, это может сигнализировать о необходимости дополнительного обучения инженеров или пересмотра соответствующего workflow.

Согласно расчетам, представленным в курсовой работе, и результатам нашего моделирования, комплексная оптимизация на основе цифровой модели позволяет достичь снижения трудозатрат на 25–30 % и сокращения сроков выполнения этапов проектирования на 10–15 %.

## 8. Стратегический результат: Самообучающаяся проектная организация

Внедрение цифровой модели работы на уровне малых групп и ведущих инженеров является фундаментом для трансформации всей проектной организации.

- **Накопление корпоративного опыта:** Стандартизированные workflows и собранные метрики по всем проектам формируют базу знаний лучших практик.

- **Предиктивная аналитика:** На основе исторических данных можно строить модели, предсказывающие риски срыва сроков для новых проектов на ранних стадиях, позволяя принимать упреждающие меры.

- **Непрерывное улучшение (Kaizen):** Цикл «Plan-Do-Check-Act» становится data-driven. Предложения по улучшению процессов подкрепляются объективными данными, а не субъективными ощущениями.

- **Внедрение AI:** Алгоритмы машинного обучения могут:

- 1) Автоматически предлагать оптимального исполнителя для новой задачи на основе анализа его компетенций и текущей загрузки.

- 2) Выявлять аномалии в расчетах или чертежах на ранних стадиях.



3) Прогнозировать общую продолжительность проекта на основе текущего прогресса и данных с аналогичных завершенных проектов.

Таким образом, оцифровка работы проектировщика перестает быть тактической задачей и становится стратегическим направлением, направленным на создание самообучающейся, адаптивной и высокоэффективной проектной организации.

### Заключение

Создание цифровой модели работы проектировщика, и в первую очередь ведущего инженера — ключевого звена в малой проектной группе, — является imperative современной проектной деятельности. Это не просто внедрение очередного программного обеспечения, а фундаментальная перестройка операционных процессов на принципах прозрачности, управления на основе данных и глубокой стандартизации.

Как показало имитационное моделирование в AnyLogic, даже точечная оптимизация процессов внутри небольшой группы дает значительный мультипликативный эффект, высвобождая время наиболее квалифицированных специалистов для решения сложных задач и повышая общую производительность труда. Применение поведенческой аналитики позволило выявить глубинные системные паттерны, препятствующие эффективности, и разработать целевые меры по их устранению.

Преодоление «информационного вакуума» на микроуровне работы проектировщиков закладывает прочный фундамент для цифровой трансформации всей организации, открывая путь к созданию самообучающейся системы, где данные являются главным стратегическим активом, а принятие решений основывается на точных, актуальных и всесторонних данных.

### Литература:

1. Поведа И. В. Структурный анализ бизнес-процесса разработки проектной документации. Курсовая работа. МФТИ, 2025.
2. McKinsey Global Institute (2023). Digital transformation in construction.
3. Grieves M. (2019). Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication.
4. Борсученко С. С. Имитационное моделирование в AnyLogic для бизнес-аналитиков. — М.: ДМК Пресс, 2021.
5. Хаммер М., Чампи Дж. Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2020.
6. Леонтьев А. К. (2022). Проблемы управления сложными проектами в современных условиях // Инженерный вестник. — № 4. — С. 55–62.

## Методы компенсации реактивной мощности без использования вентильных преобразователей

Сысюк Артур Максимович, студент

Научный руководитель: Шибeko Роман Владимирович, преподаватель

КГБ ПОУ «Комсомольский-на-Амуре судомеханический техникум имени Героя Советского Союза В. В. Орехова» (Хабаровский край)

*В статье авторы дают классификацию компенсаторов реактивной мощности и приводят примеры компенсаторов без применения вентильных преобразователей.*

**Ключевые слова:** реактивная мощность, компенсатор, вентиль, конденсатор, резонансный контур, синхронная машина.

Компенсация реактивной мощности может осуществляться отдельными устройствами — компенсаторами или изменением режима работы устройств, имеющих другую основную функцию (в этом случае говорят об улучшении энергетических показателей систем). При использовании отдельных компенсаторов в зависимости

от места их расположения можно выделить следующие виды (см. рисунок 1) [1]:

– Индивидуальные компенсаторы — устройства, работающие непосредственно с приемником, потребляющим из сети реактивную мощность и мощность искажения. При полной компенсации приемник и устройство



компенсации представляют для питающей сети активную нагрузку. Однако при отключенном потребителе компенсирующие устройства также не используются, что является главным недостатком индивидуальной компенсации. Такой вид компенсации лучше всего применять для компенсации мощности искажения приемников с нелинейными характеристиками.

а) индивидуальная

компенсация

б) групповая компенсация

в) централизованная

компенсация

– Групповые и централизованные компенсаторы — устройства компенсации используются независимо от работы отдельных потребителей. Для реализации компенсаций этих видов требуется дополнительная аппаратура — коммутационная и защитная. Кроме того, компенсирующие устройства должны обеспечивать достаточный диапазон компенсации реактивной мощности.

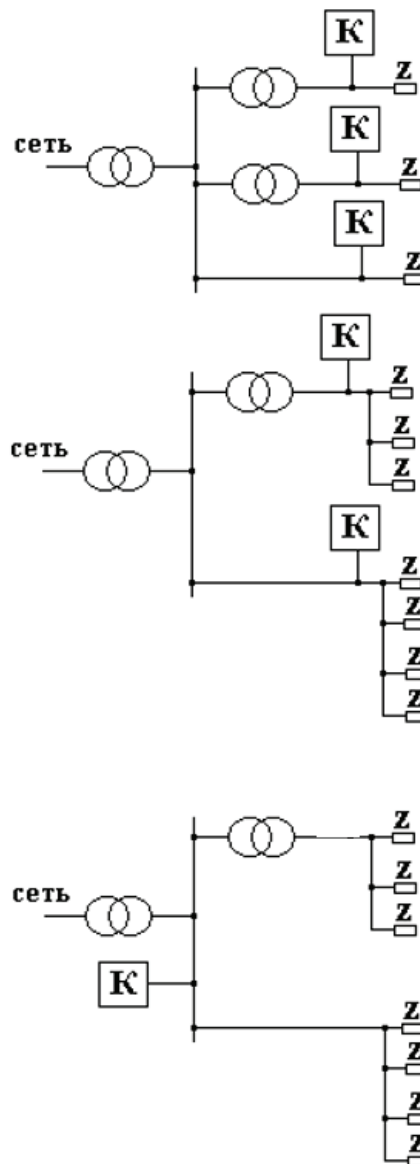


Рис. 1. Виды компенсации

Методы компенсации реактивной мощности можно разделить на две группы: без применения вентильных преобразователей и с применением вентильных преобразователей. Далее рассматриваются компенсаторы без применения вентильных преобразователей.

**Компенсация с помощью силовых конденсаторов на стороне переменного тока** [2, 3]. Данный метод используется если степень влияние устройства, потребляющее реактивную энергию на питающую сеть достаточно велико (см. рисунок 2).

Достоинства:

- возможность их установки в любой точке сети;
- легкость создания и возможность дальнейшего увеличения генерируемой реактивной мощности;
- небольшие потери активной мощности (в случае не искаженной формы токов и напряжений);
- простой монтаж.

Недостатки:

- емкость компенсирующих конденсаторов совместно с индуктивностью питающей сети образуют параллельный

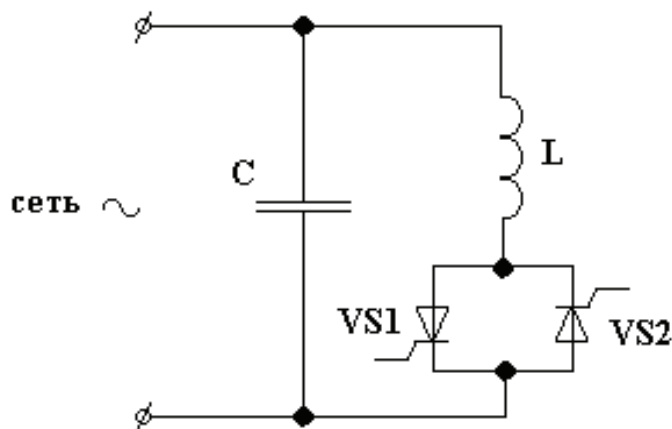


Рис. 2. Емкостный компенсатор

колебательный контур и поскольку нелинейные устройства обуславливают появление в сетевом токе высших гармоник, то существует вероятность совпадения собственной резонансной частоты параллельного колебательного контура с частотой одной из гармоник тока и ток этой гармонической возрастает и вследствие этого искажения сетевого напряжения могут превысить допустимые значения;

- при использовании механических коммутаторов для подключения конденсаторных секции наблюдается ступенчатость регулирования мощности, а также малая надежность и быстродействие;
- возможность возникновения ударных сверхтоков, зависящих от момента подключения батареи конденсаторов к питающей сети.

Для плавного регулирования емкости можно совместно с компенсирующими конденсаторами применить тиристорный коммутатор переменного тока.

**Компенсация с помощью резонансных контуров** [4, 5]. Использование компенсирующих конденсаторов весьма ограничено по вышеупомянутой причине. Ситуацию можно существенно улучшить, включив конденсатор в состав контура с резонансом напряжения, для чего необходимо последовательно с конденсатором вклю-

чить реактор с индуктивностью, настроенный на определенную частоту гармонической. Для большего эффекта можно использовать несколько LC-цепей (см. рисунок 3).

**Компенсация с помощью синхронных компенсаторов** [5]. Синхронные компенсаторы являются синхронными двигателями облегченной конструкции без нагрузки на валу. Они могут работать как в режиме генерации реактивной мощности (при перевозбуждении компенсатора), так и в режиме ее потребления (при невозбуждении компенсатора). Изменение потребляемой или генерируемой реактивной мощности осуществляется изменением его возбуждения. Недостатки использования синхронных компенсаторов: удорожание и усложнение эксплуатации (например, по сравнению с конденсаторными батареями) и значительный шум во время работы, а также большое время переходного процесса (0,1–2 с). Достоинства: возможность плавного и автоматического регулирования, независимость генерации реактивной мощности от напряжения на их шинах, достаточная термическая и динамическая стойкость обмоток компенсатора во время короткого замыкания. Компенсация реактивной мощности с помощью синхронных компенсаторов выгодна, когда они работают в режиме двигателей, совершая при этом полезную работу.

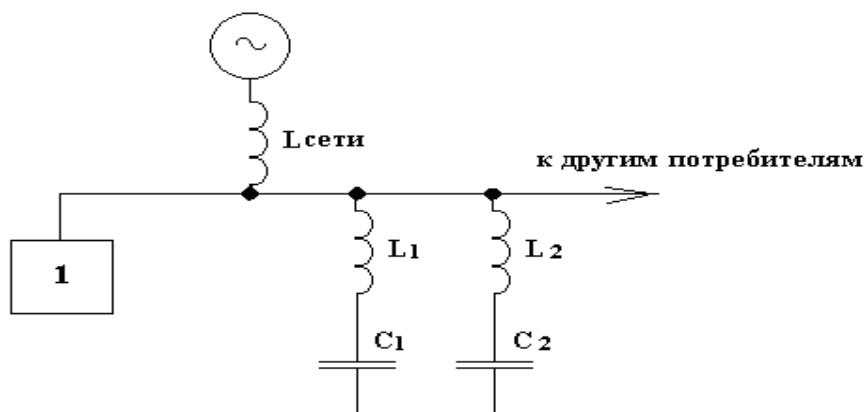


Рис. 3. Компенсация с помощью резонансных контуров

Литература:

1. Супрунович Г. Улучшение коэффициента мощности преобразовательных установок / Г. Супрунович — М.: Энергоатомиздат, 1985—136 с.
2. Энергетическая электроника: Справочное пособие: Пер. с нем. / Под. ред. В. А. Лабунцова. — М.: Энергоатомиздат, 1987—484 с.
3. Розанов Ю. К. Основы силовой преобразовательной техники / Ю. К. Розанов — М.: Энергия, 1979—392 с.
4. Розанов Ю. К. Полупроводниковые преобразователи со звеном повышенной частоты / Ю. К. Розанов — М.: Энергоатомиздат, 1987—184 с.
5. Кабышев А. В. Компенсация реактивной мощности в электроустановках промышленных предприятий: учебное пособие / А. В. Кабышев. Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. — 234 с.

## МЕДИЦИНА

### Оценка синдрома взаимного отягощения (когнитивных изменений и признаков жировой эмболии) у пациента с сочетанной травмой

Баранов Владимир Алексеевич, и. о. главного врача  
Фисечко Данил Андреевич, врач анестезиолог-реаниматолог  
Аникеев Леонид Константинович, врач травматолог-ортопед  
Яковлев Александр Юрьевич, врач травматолог-ортопед  
Прокопьев Евгений Александрович, врач травматолог-ортопед  
Баранова Наталья Андреевна, заведующий отделением ультразвуковой диагностики  
Кемеровская городская клиническая больница № 11 (г. Кемерово)

Николаева Любовь Борисовна, доктор медицинских наук, профессор  
Кемеровский государственный университет

Научный руководитель: Кричевский Лев Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор  
Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования (г. Москва)

Ежегодно в мире погибают не менее 1,5 млн. человек, от различных травм [1, 2]. По оценкам ВОЗ, в Европе ежегодно происходит около 80 млн несчастных случаев, с частотой травматизма в среднем 2200 травм в день (90 случаев в час). В структуре травм особое место занимает сочетанная травма (СТ), которая является одной из трех основных причин смертности населения [8, 12] и максимальной степенью стресса, обуславливающего срыв адаптационных механизмов, приводящих к изменениям реабилитационных процессов, в отличие от изолированных травм.

«Синдром взаимного отягощения» (СВО) — это взаимодействие патофизиологических процессов при сочетанной травме, имеющий совокупную угрозу всех повреждений, проявлением которого является более тяжелое течение патологического процесса, повышающего частоту осложнений и летальных исходов, в связи с нарушениями функционирования ЦНС, гипоталамико-адреналовой, сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем, а также нарушений всех видов обмена веществ. Наиболее частым проявлением СВО является сочетание ЧМТ и повреждений опорно-двигательного аппарата (ОДА), а также синдрома жировой эмболии (fat embolism syndrome) — тяжелого, угрожающего жизни состояния, раннего проявления травматической болезни либо через некоторое время после хирургического вмешательства, связанного с коррекцией СТ [4, 7, 15, 16, 20].

Синдром травматической жировой эмболии (СТЖЭ) — тяжелое раннее осложнение СТ, возникающее на фоне шока, обусловленного кровопотерей, снижением объема циркулирующей крови, нарушениями микроциркуляции, который является универсальным механизмом адаптации, приводящем к перфузионным изменениям в ЦНС, становясь причиной вторичного повреждения головного мозга, развития геморрагических и ишемических процессов, определяющих серьезные гипоксические изменения во всех органах и тканях [1, 4, 10, 13, 14, 17, 18, 19].

До настоящего времени отсутствуют комбинированные высокоинформативные методы ранней диагностики осложнений СТ, а поиск новых методов визуальной диагностики СТЖЭ и когнитивных посттравматических нарушений головного мозга представляется, весьма актуальным. Приведен клинический пример оценки когнитивной функции по Монреальской когнитивной шкале (MoCA) и визуальной диагностики СТЖЭ с использованием неинвазивной методики билатерального транскраниального доплеровского мониторингирования потоков в средних мозговых артериях с микроэмболодетекцией на ультразвуковом транскраниальном доплеровском анализаторе у пациента 20 лет после сочетанной автодорожной травмы и коррекции травмы левой нижней конечности путем наложения аппарата внешней фиксации.

**Ключевые слова:** сочетанная травма, травматический синдром жировой эмболии, скрининг когнитивных нарушений (Монреальская когнитивная шкала (MoCA)), билатеральное транскраниальное доплеровское мониторингирование с микроэмболодетекцией (МЭС) в средних мозговых артериях (СМА)

## Evaluation of the syndrome of mutual aggravation (cognitive changes and signs of fat embolism) in a patient with combined trauma

Baranov Vladimir Alekseevich, acting chief physician  
Fisechko Danil Andreevich, anesthesiologist-resuscitator  
Anikeev Leonid Konstantinovich, orthopedic surgeon  
Yakovlev Aleksandr Yuryevich, orthopedic surgeon  
Prokopyev Yevgeny Aleksandrovich, orthopedic surgeon  
Baranova Natalya Andreevna, head of ultrasonic diagnostics department  
Kemerovo City Clinical Hospital No. 11

Nikolayeva Lyubov Borisovna, doctor of medical sciences, professor  
Kemerovo State University

Scientific advisor: Krichevsky Lev Anatolyevich, doctor of medical sciences, professor  
Russian Medical Academy of Continuous Professional Education (Moscow)

Annually, at least 1.5 million people die worldwide from various injuries [11, 12]. According to WHO estimates, approximately 80 million accidents occur in Europe each year, with an average trauma incidence rate of 2200 injuries per day (90 cases per hour). Polytrauma holds a specific place within the structure of injuries. It is one of the three leading causes of mortality in the population [8, 12] and represents the maximum degree of stress, causing a breakdown of adaptation mechanisms that lead to alterations in rehabilitation processes, unlike isolated injuries.

«Mutual Aggravation Syndrome» (MAS) is the interaction of pathophysiological processes in polytrauma, presenting a cumulative threat from all injuries. Its manifestation is a more severe course of the pathological process, which increases the frequency of complications and lethal outcomes due to impairments in the functioning of the CNS, the pituitary-adrenal, cardiovascular, respiratory, and other systems, as well as disturbances in all types of metabolism. The most frequent manifestation of MAS is the combination of traumatic brain injury (TBI) and musculoskeletal trauma, as well as fat embolism syndrome (FES) — a severe, life-threatening condition, an early manifestation of traumatic disease or one occurring some time after surgical intervention related to polytrauma correction [4, 7, 15, 16, 20].

Traumatic fat embolism syndrome (FES) is a severe early complication of polytrauma, arising against a background of shock caused by blood loss, decreased circulating blood volume, and microcirculation disturbances. Shock is a universal adaptation mechanism leading to perfusion changes in the CNS, becoming a cause of secondary brain damage, development of hemorrhagic and ischemic processes, which determine serious hypoxic changes in all organs and tissues [1, 4, 10, 13, 14, 17, 18, 19].

To date, there are no combined, highly informative methods for the early diagnosis of polytrauma complications. The search for new methods of visual diagnosis of FES and cognitive post-traumatic brain disorders is highly relevant. A clinical case is presented, assessing cognitive function using the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) and visual diagnosis of FES using a non-invasive technique of bilateral transcranial Doppler monitoring of flow in the middle cerebral arteries with microembolus detection on an ultrasound transcranial Doppler analyzer in a 20-year-old patient after polytrauma from a motor vehicle accident and correction of the left lower limb injury by applying an external fixation device.

**Keywords:** polytrauma, traumatic fat embolism syndrome, cognitive impairment screening (Montreal Cognitive Assessment (MoCA)), bilateral transcranial Doppler monitoring with microembolus detection (MES) in the middle cerebral arteries (MCA).

Сочетанная травма (СТ) — одна из преобладающих проблем современного общества [1, 11, 12]. Данный вид травмы наиболее часто возникает вследствие дорожно-транспортных происшествий [12]. В числе причин смертности и инвалидизации населения она выходит на первое место в ряде развитых и развивающихся стран, что делает ее проблемой не только медицинской, но и социально-экономической [1, 8, 12]. СТ представляет собой максимальную степень стресса, обуславливающую срыв механизмов жизнеобеспечения. Сегодня мы говорим о «синдроме взаимного отягощения» (СВО), указывающем на более тяжелое течение патологического процесса [12, 13, 17].

Среди особенностей течения травматической болезни при СТ можно выделить три основных патогенетических

фактора: а) одновременное возникновение нескольких очагов ноцицептивной патологической импульсации, что при достаточно длительном и интенсивном воздействии приводит к дезинтеграции и срыву срочных компенсаторных механизмов, следовательно, усилению тяжести и резистентности травматического шока; б) одновременное существование нескольких источников наружного и внутреннего кровотечения, что обуславливает сложность определения общего объема кровопотери; в) возникновение и усугубление раннего посттравматического эндотоксикоза, который приобретает большую значимость при повреждении обширных массивов мягких тканей и внутренних органов [11, 12]. СТ чаще диагностируется в случаях, когда механическое воздействие вы-



зывает одновременно и внутричерепные и внечерепные повреждения, а с учетом локализации внечерепных повреждений СТ подразделяется на травму [12]: а) с повреждением лицевого скелета; б) с повреждением грудной клетки и ее органов; в) с повреждением органов брюшной полости и забрюшинного пространства; г) с повреждением позвоночника и спинного мозга; д) с повреждением конечностей и таза; ж) с множественными внутренними повреждениями. Синдром взаимного отягощения, наблюдаемый при СТ, меняет течение травматической болезни и играет фатальную роль в формировании ранних и поздних осложнений. Наиболее частым проявлением СВО является сочетание ЧМТ и повреждений опорно-двигательного аппарата (ОДА). Повреждение ЦНС в структуре СТ может привести к развитию состояния, являющегося классической постагрессивной реакцией (SIRS-CARS-CHAOS). Она включает системную воспалительную реакцию, органные изменения и эндотелиальную дисфункцию. При повреждении ЦНС наблюдается перерыв структурных связей (характерно для сотрясения ГМ) или нейронное торможение (при очаговой ишемии).

Изучение процессов СВО вызывают больший интерес, особенно после внедрения системы «damage control» (система контроля повреждений, предложенной Ганновской школой политравмы в 1990 г.), суть которой заключается в расчленении оперативного лечения повреждений внутренних органов и опорно-двигательного аппарата на два этапа: в первые сутки выполняют минимальные жизнеспасающие непродолжительные операции (при переломах крупных костей конечностей, иммобилизация аппаратом наружной фиксации), затем интенсивная терапия до полной стабилизации гемодинамических и других показателей гомеостаза, а через 3–5–7 суток — малоинвазивный остеосинтез переломов длинных костей, с целью улучшения исходов при политравмах [2, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19].

Нередко у пациентов, переживших автодорожную травму, развивается посттравматическая и психопатологическая симптоматика [3, 11, 12]. Травма — событие, связанное с мощным психотравмирующим воздействием и сопровождающимся стрессом экстремального характера — совокупностью неспецифических адаптационных реакций организма на воздействие различных неблагоприятных факторов-стрессоров (физических или психологических), нарушающее его гомеостаз, а также соответствующее состояние нервной системы организма либо организма в целом [3, 8, 9, 12].

По определению ряда авторов, жировая эмболия (fat embolism syndrome — ЖЭ) — это множественная окклюзия кровеносных сосудов каплями жира (жировыми эмболами), недифференцированными липидными массами, липидными комплексами, жировыми клетками размером не превышающим 6–8 мкм [4, 5, 6, 7]. Это патологическое состояние, одно из осложнений СТ, выступающее в качестве причины летальных исходов на ранних стадиях травматической болезни [4, 5, 7, 10].

Нередко СТЖЭ протекает под маской пневмонии, респираторного дистресс-синдрома взрослых, черепно-мозговой травмы и другой патологии, что способствует значительному росту летальности. Для диагностики этого синдрома чаще используют критерии Gurd and Wilson, включающих 3 «больших» (острая дыхательная недостаточность (ОДН), энцефалопатия, петехиальная сыпь) и 8 «малых» (тахикардия, лихорадка, изменения сетчатки глаза (жировые микроэмболы), показатели крови (тромбоцитопения, анемия, повышение СОЭ) и моче (олиго/анурия, наличие капель жира), капли жира в мокроте) критериев [4, 6, 7, 10]. Простыми неинвазивными методами ранней диагностики жировой эмболии являются флуоресцентная микроскопия крови на жир, рентгенография легких, ЭКГ и исследование глазного дна, однако большие трудности вызывает диагностика ЖЭ у пациентов в бессознательном состоянии, когда возникает необходимость в проведении дифференциальной диагностики между травматическим шоком 3–4 степени, тяжелой черепно-мозговой травмой (ЧМТ) и жировой эмболией [4, 5, 7, 10].

До сих пор остается недостаточно изученным синдром взаимного отягощения, наблюдаемый при СТ, на основании комбинированного скрининга оценки когнитивных функций (**Монреальская когнитивная шкала (MoCA)**) и обнаружения микроэмбол в сосудах головного мозга (критерий СТЖЭ) на основе неинвазивных ультразвуковых доплеровских методик.

## Результаты и обсуждение

Пациент К., 20 лет, доставлен бригадой скорой медицинской помощи, в приемное отделение ГБУЗ КГКБ № 11 г. Кемерово после ДТП и оказания первой помощи на месте происшествия (транспортная иммобилизация и обезболивание). Сразу при поступлении в приемный покой осмотрен врачом травматологом, с верификацией диагноза: Автодорожная травма. Закрытый оскольчатый перелом средней трети левой бедренной кости со смещением отломков. Закрытый перелом анатомической шейки правой плечевой кости с отрывом большого бугорка и со смещением отломков. Ушиб и ссадины мягких тканей лица. Ушиб мягких тканей головы. Травматический шок.

С целью выбора тактики дальнейшего ведения и лечения, пациенту был выполнен ряд диагностические исследования, включающий лучевые методы диагностики: компьютерная томография головного мозга (КТ ГМ); рентгенография (R-графия) органов грудной клетки и костей таза; ультразвуковое исследование (УИ) органов брюшной полости и почек, по результатам которых патологических изменений и повреждений исследуемых органов установлено не было. Однако, по результатам R-графии плечевого сустава и бедренной кости диагностированы перелом правой плечевой кости со смещением и перелом левой бедренной кости со смещением. Лабо-

ракторные показатели крови (Hb-140 г/л, Ht- 40,6 %, Plt-330x10<sup>9</sup>/л) в пределах референсных значений.

Принимая во внимание результаты лабораторно-инструментальных методов исследования врачом травматологом было принято решение о проведении хирургического лечения диагностированных повреждений в несколько этапов, на первом этапе которого было решено выполнить наложение аппарат внешней фиксации на левую нижнюю конечность. Перед транспортировкой в операционную пациент был осмотрен врачом анестезиологом, который оценил состояние, как средней степени тяжести, по шкале комы Глазго — 15 баллов (в сознании, доступен продуктивному контакту); дыхание спонтанное через естественные дыхательные пути (сатурация SpO<sub>2</sub>—97 % на атмосферном воздухе); гемодинамика с тенденцией к гипертензии (уровень АД — 140/90 мм.рт.ст.) и тахикардии (Ps — 106 уд/мин.). Перед операцией был проведен скрининг когнитивных нарушений с использованием Монреальской когнитивной шкалы (MoCA) с рядом параметров, оцениваемых в баллах: кратковременная память и вспоминание; пространственно-зрительные способности; множественные аспекты исполнительных функций; внимание, концентрация и рабочая память; языковые функции; абстрактное мышление; ориентация во времени и пространстве, которая свидетельствовала о наличии у пациента легких когнитивных нарушениях (22 балла). В условиях операционной, под внутривенной анестезией было выполнено наложение аппарата внешней фиксации на левую нижнюю конечность, с дальнейшим переводом в отделение травматологии.

Спустя трое суток (72 часа), после предварительной предоперационной подготовки, в соответствии с системой «damage control» (система контроля повреждений, предложенной Ганноверской школой политравмы в 1990 г.), пациент был вновь взят в операционную, где под эндотрахеальной (интубационной) анестезией был выполнен второй этап хирургического лечения травмы правой плечевой кости с удалением свободно лежащих фрагментов головки плечевой кости и косыночной иммобилизацией правой верхней конечности, а также открытая репарация и надкостный остеосинтез дистальной трети левой бедренной кости титановой пластиной с винтами.

Во время выполнения второго этапа хирургического лечения с целью изучения церебральной эмболии, клинической и прогностической значимости регистрации микроэмболических сигналов, в том числе липидов (критерий ТСЖЭ), у пациентов с СТ, как интраоперационно, так и в раннем послеоперационном периоде, для верификации источников эмболии и определения объективных, а также субъективных критериев эмбологенности, было проведено билатеральное мониторирование кровотока в средних мозговых артериях с микроэмболодетекцией, метода, позволяющего диагностировать наличие микроэмбол в потоке крови артерий, кровоснабжающих головной мозг.

На основании сопоставления результатов транскраниального доплеровского мониторирования с выраженностью неврологической симптоматики в интра- и послеоперационном периоде, было решено оценить клиническую и прогностическую значимость регистрации микроэмболических сигналов, как раннего критерия развития ТСЖЭ.

Исследование проводилось на ультразвуковом транскраниальном доплеровском анализаторе Ангиодин (Биосс, Россия) импульсно-волновыми датчиками с частотой 2 МГц, фиксированными на шлеме Спенсера, позволяющем определить в доплеровском спектре дистального кровотока наличие атипичных сигналов, имеющих характерные ультразвуковые доплеровские признаки.

Локация СМА (средние мозговые артерии) одновременно с двух сторон выполнялась через височное акустическое «окно» (лоцированы правая и левая СМА на глубине 59 мм) на протяжении 210 минут в положение пациента лежа, с использованием минимальных уровней усиления и мощности, обеспечивающих сохранность доплеровского спектра и минимизацию артефактов. Идентификация микроэмболосигналов (МЭС — микроэмболодетекция) во время мониторирования осуществлялась автоматически, с последующим анализом результатов и дифференцировкой МЭС от артефактов с использованием критериев дифференцировки (эмбола/артефакт). В случаях обнаружения микроэмбол регистрация проводилась с оценкой их интенсивности (учет количества МЭС/час), частоты (Гц), мощности (дБ), длительности (мс) каждого, с дальнейшей математической обработкой полученной информации путем вычисления энергетических индексов (ЭИ) МЭД, по формуле представляющих собой произведение мощности сигнала (дБ) на его длительность (мс)-ЭИ (Дж\*10<sup>-3</sup>).

Интраоперационно в момент выполнения хирургической коррекции травматического повреждения правой верхней конечности (удаление свободно лежащих фрагментов головки правой плечевой кости и косыночной иммобилизацией) зарегистрировано 19 микроэмболических сигналов (МЭС) по правой СМА с частотой 500 до 1000 Гц, тогда, как при оперативном лечении левой нижней конечности (открытая репарация и надкостный остеосинтез дистальной трети левой бедренной кости титановой пластиной с винтами), зарегистрировано 174 сигнала по той же мозговой артерии, с такой же частотой (рис. 1, 2.).

После завершения второго этапа хирургического лечения, в соответствии с системой «damage control», пациент был переведен в отделение реанимации для проведения интенсивной терапии и реабилитационных мероприятий, с учетом выявленных нарушений.

Спустя сутки после второго этапа оперативного лечения (24 часа), в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии, было выполнено контрольное билатеральное транскраниальное доплеровское мониторирование с микроэмболодетекцией в СМА, через височный акустический доступ с лоцированием СМА справа

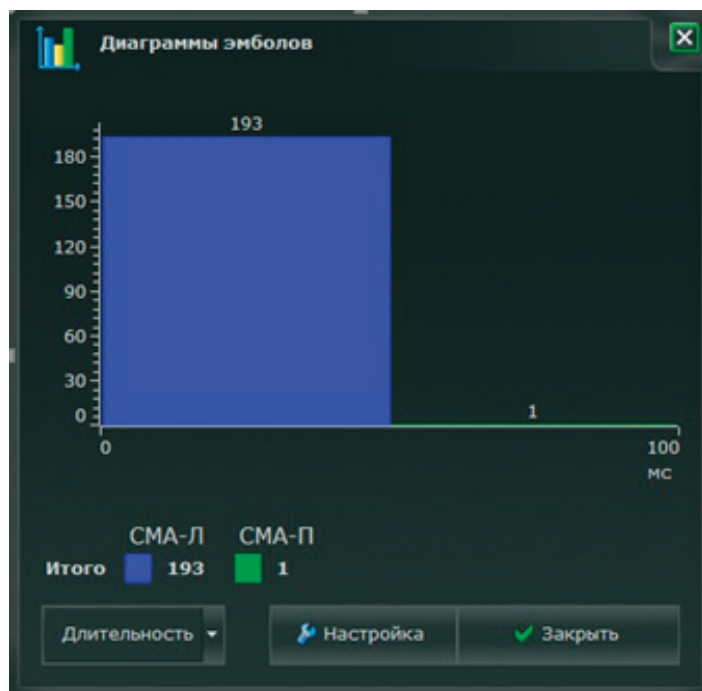


Рис. 1. Регистрация микроэмболических сигналов с частотой 500–1000 Гц при проведении билатерального транскраниального доплеровского мониторинга с МЭС на анализаторе Ангиодин (Биосс, Россия) у пациента К., 30 лет, интраоперационно

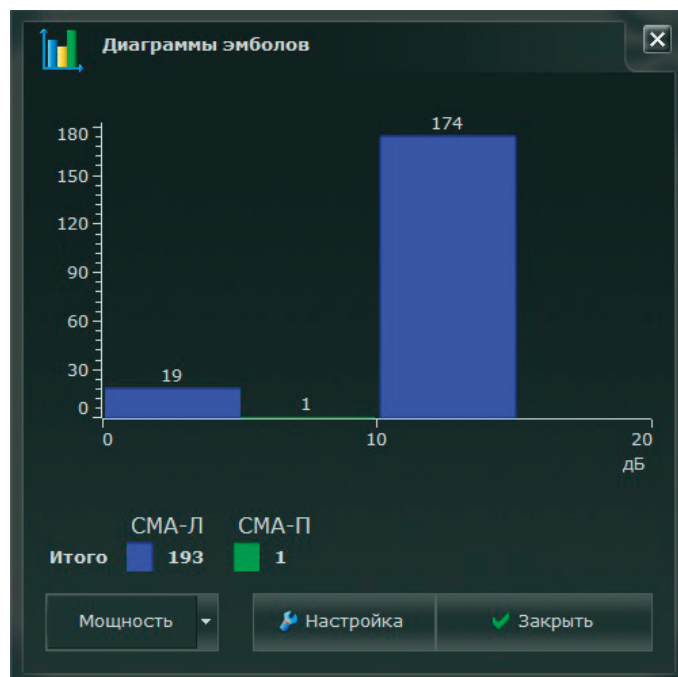


Рис. 2. Количество зарегистрированных микроэмболических сигналов с частотой 500–1000 Гц при проведении билатерального транскраниального доплеровского мониторинга с МЭС на анализаторе Ангиодин (Биосс, Россия) у пациента К., 30 лет, интраоперационно

и лева на глубине 55 мм, в результате которого не было зарегистрировано наличие микроэмболических сигналов.

Далее, для дальнейшего лечения и реабилитации пациент был переведен в специализированное травматологическое отделение, на базе которого, был проведен контрольный скрининг когнитивных изменений с исполь-

зованием Монреальской когнитивной шкалы (MoCA), который не установил наличия когнитивных нарушений (27 баллов — норма) перед выпиской из стационара.

**Выводы:** таким образом, комбинированный скрининг когнитивных изменений с использованием Монреальской когнитивной шкалы (MoCA) и метода

билатерального транскраниального доплеровского мониторингирования потоков в средних мозговых артериях (СМА) с микроэмболодетекцией (МЭС) на основе неинвазивных ультразвуковых доплеровских методик, может стать одним из способов ранней верификации синдрома взаимного отягощения (СВО — когнитивных нарушений

и признаков травматического синдрома жировой эмболии), способствуя модификации травматологических техник, рациональному выбору методов лечения и восстановления пациентов после сочетанной (автодорожной) травмы в интра- и послеоперационном периодах, улучшая прогнозы и результаты лечения.

#### Литература:

1. Агаджанян В. В., Кравцов С. А. Политравма, пути развития (терминология) // Политравма. 2015. No 2. С. 6–13
2. Абакумов М. М., Богопольский П. М. Damagecontrol: Что нового? // Хирургия. 2009. No11. С. 56–62.
3. Андронникова О. О., Забродин Ю. М. Посттравматическая и психопатологическая симптоматика личности с виктимной идентичностью, пережившей автомобильную аварию. Клиническая и специальная психология 2021. Том 10. No 1. С. 80–99.
4. Баранов В. А., Баранова Н. А., Воронкин Р. Г. Использование метода билатерального мониторингирования кровотока в среднемозговых артериях с микроэмболодетекцией с целью ранней верификации синдрома жировой эмболии при поли травмах // Молодой ученый. 2025. № 31 (582), С.19–21
5. Борисов, М. Б. Синдром жировой эмболии при сочетанных травмах. Прогнозирование, профилактика, диагностика, лечение: автореф. дис. канд. мед. наук: 14.00.27 / Борисов Максим Борисович. — Санкт-Петербург, 2001–24 с.
6. Бочаров С. Н., Лебедь М. Л., Кирпиченко М. Г. Новый взгляд на патогенез синдрома жировой эмболии // Политравм. — 2016. — № 4.
7. Габдуллин, М. М. Ранняя диагностики и лечение синдрома жировой эмболии у пациентов с тяжелой травмой нижних конечностей: дис. канд. мед. наук: 14.01.15 / Габдуллин Марат Мансурович. — Казань, 2020–151 с.
8. Захаров В. В. Дроздова Е. А. Когнитивные нарушения у больных с черепно-мозговой травмой //Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2013. С. 88–93.
9. Клинические рекомендации — Посттравматическое стрессовое расстройство — 2023–2024–2025 (28.02.2023) — Утверждено Минздравом РФ, с. 117
10. Колесников, В. В., Рахимов, Б. М., Кирсанов, А. Н., & Бормотов, А. В. Жировая эмболия посттравматического периода //Тольяттинский медицинский консилиум. — 2018. — No. S1. — С. 11–23.
11. Назарова, Е. О. Психоневрологический статус у пациентов с сочетанной травмой (обзорная статья). / Е. О. Назарова, С. М. Карпов, А. Э. Апагуни // Международный журнал экспериментального образования. — 2014 — No1. — С. 83–85.
12. Назарова Е. О., Карпов С. М., Апагуни А. Э., Вышлова И. А. Современный взгляд на патогенетические механизмы травматической болезни при политравме // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2018. No1. Публикация 7–1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2018-1/7-1.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2018-15688.
13. Паневин А. И. Стулин И. Д., Ярыгин Н. В., Садулаева А. Ш. Определение предикторов ближайших исходов боевых сочетанных травм с поражением головного мозга // Медицина критических состояний. 2009. Т. 4, No 4. С. 3–7. с.
14. Семке В. Я., Ветлугина Т. П., Невидимова Т. И., Иванова С. А., Бохан Н. А. Клиническая психонейроиммунология. Томск: «РАСКО», 2013. с.300
15. Fukumoto L. E., Fukumoto K. D. Fat Embolism Syndrome //Nursing Clinics. — 2018. — Т. 53. — No. 3. — С. 335–347.
16. Graziani A., Moretti C. C., Cappa F. M. Fat embolism syndrome: chest CT findings //Jornal Brasileiro de Pneumologia. — 2018. — Т. 44. — No. 3. — С. 244–244.
17. Kuhne C. A. A.G. Polytrauma DGU Trauma centers in Germany: Status report // Unfallchirurg. 2009.No109(5). P. 357–366.
18. Lee J. C. Damage-control laparotomy // Curr. Opin. Crit. Care. 2006. No12(4). P. 346–350.
19. Psychometric properties of questionnaires evaluating health-related quality of life and functional status in polytrauma patients with lower extremity injury / Jansen L. [et al.] // J. Trauma Manag. Outcomes. 2010.Vol. 28, No 4. P. 7.
20. Zhibin Z., Peng S., Fang C. Fat embolism following a liposuction procedure //Neurology India. — 2018. — Т. 66. — No. 4. — С. 1206–1207.



## Постковидный синдром в практике врача-оториноларинголога

Европейцева Екатерина Николаевна, главный врач  
ООО «Лорцентр» (г. Геленджик)

В статье приведен обзор данных, посвященных изучению особенностей постковидного синдрома в случаях его проявлений в ЛОР-органах. Указаны сведения о частоте и видах постковидных симптомов от 12 недель и более: нарушения обоняния и вкуса, дисфония, шум в ушах, снижение слуха, вестибулярные расстройства, а также обострение хронических ЛОР-заболеваний (вазомоторный ринит, хронический тонзиллит, ларингит, синусит, отит). Приведены оценки распространенности: постковидные нарушения обоняния отмечаются у ~33 % пациентов, вкуса — ~17 %, слуха — ~13 %. Отдельно обсуждаются особенности изменения микробиома ротоглотки в постковидный период с ростом доли *Candida spp.*, *Klebsiella spp.*, *Enterococcus spp.* и антибиотикорезистентности (включая *S. aureus* и *Kl. pneumoniae*), что усложняет эмпирическую терапию. Подчеркнута необходимость лечебно-диагностического направления, учитывающего дисбиоз, иммунный статус и риск ототоксичности, с приоритетом рационального выбора антибактериальных средств и реабилитационных программ. Материал предназначен для практикующих ЛОР-врачей и врачей смежных специальностей, сталкивающихся с длительными последствиями COVID19.

**Ключевые слова:** Covid-19, постковид, постковидный синдром, оториноларинголог, ЛОР.

## Postcovid syndrome in the practice of an otorhinolaryngologist

Yevropeytseva Yekaterina Nikolayevna, chief physician  
LLC "Lorcenter" (Gelendzhik)

The article provides an overview of the data devoted to the study of the features of postcovid syndrome in cases of its manifestations in ENT organs. Information is provided on the frequency and types of post-cortical symptoms from 12 weeks or more: impaired sense of smell and taste, dysphonia, tinnitus, hearing loss, vestibular disorders, as well as exacerbation of chronic ENT diseases (vasomotor rhinitis, chronic tonsillitis, laryngitis, sinusitis, otitis media). Estimates of the prevalence are given: postcovid disorders of the sense of smell are observed in ~33 % of patients, taste — ~17 %, hearing — ~13 %. The features of changes in the oropharyngeal microbiome in the post-covid period with an increase in the proportion of *Candida spp.*, *Klebsiella spp.*, *Enterococcus spp.* and antibiotic resistance (including *S. aureus* and *Kl. pneumoniae*) are discussed separately, which complicates empirical therapy. The need for a therapeutic and diagnostic approach that takes into account dysbiosis, immune status and the risk of ototoxicity is emphasized, with the priority of rational choice of antibacterial agents and rehabilitation programs. The material is intended for practicing ENT doctors and doctors of related specialties who are facing the long-term consequences of COVID-19.

**Keywords:** Covid-19, postcovid, postcovid syndrome, otorhinolaryngologist, ENT.

### Введение

Несмотря на то, что после обнаружения вируса Covid-19 прошло несколько лет, в течение которых были исследованы симптомы различных штаммов, многие вопросы остаются открытыми. Например, некоторые исследователи путают понятия «остаточного ковида» (первые недели выздоровления), «долгого ковида» (затяжного течения) и «постковида» (месяцы после выздоровления). Симптомы могут быть одинаковыми, различия лишь в причинах и времени, однако наибольшую тревогу вызывает именно постковидный синдром, который считается с 12 недель и дольше. Именно долговременные последствия оказывают наиболее негативное влияние на качество жизни.

### Основные проявления

Постковидный синдром характеризуется сохранением каких-либо симптомов, возникших еще в период заболевания — они могут оставаться без изменений, либо осла-

бевать (например, жалобы на нарушение обоняния, вкуса, дисфонию, шум в ушах). Другой аспект — усугубление имевшихся хронических патологий (например, тонзиллит, синусит, отит, активизируется герпесвирусная инфекция).

### Специфичные симптомы

В исследовании от 2022 года была собрана статистика по пациентам, перенесших легкую степень ковида, и обратившихся к оториноларингологу с жалобами на следующие симптомы: неполное восстановление обоняния — 14,9 %, извращение обоняния — 13,8 % и отсутствие — 4,3 %; неполное восстановление вкуса — 7,4 %, извращение — 7,4 % и отсутствие — 2,1 %; неполное восстановление слуха — 11,7 %, потеря — 1,1 %. Таким образом, довольно большой процент пациентов имел симптомы постковида: 33 % с жалобами на проблемы с обонянием, 17 % со вкусовым ощущением и 13 % со слухом [1].

Интересно, что хоть проблемы со слухом оказались (в данной выборке) наименее распространенными, их лечение



может оказаться самым сложным. При вирусе Covid возможно как иммуноопосредованное повреждение структур внутреннего уха, так и следствием побочного эффекта лекарственных средств. Так, вестибулярный нейронит является одним из проявлений вестибулярной дисфункции при covid-19, тогда как двусторонняя вестибулопатия — проявление ототоксичности лекарственных средств. Реабилитация же может длиться от нескольких месяцев до года [2].

Проблемы с обонянием тоже могут возникнуть по разным причинам: влияние на отделы головного мозга, на нервы, на слизистую. Последняя причина наиболее распространена. Например, при штамме «омикрон» характерно длительное угнетение мукоцилиарной функции слизистой носа, что становится причиной синдрома назальной обструкции, с трудным оттоком отделяемого из околоносовых пазух. Такое состояние не только влияет на обоняние, но и повышает риск развития поствирусного синусита, отита, обострения имеющихся у хронических заболеваний [3].

Из хронических заболеваний, обострившихся в постковид (по данным того же исследования [1]), наиболее частыми были вазомоторный ринит и хронический тонзиллит.

Еще одна частая проблема — изменения голоса (чаще осиплость). Пациенты жалуются и на изменения тембра, напряженность, громкость. Состояния связаны с патологическим изменением слизистой оболочки, которое затрагивает весь респираторный тракт. Воспалительные процессы влияют и на интенсивность выдыхания воздуха во время речи, что приводит к «переадаптации». Так, в одном исследовании, у большинства (91,8 %) пациентов с постковидом было выявлено неполное смыкание голосовой щели, тогда как у 95,9 % была снижена амплитуда колебаний голосовых складок [4].

Иногда причиной изменения голоса становится сильный кашель или (редко) травма вследствие интубации. Среди причин изменения голоса может быть и ларинготрахеит, обострение хронического ларингита, а также односторонний парез гортани [5].

### Проблемы лечения постковидного синдрома

Постковид может выявляться как у взрослых, так и у детей. Симптомы, сохраняющиеся после выздоровления, не всегда поддаются лечению также эффективно, как и в период заболевания. Более того, их проявление может быть разносторонним и одновременным, что усугубляет общее состояние и требует подбора других лекарственных препаратов.

Например, в исследовании от 2021 года, были проанализированы 2 клинических случая постковида у детей

(возраст 4 месяца и 5 лет). У обоих пациентов были проявления постковида в ЛОР-органах: в зеве яркая разлитая гиперемия, с участками кровоизлияния в слизистую оболочку твердого неба слева, увеличенные миндалины (в одном случае), язык с белым налетом. Губы сухие и потрескавшиеся, носовое дыхание затруднено, с последующим носовым кровотечением (в одном случае).

При исследовании проб в смыве из носоглотки — РНК коронавируса не обнаруживалась, а вот исследование крови на определение антител дало положительный результат (IgG). Обоим была назначена терапия антибиотиками, а в одном случае — переливание плазмы [6].

Однако такая многоступенчатая терапия должна учитывать важный фактор: иммунная система при ковиде и постковиде характеризуется иммунодефицитным состоянием, при котором стандартный набор антибиотиков может оказаться малоэффективным. Например, в исследовании от 2024 года показано, что у пациентов с постковидным синдромом чаще выявляются штаммы золотистого стафилококка, клебсиелл и дрожжеподобных грибов *Candida albicans* (причем не все из этих пациентов, перенесших ковид, жаловались на наличие ЛОР-заболеваний во время заражения). Т. е. их микрофлора была более патогенной, чем у здоровых людей, но это не было следствием перенесенного ЛОР-заболевания, а лишь результатом ослабления иммунитета [7].

В другом исследовании того же года, анализировалась микрофлора у пациентов с фарингитом, перенесших ковид и у пациентов с фарингитом, возникшим еще до пандемии. Оказалось, что после перенесенного covid, частота встречаемости *S. aureus* была меньше в 2 раза, но вот частота *Candida spp.* повысилась, как и *Kl. pneumoniae* и *Enterococcus spp.* — что указывает на дисбиоз глотки, возникший на фоне лечения инфекции covid-19.

Также выявлен рост антибиотикорезистентности к полусинтетическим пенициллинам у *S. aureus* (с 4 % до 30 %) и *Kl. pneumoniae* (с 33 % до 54 %), к фторхинолонам у *Kl. pneumoniae* (с 25 % до 40 %) [8].

### Заключение

Постковидные симптомы разнообразны, некоторые из них проявляются одновременно, усложняя определение первопричины. Оториноларинголог может выявить как осложнение хронических заболеваний, так и появление новых (чаще всего — изменение обонятельной функции и голоса). Назначенное лечение должно учитывать и проведенный ранее анализ микрофлоры, чтобы сократить продолжительность лечения и избежать усиления антибиотикорезистентности.

### Литература:

1. Маниковская, Т. М. Исследование ЛОР-статуса среди студентов и сотрудников читинской государственной медицинской академии перенесших COVID-19/ Т. М. Маниковская, Е. В. Егорова, С. Э. Босхолова// Актуальные вопросы оториноларингологии: Материалы межрегиональной научно-практической конференции оторино-

- ларингологов Сибири и Дальнего Востока с международным участием. — Благовещенск: Амурская государственная медицинская академия, 2022. — С.117–119.
2. Марьенко, И. П. Вестибулярная дисфункция в клинике инфекции COVID-19 и постковидного синдрома/ И. П. Марьенко// РЕЦЕПТ. — 2022. — С.187.
  3. Кириченко, И. М. Синдром назальной обструкции после перенесенной новой коронавирусной инфекции, вызванной штаммом «омикрон»(клиническое наблюдение)/ И. М. Кириченко, В. И. Попадюк, Н. С. Козлова// РМЖ. — 2022. — № 2. — С.46–49.
  4. Ураскулова, Б. Б. Нарушение голоса, как постковидный синдром/ Б. Б. Ураскулова// Проблемы постковидной оториноларингологии. — 2022. — С.254–258.
  5. Готовяхина, Т. В. Влияние пандемии covid-19 на заболеваемость гортани/ Т. В. Готовяхина, Ю. Е. Степанова, Е. Е. Корень// Российская оториноларингология. — 2022. — Т.21, № 4(119). — С.29–34.
  6. Халиуллина, С. В. Постковидный синдром у детей/ С. В. Халиуллина, В. А. Анохин, Д. И. Садыкова и др.// Российский вестник перинатологии и педиатрии. — 2021. — Т.66, № 5. — С.188–193.
  7. Маржохова, А. Р. Иммунологические и микробиологические особенности слизистых ороназофарингеальной области пациентов с постковидным синдромом/ А. Р. Маржохова, З. Ф. Хараева, М. Ю. Маржохова и др. // Лечащий врач. — 2024. — № 5. — С.71–76.
  8. Саливончик, Е. И. Изменения микробного пейзажа глотки в постковидный период/ Е. И. Саливончик и др.// Мед. журнал. — 2024. — № 3(89). — С.117–123.

# ВЕТЕРИНАРИЯ

## Вирусная лейкемия кошек в Новосибирском регионе: диагностика и терапия

Черкасов Денис Павлович, главный врач  
ООО «ГК Питомец» (Новосибирская область)

### 1. Общая характеристика

**Актуальность темы исследований.** Вирусная лейкемия кошек (ВЛК) встречается на всех континентах и практически во всех государствах несмотря на то, что болезнь и ее возбудитель изучены достаточно хорошо — детально описаны морфология и физико-химические свойства вируса, его геном, иммуногенные свойства и специфическая диагностика, однако методы лечения основного заболевания и его сопутствующих патологий до сих пор нуждаются в тщательной проработке и продолжают оставаться нерешенной проблемой для ветеринарной медицины (Capozza P., Lorusso E. et al., 2021; Clark N., Kushner N. N. et al., 1991; Hardy W. D., Hirhaut Y. et al., 1973; Hartmann K., Hofmann-Lehmann R. et al., 2020). Ввиду за частую необратимых изменений, которые вызывает вирус лейкемии кошек (ВЛК) в организме инфицированного животного, и неспецифичности клинической симптоматики, которая может имитировать различные заразные и незаразные заболевания, многие ВЛК-положительные кошки не получают должных лечения и ухода, что является причиной ухудшения качества жизни инфицированных животных и дальнейшего распространения заболевания в популяции домашних кошек (Hartmann K., Donath A. et al., 1992; Spilssler F., Jongwattanapisan P. Et al., 2021). Кроме того, ввиду трудности постановки окончательного диагноза, а также диагностики и лечения сопутствующих заболеваний без терапии заболевания основного подрывается доверие владельцев животных к ветеринарным специалистам, что заставляет их выбирать эвтаназию животного вместо лечения (Sunponsri S., Kovitvadhi A. et al., 2022; Giselsbrecht J., Bergmann M. et al., 2022).

Таким образом, проблема распространения, диагностики, лечения и профилактики вирусной ЛК имеет большое значение и не теряет своей актуальности, поэтому указанные выше критерии послужили основой для изучения инцидентности, факторов риска, клинической картины заболевания, а также методов диагностики и лечения вирусной ЛК, выявляемой в ветеринарных клиниках Новосибирского региона.

**Цели исследования** — изучить инцидентность вирусной лейкемии кошек в условиях Новосибирского региона и особенности ее клинического сопровождения.

#### **Задачи исследования:**

- изучить инцидентность вирусной лейкемии кошек и факторы риска инфицирования в Новосибирском регионе за период 2016–2024 гг.;
- дать характеристику диагностике, клинической картине, прогнозу выживаемости и терапии вирусной лейкемии кошек и ассоциированных с ней состояний;
- провести анализ влияния терапии при нерегенеративной нормоцитарной нормохромной анемии, ассоциированной с вирусной лейкемией кошек, на исход и продолжительность жизни инфицированных кошек.

**Научная новизна работы.** Впервые установлено, что инцидентность вирусной лейкемии кошек в Новосибирском регионе составляет 15,6 %. Выявлены факторы риска инфицирования вирусом лейкемии кошек для Новосибирского региона, которые включают метисную принадлежность для 81,3 % ВЛК-положительных кошек, мужской пол для 58,8 % и проведении кастрации для 40,4 % исследуемой популяции, возраст от 1 года до 6 лет в 62,1 % случаев, наличия контактов с другими кошками для 41,1 % и уличного происхождения для 37,3 % исследуемых животных. Впервые установлено, что клиническая картина заболевания характеризуется гипои анорексией, при этом в гематологическом и биохимическом анализах инфицированных кошек преобладают изменения, характеризующие анемию, воспалительный процесс неясной локализации, гепатопатии и вторичные электролитные нарушения. Впервые дан прогноз выживаемости ВЛК-положительных кошек, который в 66,9 % случаев составил менее 1 года после постановки окончательного диагноза. Впервые проанализированы используемые методы диагностики вирусной лейкемии кошек, среди которых метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) использовали в 63,8 % клинических случаев, при этом прогрессивная форма заболевания преобладала в 12,6 % случаев диагностики заболевания несколькими методами.

Проведен анализ терапии вирусной лейкемии кошек, при которой антибактериальные препараты использовали для 17,3 % ВЛК-положительных кошек, а ралтегравир был назначен 5,6 % исследуемых животных. Впервые проведен анализ различных видов терапии при нерегенеративной нормоцитарной нормохромной анемии, ассоциированной с вирусной лейкемией кошек, в результате которого мультимодальная терапия, включающая преднизолон, марбофлоксацин, фитоменадион, ралтегравир и гемотрансфузию, продемонстрировала выживаемость более 1 года для 57,1 % ВЛК-положительных кошек, средняя продолжительность жизни которых после начала терапии составила  $382,7 \pm 83,41$  дней.

**Теоретическая и практическая ценность работы.** Полученные результаты инцидентности и клинического сопровождения инфицированных животных имеют прикладное значение в перспективности применения новых сведений относительно факторов риска инфицирования ВЛК, клинической и лабораторной картин вирусной ЛК, а также эффективности различных видов терапии для контроля нерегенеративной нормоцитарной нормохромной анемии, ассоциированной с вирусной ЛК, в качестве конкретных элементов ветеринарной работы, анализируя которые, возможно снизить риск и итоговую вероятность распространения возбудителя. Полученный аналитический материал позволяет выявить наиболее вероятные закономерности в клинической картине заболевания и сформулировать практические рекомендации по его диагностике и контролю. Кроме того, полученные данные помогут повысить качество жизни ВЛК-положительных кошек и информированность ветеринарных специалистов о данном инфекционном заболевании.

**Методология и методы исследования.** Методология проведенных исследований включает стандартные процедуры с использованием различных расходных материалов для проведения гематологического и биохимического анализов, а также анамнестических и клинических данных ВЛК-положительных кошек. В работе применяли анализ серологических (ИФА, ИХТ) и молекулярных (ПЦР) методов исследования, а также проводили анализ влияния терапии при нерегенеративной нормоцитарной нормохромной анемии, ассоциированной с вирусной ЛК. Для интерпретации и систематизации полученных результатов использовали стандартный пакет программ Microsoft Excel, а также программу IBM SPSS Statistics.

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

- анализ инцидентности вирусной лейкемии кошек и факторов риска инфицирования в Новосибирском регионе за 2016–2024 гг.;
- оценка клинической и прогностической картин, диагностики и терапии вирусной лейкемии кошек и сопутствующих заболеваний;
- изучение влияния терапии нерегенеративной нормоцитарной нормохромной анемии, ассоциированной

с вирусной лейкемией кошек, на исход и продолжительность жизни инфицированных кошек.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность результатов проведенных исследований, правомочность основных положений работы, итоги и предложения обоснованы достаточным количеством животных в исследуемых группах, изучением отечественной и иностранной литературы по теме исследования. Клинические, гематологические, молекулярные и серологические данные получены с использованием современных методов на сертифицированном оборудовании с последующей статистической обработкой и анализом полученных результатов, а также актами о проведении исследований.

## 2. Основное содержание

**Материалы и методы исследований.** Работа выполнена в ветеринарной клинике Питомец.

**Животные.** В работе использованы 116 кошек, имеющих владельцев. От каждой кошки получен минимум один образец цельной крови и/или сыворотки для проведения дальнейших лабораторных исследований. 116 образцов цельной крови исследованы с помощью метода ПЦР, 116 образцов — с помощью метода ИФА и 116 образца

— с помощью метода ИХТ. Метод диагностики вирусной ЛК выбирали для каждого клинического случая индивидуально. 106 ВЛК-положительных кошек имели истории болезни, заполненные в объеме, достаточном для проведения дальнейшего анализа.

**Контрольная группа.** Для определения достоверности проводимых исследований и вычисления критерия Фишера (F) случайным образом были выбраны 10 ВЛК-отрицательных кошек, не имеющих доступ на улицу и контакты с другими кошками в анамнезе, чьи результаты ПЦР и ИХТ, полученные дважды с интервалом 3 месяца, были отрицательными. Характеристика контрольной группы животных представлена в таблице 1.

**Оборудование.** При проведении научных исследований использовано следующее оборудование: набор для проведения ПЦР реал-тайм OneTube RT-PCR TaqMan (Thermo Fisher Scientific, США), набор для выделения ДНК QIAamp DNA Blood Kit (QIAGEN, Германия). Амплификация проведена с помощью Real-time CFX96 Touch (Biorad, США) по методу Ho C.-

Е. и соавторов (Ho C.-F., Chan K.-W. et al., 2014). Для проведения ИФА использован набор IDEXX Snap FIV/FelV Combo (IDEXX, США). Экспресс-тест (Quicking Biotech Co, Китай) использован для проведения ИХТ. Клинический анализ крови выполнен на автоматическом гематологическом анализаторе Biocode-Hycel Celly 70 (Biocode-Hygel, Франция) по методу Knoll (Knoll J. S., Rowell S. L., 1996), биохимический — на анализаторе BA-400 (BioSystems, Испания) по методу Trumel (Trumel C., Monzali C. et al., 2016). Для ручного подсчета лейкоцитарной формулы использован микроскоп Bresser Re-

Таблица 1. Характеристика контрольной группы ВЛК-отрицательных кошек

Животное (№)	Пол	Возраст	Порода	Интактность
1	♀	1 г 2 мес	Метис	Интактная
2	♀	10 лет 8 мес	Мейн-кун	Кастрированная
3	♂	6 лет 4 мес	Метис	Кастрированный
4	♀	13 лет 5 мес	Абиссинская	Кастрированная
5	♂	8 мес	Метис	Интактный
6	♂	1 г 11 мес	Мейн-кун	Интактный
7	♀	3 г 1 мес	Британская	Кастрированная
8	♀	6 мес	Метис	Интактная
9	♀	7 лет 2 мес	Ориентальная	Кастрированная
10	♂	9 лет 9 мес	Бомбейская	Кастрированная

searcher Bino (Bresser, Германия) и лабораторный счетчик С-5 (Стимул Плюс, Россия). Для экстракции сыворотки использована центрифуга СМ-6М (Elmi, Латвия).

**Расходные материалы.** Для сбора биологического материала использованы инъекционные иглы 21G, вакуумные пробирки Lab-Vac объемом 9 мл с активатором и разделительным гелем (Shandong Chengwu Medical Products Factory, Китай) и пробирки MiniCollect объемом 0,25 мл с КЗЭДТА (Greiner Bio-One, Австрия), а также вакуумные пробирки Improvacuter с КЗЭДТА (Guangzhou Improve Medical Instruments Co, Китай). Для окрашивания мазков крови использован набор реагентов «Лейкодиф 200» (Lachema, Чехия).

**Программное обеспечение.** В ходе научно-исследовательской работы использовано следующее программное обеспечение: программа для работы с ветеринарными данными (ВетАИС, Россия), система программ «1С: Предприятие» (1С, Россия), собственная база данных ветеринарной лаборатории NEOVET, расположенная в сети Интернет, а также программное обеспечение лабораторного оборудования.

**Взятие проб крови.** Взятие проб крови по методу Taylor (Taylor S., Spada E. et al., 2021) осуществляли после сбривания шерсти в дистальной трети предплечья грудной конечности, обработки кожи раствором антисептика и нанесения в область пункции вены крема с лидокаином и прилокаином.

**ПЦР реал-тайм.** Исследование образцов цельной крови методом ПЦР было направлено на выявление провирусной ДНК в образцах исследуемых животных. Диагностика осуществлена в соответствии с общепринятыми методиками (Cattori V. et al, 2008) и включает процесс выделения нуклеиновых кислот на основе центрифужных колонок силикатной мембраной и удаление контаминантов серией промывок, амплификацию ДНК исследуемого материала (плавление двуцепочечной ДНК, отжиг праймеров, элонгация) и регистрацию кривых флуоресценции в режиме реального времени с помощью амплификаторов плащечного типа.

**ИФА.** Реакция ИФА проведена на образцах сыворотки крови исследуемых животных, исходя из рекомендаций производителя теста (<https://www.idexx.com/en/veterinary/>

[support/documents-resources/snap-fiv-felv-combo-test-resources/](https://www.idexx.com/en/veterinary/support/documents-resources/snap-fiv-felv-combo-test-resources/)). Исследование направлено на выявление белка р27 ЛК.

**ИХТ.** Исследование проведено для выявления антигена ВЛК в образцах сыворотки крови, полученной от исследуемых кошек, в соответствии с инструкцией производителя, входящей в набор тест-системы (<https://vetexpert-rf.ru/express-test/felvag>).

**Гематологический анализ.** Гематологический анализ выполнен на оборудовании, описанном выше, в соответствии с инструкцией производителя. Для диагностики использована цельную кровь объемом 0,25 мл. Лейкоцитарная формула определена с помощью ручного подсчета окрашенного мазка под микроскопом по методу Шиллинга.

**Биохимический анализ.** Биохимический анализ выполнен на оборудовании, описанном выше, в соответствии с инструкцией производителя. Для диагностики использована сыворотка крови, полученная в результате центрифугирования цельной крови объемом 4–9 мл.

**Анализ историй болезни исследуемых животных.** 11699 электронных амбулаторных карт проанализировано. В выборку включены истории болезни, которые удовлетворяли таким критериям, как проживание в г. Москве и Московской области, лабораторно подтвержденный диагноз «вирусная лейкемия кошек», наличие информации о породе, поле, статусе интактности, возрасте диагностики вирусной ЛК, продолжительности жизни, в т. ч. с момента постановки диагноза вирусной ЛК, исходе заболевания, доступе на улицу, контакте с другими кошками, вакцинальном статусе, истории происхождения, методе диагностики вирусной ЛК, клинической картине заболевания, наличии результатов гематологического и биохимического анализов крови, а также описанной проводимой терапии исходя из клинической картины заболевания.

**Вычисление показателя инцидентности вирусной ЛК (I).** Инцидентность периода определяли по следующей формуле:  $I = A/N \times R$ , где A — все зарегистрированные случаи вирусной ЛК за период 2016–2024 гг.; N — численность популяции кошек (образцов крови) за период 2016–2024 гг.; R — размерность (%).



Анализ влияния терапии при нерегенеративной нормоцитарной нормохромной анемии, ассоциированной с вирусной ЛК, на исход и продолжительность жизни инфицированных кошек. 33 кошки с прогрессивной инфекцией из 214 ВЛК-положительных кошек, чьи истории болезни содержали информацию о перенесенной нерегенеративной нормоцитарной нормохромной анемии и проведении какой-либо терапии против нее, были распределены на 4 группы в зависимости от получаемой терапии.

1. Группа А — получавшие гемотрансфузию цельной кровью и марбофлоксацин п/о 2 мг/кг каждые 24 ч ( $n = 7$ ).

2. Группа Б — получавшие эритропоэтин- $\alpha$  100 МЕ/кг 3 раза в неделю + железо декстран в/м 50 мг/животное каждые 7 дней в течение месяца и затем каждый месяц + марбофлоксацин п/о 2 мг/кг каждые 24 ч + гемотрансфузия цельной кровью ( $n = 7$ ).

3. Группа В — получавшие преднизолон п/о 2–4 мг/кг каждые 24 ч с постепенным снижением до минимальной эффективной дозы + марбофлоксацин п/о 2 мг/кг каждые 24 ч + фитоменадион п/к 1 мг/кг каждые 12 ч 3 дня и затем при необходимости + Ралтегравир п/о 20 мг/кг каждые 12 ч + гемотрансфузия цельной кровью ( $n = 7$ ).

12 кошек, страдавших прогрессивной инфекцией и нерегенеративной нормоцитарной нормохромной анемией и не получавшие терапию против данной патологии, были отобраны в группу контроля (группа Г). На основании исхода все ВЛК-положительные кошки были распределены на следующие группы: выжившие, павшие и потерю контакта с владельцем. В зависимости от продолжительности жизни с момента начала терапии ВЛК-положительных кошек распределили на группы, где продолжительность жизни оказалась менее 1 года и 1–6 лет.

**Статистическая обработка результатов исследований.** Для обработки результатов исследований использованы стандартные статистические методы, используемые в биологии.

Для оценки значимости различия дисперсий двух выборок (исследуемые животные и контрольная группа) использован критерий Фишера ( $F$ ).  $F$  вычисляли по следующей формуле, используя пакет данных Microsoft Office Excel:

$$F = \frac{\sigma_X^2 \cdot (N - s)}{\sigma_Z^2 \cdot (s - 1)},$$

где  $F$  — критерий Фишера с числом степеней свободы  $df1 = s - 1$  и  $df2 = N - s$ ;  $\sigma_X^2$  — факториальная дисперсия, отражающая изменчивость между выборками и определяемая мерой неравенства частот анализируемого признака в различных выборках;

– остаточная дисперсия, отражающая различия внутри каждой из выборок в целом. Для вычислительных операций и построения графиков, а также систематизации объема данных использованы программы Microsoft Office Excel, IBM SPSS Statistics и Интернет-сайт <http://www.medstatistic.ru>.

### 3. Результаты собственных исследований

#### 3.1. Исследование инцидентности вирусной лейкемии кошек в Новосибирском регионе за период 2016–2024 гг.

Общая инцидентность вирусной ЛК в Новосибирском регионе за период 2016–2024 гг. составила 15,6 % ( $F = 9,1$ ;  $P < 0,05$ ).

#### 3.2. Анализ факторов риска инфицирования вирусом лейкемии кошек

Результаты оценки факторов риска инфицирования ВЛК представлены в таблице 2.

#### 3.3. Анализ методов диагностики вирусной лейкемии кошек, проводимой в ветеринарных клиниках Новосибирского региона за период 2016–2024 гг.

Всего было проведено 257 тестов для диагностики вирусной ЛК ( $F = 6,6$ ;  $P < 0,05$ ). Метод ПЦР был выбран в 164 случаях (63,8 %). Тестирование методом ИФА было проведено в 48 случаях (18,7 %) и ИХТ был выбран методом диагностики в 45 случаях (17,6 %). В 51 случае (19,8 %) для диагностики заболевания провели дополнительное тестирование различными методами. Анализ форм течения, исходя из результатов проведенной диагностики, представлен на рисунке 1.

#### 3.4. Характеристика клинической картины у инфицированных кошек

Всего было зарегистрировано 1212 жалоб, относящихся к разным клиническим синдромам и проявлениям. Данные о клинических синдромах в популяции ВЛК-положительных кошек представлены в таблице 3. Вызывает интерес то, что в популяции инфицированных кошек встречался ВИК ( $n = 19$ ; 8,9 %), что могло дополнительно негативно сказаться на иммунном статусе ВЛК-положительных кошек, а также прогнозе для данных животных.

Средняя продолжительность жизни исследуемых кошек составила  $1773,8 \pm 86,41$  дней (4 года и 10 мес.). Максимальная продолжительность жизни в исследуемой группе составила 6267 дней (17 лет и 2 мес.), минимальная — 68 дней (2 мес. и 6 дней).

Общая продолжительность жизни инфицированных кошек, попавших в выборку, наиболее часто составляла от 1 года до 6 лет ( $n = 133$ ; 62,1 %). Средняя продолжительность жизни инфицированных кошек после постановки диагноза вирусной ЛК составляла  $242,7 \pm 20,18$  дней (7 мес. и 25 дней). Максимальная продолжительность жизни с момента постановки диагноза у инфицированных кошек составила 1723 дней (4 года и 8 мес.), а минимальная — 1 день. Наиболее часто продолжительность жизни инфицированных кошек с момента постановки диагноза составляла менее 1 года ( $n = 143$ ; 66,8 %) ( $F = 54,4$ ;  $P < 0,001$ ). В выборке не было представлено ни одной кошки, чья продолжительность жизни с момента постановки окончательно

Таблица 2. Характеристика групп риска инфицирования ВЛК

Параметр	Количество ВЛК-положительных кошек	Распространенность признака в популяции ВЛК-положительных кошек (%) Р- значение	Значение критерия Фишера, F
<b>Возраст</b>			75,2
< 1 года	33	15,4 ± 6,41 <sup>*****</sup>	
1–6 лет	133	62,1 ± 3,19 <sup>***</sup>	
> 6 лет	48	22,4 ± 5,32 <sup>***</sup>	
<b>Пол и статус интактности</b>			13,9
<i>Самцы</i>	126	58,8 ± 1,69 <sup>***</sup>	
Кастрированные	51	40,4 ± 1,33 <sup>a**</sup>	8,2
Некастрированные	30	23,9 ± 1,73 <sup>a**</sup>	8,2
Неизвестно	45	35,7 ± 1,42 <sup>a</sup>	
<i>Самки</i>	88	41,1 ± 2,04 <sup>***</sup>	
Кастрированные	36	40,9 ± 1,24 <sup>a</sup>	0,9
Некастрированные	30	34,1 ± 1,36 <sup>a</sup>	0,9
Неизвестно	22	25 ± 1,59 <sup>a</sup>	
<b>Наличие свободного выгула</b>			15,9
Да	88	41,1 ± 1,42 <sup>***</sup>	
Нет	50	23,3 ± 1,88 <sup>***</sup>	
Неизвестно	76	35,5 ± 1,5241,1 <sup>***</sup>	
<b>Контакт с другими кошками</b>			5,9
Да	77	35,9 ± 1,19 <sup>*</sup>	
Нет	54	25,2 ± 1,42 <sup>*</sup>	
Неизвестно	83	38,7 ± 1,14 <sup>*</sup>	
<b>Вакцинация против вирусной ЛК</b>			538,0
Да	4	1,9 ± 0,39 <sup>***</sup>	
Нет	210	98,1 ± 3,52 <sup>***</sup>	
<b>История приобретения</b>			51,7
С улицы	80	37,3 ± 2,8 <sup>***</sup>	
У заводчиков	23	10,7 ± 5,23 <sup>***</sup>	
С рук	22	10,3 ± 5,33 <sup>***</sup>	
У знакомых	4	1,8 ± 0,37 <sup>***</sup>	
От своей кошки	2	0,9 ± 0,29 <sup>***</sup>	
Неизвестно	83	38,8 ± 2,74 <sup>***</sup>	

Примечание. \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001; а относительно количества особей того же пола в исследуемой группе



Рис. 1. Характеристика форм течения вирусной ЛК в популяции исследуемых кошек

Таблица 3. Характеристика клинических синдромов при вирусной ЛК

Синдром	n	%
Неспецифический	520	42,9
ЖКТ	190	15,6
Иммуноопосредованный	170	14
Респираторный	92	7,5
Урогенитальный	75	6,1
Стоматологический	61	5
Дерматологический	44	3,6
Неопластический	32	2,6
Неврологический	16	1,3
Кардиологический	8	0,5
Нет жалоб	4	0,3

Примечание. n — количество обращений

ного диагноза составила более 6 лет. В ходе исследования была выявлена достоверная разница между количеством выживших кастрированных и погибших кастрированных самцов ( $F = 2,4$ ;  $P < 0,05$ ). Большая часть животных к концу исследования погибла, при этом самцы погибали чаще самок, а некастрированные самки погибали чаще кастрированных, однако достоверной разницы между данными критериями обнаружено не было. Вероятно, частая гибель самцов была связана с тяжестью сопутствующих патологий, а также с более высоким риском развития прогрессивной формы вирусной ЛК, связанным со стрессом, испытываемым в результате территориальной агрессии.

3.5. Анализ гематологических и биохимических параметров крови инфицированных кошек

**Гематологические параметры.** Данные о результатах общего клинического анализа крови были доступны в амбулаторных картах 124 инфицированных кошек. Наиболее часто у ВЛК-положительных кошек встречали гематологические отклонения, характеризующие наличие анемии. Так, среднее значение показателя количества эритроцитов было на нижней границе референсного интервала —  $5,11 \pm 0,283 \times 10^{12}/л$ . Без отклонений показатель оказался у 50 кошек (40,3 %), пониженным — у 68 кошек (54,8 %), повышенным — у 6 кошек (4,8 %). Среднее значение показателя количества гемоглобина было снижено ( $78,59 \pm 4,013 г/л$ ). Чаще всего показатель у инфицированных кошек имел низкие значения ( $n = 85$ ; 68,5 %). Среднее значение гематокрита было снижено ( $24,92 \pm 1,223 \%$ ), так же как и среднее значение уровня тромбоцитов, которое составило  $115,78 \pm 9,952 \times 10^9/л$ . У большинства ВЛК-положительных кошек данный показатель был снижен ( $n = 93$ ; 75 %). Среднее значение процентного содержания палочкоядерных нейтрофилов в лейкоцитарной формуле инфицированных кошек было выше стандартных значений и составило  $3,43 \pm 0,615 \%$ . У большинства ВЛК-положительных кошек данный показатель был повышен ( $n = 85$ ; 68,5 %). Среднее

значение процентного содержания лимфоцитов в лейкоцитарной формуле находилось на нижней границе нормы и составило  $28,69 \pm 2,268 \%$ . Наиболее часто данный показатель был снижен ( $n = 55$ ; 44,3 %). Среднее значение скорости оседания эритроцитов (СОЭ) было значительно повышено ( $37,6 \pm 3,25 мм/ч$ ), при этом у многих животных данный показатель был повышен ( $n = 67$ ; 54 %).

**Биохимические параметры.** Результаты биохимического анализа крови инфицированных кошек были описаны в 106 амбулаторных картах. ВЛК-положительные кошки демонстрировали гипергликемию (среднее значение —  $7,41 \pm 0,320 ммоль/л$ ), повышение уровня АЛТ (среднее значение —  $189,39 \pm 39,478 ед/л$ ), АСТ (среднее значение —  $116,36 \pm 15,918 ед/л$ ,  $n = 83$ ; 78,3 %), общего белка (среднее значение —  $77,8 \pm 1,907 г/л$ ), ЛДГ (среднее значение —  $569,44 \pm 95,426 ед/л$ ), прямого билирубина (среднее значение —  $20,68 \pm 8,566 мкмоль/л$ ), холестерина (среднее значение —  $3,97 \pm 0,547 мкмоль/л$ ), КФК (среднее значение —  $1482,3 \pm 722,756 ед/л$ ), С-реактивного белка (среднее значение —  $65,22 \pm 11,092 ед/л$ ,  $n = 10$ ; 90,9 %), гиперфосфатемию (среднее значение —  $2,31 \pm 0,330 ммоль/л$ ), гипокалиемию ( $n = 5$ ; 62,5 %) и гипонатриемию ( $n = 3$ ; 60 %).

3.6. Анализ терапии, проводимой инфицированным кошкам в ветеринарных клиниках Новосибирского региона за период 2016–2024 гг.

Ввиду наличия сопутствующих и/или ассоциированных с вирусной ЛК заболеваний практически всем кошкам была назначена та или иная терапия. Данные о проведенной терапии были доступны для 210 кошек. 4 кошки были исключены из анализа ввиду обнаружения ВЛК во время диспансерного обследования и отсутствия проводимой терапии, соответственно. Всего было проанализировано 398 назначений ( $F = 4,5$ ;  $P < 0,05$ ). Самыми часто назначаемыми веществами стали препараты из группы антибактериальных ( $n = 69$ ; 17,3 %), а также им-

муномодулирующие препараты ( $n = 65$ ; 16,3 %). Лишь 12 кошкам (5,6 % всей исследуемой популяции) была назначена специфическая антиретровирусная терапия (АРТ), способная снизить вирусную нагрузку в крови животного и, следовательно, степень проявления клинической симптоматики, ассоциированной с вирусной ЛК. Таким образом, АРТ в клинической практике используют редко, что также является негативным фактором, влияющим на прогноз выживаемости для ВЛК-положительных кошек.

### 3.7. Влияние терапии при нерегенеративной нормоцитарной нормохромной анемии, ассоциированной с вирусной лейкемией кошек, на исход и продолжительность жизни инфицированных кошек

Анемия, ассоциированная с вирусной ЛК, носит нерегенеративный, нормоцитарный и нормохромный характер и является следствием таких патологий, как миелодиспластический синдром и, в частности, миелофтиз, нерегенеративной аутоиммунной гемолитической анемии и лимфобластного лейкоза (Cotter S. M., 1997). Исследование наиболее приемлемой терапии, которая позволила бы продлить жизнь ВЛК-положительным кошкам с анемией и снизить количество летальных исходов, является приоритетной задачей при изучении вирусной ЛК и ассоциированных с ней патологий, в связи с чем инфицированные кошки ретроспективно были разделены на несколько групп в зависимости от получаемой терапии. В ходе исследования была обнаружена достоверная разница между количеством выживших животных ( $n = 6$ ), получавших терапию против нерегенеративной анемии, и животных, служивших контролем ( $n = 2$ ) ( $F = 1,8$ ;  $P < 0,1$ ), при этом тот же уровень достоверности был определен для продолжительности жизни между исследуемыми группами. В группе А наблюдали самый высокий уро-

вень смертности — 5 животных (71,4 %) погибли к концу исследования. Высокую летальность также наблюдали в группе Б ( $n = 4$ ; 57,1 %), которая может быть связана как с развитием фиброза красного костного мозга на фоне приема стимуляторов эритропоэза, так и на фоне выработки антител к данным препаратам, являющимися аллогенными для организма кошек (Elliott J., 2024). Смертность в контрольной группе Г была ожидаемо высока ( $n = 7$ ; 58,3 %), что связано с отсутствием какой-либо терапии, проводимой исследуемым животным. Интересно, что в контрольной группе были обнаружены две кошки (16,7 %), чья продолжительность жизни составила 1,5 года к моменту окончания исследования. Вероятно, причина анемии у данных животных — это нерегенеративная гемолитическая аутоиммунная анемия, развившаяся на фоне приема лекарственных препаратов, например, из группы цефалоспоринов (Garden O. A. et al., 2019). Процентная характеристика исходов в зависимости от вида терапии продемонстрирована на рисунке 2.

Животные группы В, получавшие мультимодальную терапию, включавшую прием преднизолона, марбофлуксаина, ралтегравира, фитоменадиона и гемотрансфузию, продемонстрировали наибольшую среднюю продолжительность жизни ( $382,7 \pm 83,41$  дней). В данной группе наблюдали наибольшее количество положительных исходов терапии анемии ( $n = 4$ ; 57,1 %), а также именно в этой группе было обнаружено наибольшее количество ВЛК-положительных животных, чья продолжительность жизни составила более 1 года ( $n = 4$ ; 57,1 %) (рисунк 3).

Данные результаты связаны с действием преднизолона, который обладает антифибротическим эффектом на процессы, происходящие в костном мозге при его миелодисплазии и миелофиброзе (Maldonado-Moreno A. et al., 2024). Кроме того, имеются данные, свидетельствующие,

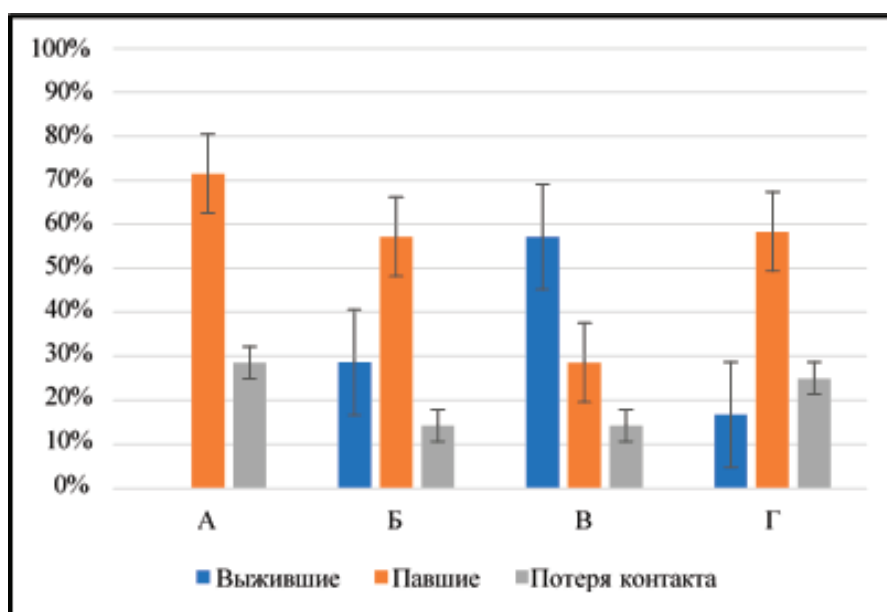


Рис. 2. Характеристика исходов вирусной ЛК в зависимости от получаемой терапии нерегенеративной анемии

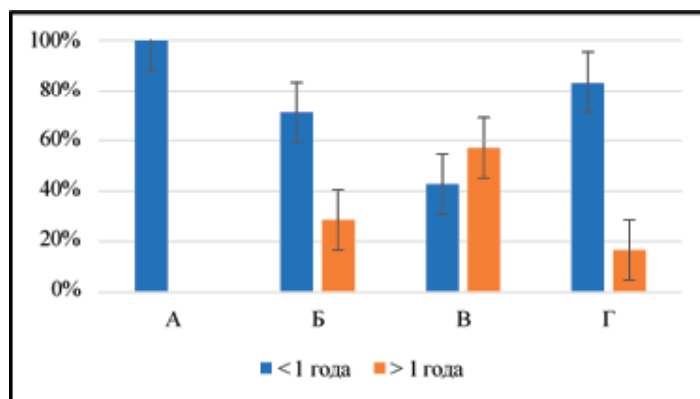


Рис. 3. Характеристика продолжительности жизни ВЛК-положительных кошек после старта терапии нерегенеративной анемии

что включение в схему лечения анемии ралтегравира, снижающего вирусную нагрузку при вирусной ЛК и, таким образом, положительно влияющего на степень клинического проявления основного заболевания, может положительно влиять на исход и продолжительность жизни ВЛК-положительных кошек (Зенченкова А. П., 2021). Динамика изменения показателя гематокрита в каждой группе представлена на рисунке 4.

К сожалению, оценить эффективность терапии фитоменадионом против тромбоцитопении, ассоциированной с миелодиспластическим синдромом, не удалось ввиду отсутствия лабораторных исследований гемостаза у ВЛК-положительных кошек в группе В, а также проведенных части животных гемотрансфузий цельной кровью, которая содержала тромбоциты, что, в свою очередь, положительно влияло на уровень данных клеток в крови реципиента.

Таким образом, мультимодальная терапия, включающая использование преднизолона, марбофлоксацина, фитоменадиона, ралтегравира и гемотрансфузию цельной кровью, является наиболее перспективным методом терапии ВЛК-ассоциированной нерегенеративной нормоцитарной нор-

мохромной анемии, вызванной миелодиспластическим синдромом или нерегенеративной аутоиммунной гемолитической анемией. Кроме того, данный метод лечения может контролировать вирусную нагрузку при вирусной ЛК и популяцию гемотропных микоплазм в случае их наличия, а также положительно влиять на гемостаз в случае би- и панцитопении при миелофиброзе.

#### 4. Заключение

Вирусная лейкемия кошек в Новосибирском регионе негативно влияет на продолжительность и качество жизни инфицированных животных, что напрямую связано с несвоевременной диагностикой заболевания и недостаточным его клиническим сопровождением. Кроме того, выбор ПЦР в качестве единственного метода диагностики вирусной ЛК также негативно влияет на истинную инцидентность заболевания — по-видимому, ввиду частых мутаций, возникающих в геноме ВЛК, результат ПЦР может быть ложноотрицательным. Вместе с этим, недостаточное внимание этиотропной терапии также является нега-

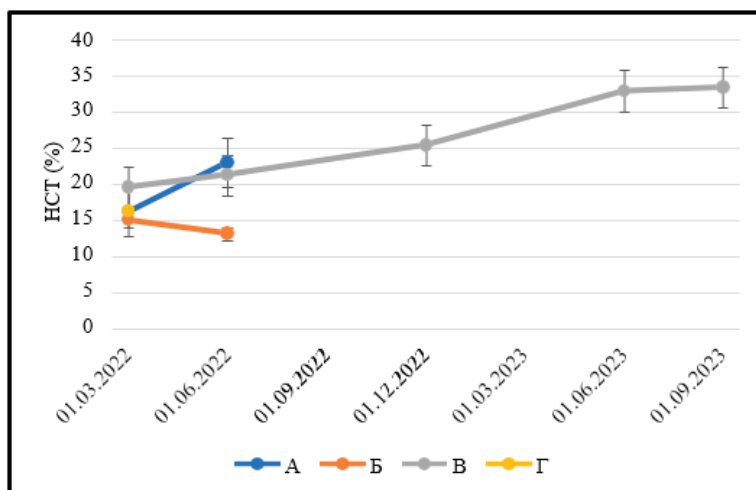


Рис. 4. Динамика изменения усредненного показателя гематокрита в группах ВЛК-положительных кошек с нерегенеративной анемией



тивным прогностическим фактором, влияющим на прогноз выживаемости для ВЛК-положительных кошек.

#### 4.1 Итоги выполненного исследования

1. Инцидентность вирусной ЛК в Новосибирском регионе за период 2016–2024 гг. составила 15,6 % с наибольшим показателем в областном центре Коченево.

2. Анамнестические данные ВЛК-положительных кошек включали неспецифические клинические признаки в 42,9 % жалоб, а именно гипо- и анорексию (25,7 %). У 19 кошек (8,9 %) была обнаружена ко-инфекция ВИК. Гематологический профиль ВЛК-положительных кошек характеризовался снижением количества эритроцитов у 40,3 % инфицированных кошек в среднем до  $5,11 \pm 0,283 \times 10^{12}/л$ , гемоглобина у 68,5 % инфицированных кошек в среднем до  $78,59 \pm 4,013$  г/л и гематокрита у 74,1 % инфицированных кошек в среднем до  $24,92 \pm 1,223$  %. Анемия у ВЛК-положительных кошек являлась нормохромной, нормоцитарной и соответствовала нерегенеративной патологии. У инфицированных кошек были зарегистрированы тромбоцитопения (92,7 % исследуемых кошек со средним показателем  $115,78 \pm 9,952 \times 10^9/л$ ), повышение уровня палочкоядерных нейтрофилов (68,5 % исследуемых кошек со средним показателем  $3,43 \pm 0,615$  %) и СОЭ (54 % исследуемых кошек со средним показателем  $37,6 \pm 3,25$  мм/ч), а также снижение процентного содержания лимфоцитов (44,3 % исследуемых кошек со средним показателем  $28,69 \pm 2,268$  %).

3. Сыворотка крови ВЛК-положительных кошек характеризовалась повышением среднего уровня АЛТ ( $189,39 \pm 39,478$  ед/л), АСТ (78,3 %), общего белка (77,8 %), прямого билирубина ( $20,68 \pm 8,566$  мкмоль/л), холестерина ( $3,97 \pm 0,547$  мкмоль/л), КФК ( $1482,3 \pm 722,756$  ед/л), С-реактивного белка (90,9 %), а также гиперфосфатемией (50 % исследуемых кошек со средним показателем  $2,31 \pm 0,330$  ммоль/л), гипокалиемией (62,5 % исследуемых кошек со средним показателем  $4,25 \pm 0,414$  ммоль/л) и гипонатриемией (60 % исследуемых кошек со средним показателем  $145,3 \pm 3,290$  ммоль/л). Изменения биохимических параметров крови исследуемых кошек были неспецифическими и отражали сопутствующие патологии, с которыми животные поступали на прием в ветеринарные клиники Новосибирского региона. Средняя продолжительность жизни ВЛК-положительных кошек составила 4 года и 10 месяцев ( $1773,8 \pm 86,41$  дней), при этом общая продолжительность жизни большинства особей (64,2 %) составила от 1 года до 6 лет. Средняя продолжительность жизни после постановки окончательного диагноза для инфицированных животных составила 7 месяцев и 25 дней ( $242,7 \pm 20,18$  дней), однако для 66,9 % ВЛК-положительных кошек она составила менее 1 года.

4. Для диагностики вирусной ЛК метод ПЦР был использован в 63,8 % клинических случаев. 19,8 % кошек были назначены несколько видов лабораторного тестирования для постановки окончательного диагноза, при этом прогрессивная инфекция преобладала в 12,6 % случаев.

5. За период 2016–2024 гг. антибактериальные препараты были назначены 17,3 % ВЛК-положительных кошек. Специфическая антиретровирусная терапия, включающая прием ралтегравира, была назначена 5,6 % ВЛК-положительных кошек.

6. Мультиmodalная терапия, сочетающая в себе преднизолон (2–4 мг/кг п/о каждые 24 ч с постепенным снижением до минимально эффективной дозы), марбофлоксацин (2 мг/кг п/о каждые 24 ч), фитоменадион (1 мг/кг п/к каждые 12 ч 3 дня, затем при необходимости), ралтеграбир (20 мг/кг п/о каждые 12 ч) и гемотрансфузию цельной кровью обеспечивает кошкам с ВЛК-ассоциированной нерегенеративной нормоцитарной нормохромной анемией наилучшие прогнозы ( $n$  выживших = 4; 57,1 %), продолжительность жизни ( $n$  более 1 года = 4; 57,1 %; средняя продолжительность жизни —  $382,7 \pm 83,41$  дней) и уровень показателей красной крови.

#### 5. Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы

1. Результаты, полученные в ходе научного исследования по распространенности, факторам риска и клинической и лабораторной картин вирусной ЛК рекомендуем использовать в клинической практике ветеринарных специалистов для повышения настороженности относительно вирусной ЛК и эффективности диагностирования заболевания.

2. Рекомендуем включить ралтеграбир в качестве этиотропной антиретровирусной терапии в стандарт терапии прогрессивной вирусной ЛК и вакцинацию против вирусной ЛК в качестве меры по контролю распространения заболевания в календарь ежегодной вакцинации кошек, находящихся в группе риска по вирусной ЛК.

3. Рекомендуем включить мультиmodalную терапию, сочетающую прием преднизолона, марбофлоксацина, фитоменадиона, ралтегравира и гемотрансфузию цельной кровью, в протокол лечения нерегенеративной нормоцитарной нормохромной анемии, ассоциированной с миелодиспластическим синдромом или нерегенеративной аутоиммунной гемолитической анемией на фоне вирусной ЛК, для улучшения прогноза и продолжительности жизни животных с прогрессивной формой вирусной ЛК.

4. Полученные данные рекомендуем использовать в учебном процессе ветеринарных факультетов высших и средних учебных заведений, при составлении пособий и монографий, написании соответствующих разделов учебных руководств и пособий по инфекционным болезням мелких домашних животных.

5. Рекомендуем продолжить оценку инцидентности, факторов риска, клинической картины, диагностики и терапии вирусной ЛК в Новосибирском регионе, а также в других городах РФ, что, безусловно, будет способствовать стабилизации и затем снижению числа случаев инфицирования ВЛК, а также повышению уровня ветеринарной помощи и качества жизни инфицированных кошек и их владельцев.

## ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

### Тиреотоксикоз. Лечебная физкультура при тиреотоксикозе

Ковзалов Никита Сергеевич, студент;

Алексанян Гарик Гагикович, студент;

Манаева Анна Денисовна, студент;

Кремлева Софья Юрьевна, студент

Научный руководитель: Девяткина Лейла Нарматовна, старший преподаватель

Оренбургский государственный медицинский университет

**Цель работы:** изучить особенности применения лечебной физкультуры при тиреотоксикозе, определить её влияние на состояние пациентов и обосновать значение физической реабилитации в комплексном лечении заболевания.

**Задачи работы:** рассмотреть этиологию, патогенез и клинические проявления тиреотоксикоза. Изучить принципы и методы лечебной физкультуры, применяемые при данном заболевании. Определить показания и противопоказания к назначению физических упражнений. Оценить влияние лечебной физкультуры на общее состояние больных и функциональную активность различных систем организма. Подчеркнуть роль регулярных физических упражнений в профилактике осложнений тиреотоксикоза и повышении качества жизни пациентов.

**Материалы и методы исследования:** в процессе выполнения данной работы были использованы разнообразные материалы, включающие научные статьи, исследования и практические примеры из различных образовательных организаций.

#### Актуальность

##### *Этиология тиреотоксикоза*

Основной этиологический фактор тиреотоксикоза — избыточная продукция тиреоидных гормонов щитовидной железой, что чаще всего обусловлено аутоиммунными нарушениями. Наиболее частая форма заболевания — диффузный токсический зоб (болезнь Грейвса — Базедова), при котором в организме вырабатываются аутоантитела, стимулирующие рецепторы к тиреотропному гормону (ТТГ). Эти антитела имитируют действие ТТГ, что приводит к постоянной гиперсекреции тироксина ( $T_4$ ) и трийодтиронина ( $T_3$ ) независимо от регуляции гипоталамуса.

К другим причинам тиреотоксикоза относятся **токсическая аденома** и **многоузловой токсический зоб**, при которых отдельные участки железы начинают функционировать автономно. Реже встречается **тиреоидит** (например, подострый де Кервена), при котором разрушение фолликулов сопровождается выбросом готовых гормонов в кровь.

Немаловажную роль играют **ятрогенные** факторы — приём избыточных доз тиреоидных гормонов (так называемый искусственный тиреотоксикоз), а также избыточное поступление йода у предрасположенных лиц. Реже заболевание возникает при опухолях гипоталамуса, секретирующих тиреотропный гормон, или при метастазирующих опухолях щитовидной железы, сохраняющих гормональную активность.

В развитии аутоиммунных форм существенную роль играют наследственная предрасположенность, хронические инфекции, психоэмоциональные перегрузки и стресс, вызывающие дисбаланс в регуляции гипоталамуса-гипоталамусно-тиреоидной системы. У женщин тиреотоксикоз встречается в 6–8 раз чаще, что связывают с особенностями гормонального фона и иммунного ответа.

##### *Патогенез тиреотоксикоза*

Основу патогенеза тиреотоксикоза составляет **гиперметаболический синдром**, возникающий вследствие избыточного воздействия тиреоидных гормонов на ткани и органы. Тироксин и трийодтиронин увеличивают активность митохондрий, ускоряют синтез белков, усиливают окислительно-восстановительные процессы и стимулируют использование кислорода клетками. Под влиянием этих гормонов повышается скорость основного обмена, температура тела и потребность тканей в энергии.

Избыточное количество тиреоидных гормонов активирует катаболические процессы: белки, жиры и углеводы начинают интенсивно расщепляться, что приводит к по-

**тере массы тела**, мышечной слабости и истощению. Усиление распада белка вызывает отрицательный азотистый баланс, способствует развитию миопатии и ослаблению скелетной мускулатуры.

Сердечно-сосудистая система реагирует на избыток гормонов выраженной **гиперчувствительностью β-адренорецепторов к катехоламинам**, что клинически проявляется тахикардией, повышением систолического давления, аритмиями и гипердинамическим типом кровообращения. Миокард подвергается метаболической дистрофии, что со временем приводит к формированию **тиреотоксического сердца**.

Нервная система также вовлекается в патологический процесс. Повышенная концентрация тиреоидных гормонов усиливает синаптическую передачу, вызывает состояние хронической симпатикотонии. Это проявляется **повышенной возбудимостью, раздражительностью, бессонницей, тремором и эмоциональной лабильностью**.

В костной системе ускоряется резорбция костной ткани, что со временем ведёт к **остеопорозу**. На уровне печени наблюдается усиление гликогенолиза, что приводит к гипергликемии. Ускорение липолиза вызывает снижение массы жировой ткани.

Таким образом, патогенез тиреотоксикоза представляет собой совокупность метаболических и нейрогуморальных нарушений, обусловленных чрезмерным действием тиреоидных гормонов на клетки-мишени, приводящих к системным функциональным расстройствам.

#### *Клиническая картина тиреотоксикоза*

Клинические проявления тиреотоксикоза многообразны и охватывают практически все системы организма. Заболевание начинается постепенно, хотя в некоторых случаях дебют может быть острым, особенно после психоэмоциональных стрессов или инфекций.

Одним из наиболее характерных симптомов является **похудание** при сохранённом или повышенном аппетите. Это связано с ускорением обмена веществ и усиленным катаболизмом. Пациенты жалуются на **слабость, быструю утомляемость, повышенную потливость и непереносимость жары**, что обусловлено усилением теплопродукции.

Со стороны сердечно-сосудистой системы отмечаются **тахикардия, перебои в работе сердца, ощущение сердцебиения, повышение систолического давления при пониженном диастолическом**, что создаёт широкий пульсовой размах. У некоторых больных развивается мерцательная аритмия. При длительном течении формируется **тиреотоксическая кардиомиопатия**, проявляющаяся одышкой и признаками сердечной недостаточности.

Нервная система реагирует выраженной **психоэмоциональной неустойчивостью**: больные становятся раздражительными, плаксивыми, беспокойными, наблю-

даются нарушения сна и повышенная чувствительность к шуму и свету. Отмечается **мелкий тремор** пальцев вытянутых рук, а в тяжёлых случаях — всего тела.

Глазные симптомы (так называемая **офтальмопатия**) включают расширение глазной щели, блеск глаз, редкое мигание и в некоторых случаях экзофтальм — выпячивание глазных яблок, вызванное аутоиммунным воспалением ретробульбарной клетчатки.

Со стороны пищеварительной системы могут наблюдаться **диарея, снижение массы печени, ускоренный стул**, что связано с усилением перистальтики кишечника и нарушением обмена желчных кислот.

Женщины часто отмечают **нарушения менструального цикла** вплоть до аменореи, мужчины — снижение либидо и импотенцию. В тяжёлых случаях развивается тиреотоксический криз — жизнеугрожающее состояние, сопровождающееся гипертермией, тахикардией свыше 150 ударов в минуту, психомоторным возбуждением и коллапсом.

#### **Физиологические основы применения лечебной физкультуры при тиреотоксикозе**

Тиреотоксикоз представляет собой патологическое состояние, при котором в крови наблюдается избыточное количество тиреоидных гормонов — тироксина ( $T_4$ ) и трийодтиронина ( $T_3$ ). Эти гормоны обладают мощным катаболическим и симпатомиметическим действием, значительно ускоряя обмен веществ и усиливая чувствительность тканей к катехоламинам. В результате в организме развивается гиперметаболизм, сопровождающийся повышением частоты сердечных сокращений, учащением дыхания, увеличением потребления кислорода, а также истощением энергетических резервов. Всё это обуславливает как нарушения со стороны сердечно-сосудистой и нервной систем, так и изменения в мышечной и дыхательной функциях, что требует особого подхода при назначении лечебной физкультуры (ЛФК).

Физиологическое действие физических упражнений при тиреотоксикозе основывается на принципах дозированного раздражения, постепенного включения адаптационных реакций и нормализации нарушенных функций. Под влиянием умеренной двигательной активности происходит перераспределение нервных импульсов в центральной нервной системе, активируется тормозной процесс в коре головного мозга, что способствует снижению патологически повышенной возбудимости симпатoadреналовой системы. У пациентов с тиреотоксикозом это имеет ключевое значение, поскольку именно чрезмерная активация симпатического отдела вегетативной нервной системы лежит в основе тахикардии, тремора, гиперкинезов и нарушений сна. Таким образом, ЛФК выступает как физиологический регулятор процессов возбуждения и торможения, восстанавливая нейровегетативный баланс.

Систематические занятия лечебной физкультурой также способствуют улучшению трофических процессов

и стабилизации обмена веществ. При правильно дозированных нагрузках активируются окислительно-восстановительные реакции в скелетных мышцах, улучшается утилизация глюкозы и жирных кислот, повышается эффективность использования кислорода тканями. Это приводит к постепенному снижению гиперметаболического фона, уменьшению выраженности катаболических процессов и укреплению белкового обмена. Мышечная деятельность стимулирует секрецию анаболических гормонов, включая инсулин и соматотропин, что способствует восстановлению массы тела, ослабленной длительным действием избытка тиреоидных гормонов.

Особое значение при тиреотоксикозе имеет влияние физических упражнений на сердечно-сосудистую систему. Избыточные тиреоидные гормоны вызывают тахикардию, повышение систолического давления и увеличение минутного объёма сердца, что со временем приводит к миокардиодистрофии. ЛФК при этом действует нормализующе: умеренные циклические нагрузки (например, дыхательная гимнастика, дозированная ходьба, элементы йога-терапии) повышают тонус блуждающего нерва, способствуют урежению пульса, улучшению коронарного и периферического кровообращения, повышая устойчивость миокарда к гипоксии. Физиологически это проявляется в снижении симпатической активности и нормализации ритма сердечных сокращений.

Регулярная физическая активность благоприятно влияет и на дыхательную систему. При тиреотоксикозе повышена чувствительность дыхательного центра к углекислоте, что вызывает частое поверхностное дыхание. ЛФК способствует тренировке дыхательных мышц, углублению дыхания, улучшению вентиляционно-перфузионного соотношения и снижению одышки. Медленные дыхательные упражнения с акцентом на удлинённый выдох оказывают успокаивающее влияние на центральную нервную систему, стабилизируют уровень углекислого газа в крови и снижают чувство тревоги, часто сопровождающее пациентов с тиреотоксикозом.

Не менее важен психоэмоциональный эффект лечебной физкультуры. Избыточная активность щитовидной железы нередко приводит к повышенной раздражительности, бессоннице, тревожности и эмоциональной лабильности. Регулярные занятия в щадящем режиме способствуют формированию устойчивых условно-рефлекторных связей, связанных с чувством расслабления и внутреннего спокойствия. На физиологическом уровне это сопровождается нормализацией уровня кортизола и катехоламинов, стабилизацией нейромедиаторных систем головного мозга и восстановлением адаптационных резервов организма.

### Методика проведения ЛФК при тиреотоксикозе

Методика проведения лечебной физкультуры при тиреотоксикозе строится на принципах физиологической постепенности, индивидуализации и строгого дозиро-

вания нагрузок с учётом функционального состояния сердечно-сосудистой системы, выраженности симптомов и степени компенсации заболевания. Цель занятий заключается не в тренировке выносливости, а в нормализации процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе, снижении симпатoadrenalовой активности, стабилизации сердечного ритма и восстановлении общего энергетического баланса организма.

Основным принципом построения занятий является постепенность увеличения физической нагрузки и использование преимущественно статико-динамических упражнений малой и средней интенсивности. На начальных этапах заболевания, особенно при выраженной тахикардии, повышенной потливости и эмоциональной нестабильности, физическая активность должна быть минимальной. Преобладают дыхательные упражнения, направленные на расслабление, удлинение выдоха и нормализацию газообмена. Они выполняются в положении сидя или лёжа, что уменьшает нагрузку на сердечно-сосудистую систему. Применяются методики диафрагмального дыхания, чередование вдоха через нос с плавным выдохом через сомкнутые губы, а также дыхание с паузой после выдоха, что способствует стимуляции парасимпатического звена и урежению сердечного ритма.

По мере улучшения состояния пациента и стабилизации частоты сердечных сокращений (до 90–100 ударов в минуту в покое) в программу вводятся простые обще-развивающие упражнения для мелких и средних мышечных групп, преимущественно в медленном темпе. Эти движения выполняются без рывков, с акцентом на координацию, плавность и дыхательную синхронизацию. Важным элементом является сочетание движений с дыханием: вдох при разгибании и выдох при сгибании конечностей или при наклоне туловища. Это способствует более гармоничному распределению нагрузки и профилактике гипервентиляции.

На последующих этапах лечения, когда гормональный фон начинает стабилизироваться и снижается выраженность клинических проявлений тиреотоксикоза, в комплекс включают динамические упражнения для крупных мышечных групп в положении сидя и стоя. Это могут быть медленные повороты, наклоны, круговые движения руками, медленная ходьба на месте и по ровной поверхности. Продолжительность занятий постепенно увеличивается от 10–15 до 30–40 минут, при этом обязательным остаётся контроль за частотой сердечных сокращений и субъективным самочувствием. При малейших признаках тахикардии, головокружения или одышки нагрузка немедленно снижается.

Особое внимание уделяется расслаблению. После каждого блока упражнений необходимо включать короткие периоды пассивного отдыха в положении лёжа с закрытыми глазами и глубоким, ритмичным дыханием. Эти фазы релаксации способствуют снижению возбуждения в коре головного мозга, нормализуют артериальное давление и уменьшают влияние избыточных катехоламинов.



В некоторых случаях применяются элементы аутогенной тренировки или йогатерапии, направленные на стабилизацию эмоционального состояния и снижение тревожности, нередко сопутствующей тиреотоксикозу.

Существенную роль играет режим и организация занятий. Упражнения должны проводиться ежедневно, предпочтительно в одно и то же время, в хорошо проветриваемом помещении при комфортной температуре. Перед началом курса рекомендуется консультация эндокринолога и функциональная оценка состояния сердечно-сосудистой системы (ЭКГ, контроль частоты пульса и артериального давления). Наиболее благоприятное время для занятий — утренние часы, когда уровень тиреоидных гормонов и адреналина относительно стабилен, а организм лучше переносит нагрузку. После приёма пищи следует выждать не менее 1–1,5 часов, чтобы избежать избыточного раздражения сердечно-сосудистой системы.

При удовлетворительном состоянии больного и хорошей адаптации к нагрузке возможно включение дозированной ходьбы на свежем воздухе, лёгких упражнений на растяжку и элементарных координационных движений. Однако категорически противопоказаны упражнения, вызывающие напряжение, резкие движения, глубокие наклоны, подъём тяжестей или задержку дыхания, поскольку такие действия могут спровоцировать тахикардию и аритмию. Не рекомендуется также использование тренировок с высокой амплитудой движений и длительным статическим напряжением.

Важным компонентом методики является постепенное восстановление нарушенного обмена веществ. Благодаря регулярной физической активности улучшается периферическое кровообращение, активируется окисление субстратов, повышается устойчивость тканей к гипоксии, что приводит к постепенной нормализации энергетического обмена и снижению выраженности катаболических процессов. На этом фоне возрастает устойчивость организма к стрессу и физическим нагрузкам, укрепляется нервная система, что особенно важно при эмоциональной лабильности, свойственной тиреотоксикозу.

### Эффективность и результаты применения ЛФК

Применение лечебной физкультуры при тиреотоксикозе оказывает многогранное положительное воздействие на организм, что подтверждается как клиническими наблюдениями, так и экспериментальными исследованиями. Эффективность ЛФК обусловлена её способностью системно воздействовать на центральную и вегетативную нервную систему, сердечно-сосудистый аппарат, дыхательную и мышечную систему, а также на метаболические процессы. Включение ЛФК в комплексное лечение позволяет ускорить компенсацию заболевания, уменьшить выраженность симптомов и повысить качество жизни пациентов.

Клинически значимым результатом занятий является нормализация сердечного ритма и снижение выражен-

ности тахикардии. Умеренные и дозированные физические нагрузки способствуют увеличению тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что стабилизирует частоту сердечных сокращений и снижает гипердинамическое состояние сердечно-сосудистой системы. У пациентов наблюдается уменьшение пульсового размаха, снижение частоты экстрасистол и выраженности аритмий, что особенно важно при длительном течении заболевания, когда риск развития тиреотоксической кардиомиопатии высок.

На уровне опорно-двигательного аппарата ЛФК способствует укреплению скелетной мускулатуры, повышению выносливости и восстановлению утраченной мышечной массы. У пациентов с миопатией и слабостью проксимальных групп мышц отмечается улучшение силы, координации и амплитуды движений. Постепенное включение динамических и статических упражнений улучшает функциональный тонус мышц, снижает чувство усталости и повышает переносимость физических нагрузок, что отражается на улучшении общей двигательной активности и повседневной жизнедеятельности.

Дыхательные упражнения и упражнения на релаксацию приводят к улучшению вентиляции лёгких, нормализации дыхательного ритма и снижению одышки при умеренной физической нагрузке. Это улучшает оксигенацию тканей и повышает устойчивость организма к гипоксии, что особенно важно при ускоренном метаболизме, характерном для тиреотоксикоза. Дыхательная гимнастика одновременно оказывает успокаивающее влияние на центральную нервную систему, снижая тревожность, раздражительность и эмоциональную лабильность, которые часто сопровождают заболевание.

ЛФК также оказывает значимое влияние на метаболические процессы. Регулярная умеренная физическая активность улучшает утилизацию глюкозы, нормализует уровень липидов и стабилизирует энергетический обмен. Это способствует снижению выраженности катаболизма, предотвращает дальнейшую потерю массы тела и уменьшает риски истощения организма. На фоне занятий наблюдается положительная динамика белкового и минерального обмена, что предотвращает развитие остеопороза и ускоряет восстановление мышечной ткани.

Психоэмоциональные эффекты ЛФК нельзя недооценивать. Пациенты отмечают снижение тревожности, улучшение сна и повышение общего эмоционального тонуса. Это связано с активацией эндорфиновой и серотониновой систем, нормализацией уровня катехоламинов и кортизола, что положительно отражается на адаптационных возможностях организма и повышает эффективность медикаментозной терапии.

Комплексное применение ЛФК в сочетании с медикаментозным лечением показывает, что уже через 3–4 недели регулярных занятий наблюдаются объективные улучшения: стабилизация сердечного ритма, снижение частоты тремора, повышение мышечной силы и выносливости, уменьшение выраженности потливости



и эмоциональной лабильности. Продолжение занятий приводит к долгосрочной компенсации заболевания, повышению качества жизни и снижению риска рецидивов и осложнений.

#### Литература:

1. Попов С. Н., Валеев Н. М., Гарасева Т. С. и др. Лечебная физическая культура: Учебник. — М.: Академия, 2012. — 416 с.
1. Епифанов В. А. Лечебная физическая культура и массаж: Учебник. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. — 528 с.
1. Дубровский В. И. Лечебная физическая культура (кинезотерапия): Учебник для студентов вузов. — 2-е изд., стер. — М.: ВЛАДОС, 2001. — 608 с.
1. Куропаткина Н. А., Трегубова И. А. Лечебная физическая культура: Учебное пособие. — М., 2010. — (серия учебных пособий)
1. Маргазин В. А., Коромыслов А. В., Дубова О. И. Лечебная физическая культура при заболеваниях желудочно-кишечного тракта и нарушениях обмена веществ. — М.: СпецЛит, 2016. — 112 с.

## ФИЛОЛОГИЯ, ЛИНГВИСТИКА

### Военная лирика XIX века: своеобразие образов

Акинчиц Юлия Александровна, студент магистратуры

Научный руководитель: Шпилевая Галина Александровна, доктор филологических наук, профессор  
Воронежский государственный педагогический университет

*В статье рассматриваются образы в военной лирике XIX века. В качестве материала для исследования нами взяты произведения, относящиеся к войне 1812 года. Отклик этой темы в лирике встречается у зрелых поэтов разных художественно-эстетических направлений, не менее известных молодых авторов, офицеров, участников войны, а также совсем юных лицеистов. Мы попытались выделить ключевые образы этого периода: образы-топосы, то есть городов, мест сражений (Москва, Куликово поле); образы личностей, ключевых фигур (Багратион, Кутузов, Наполеон); образ простого солдата, народа; образ войны как феномена, поля битвы. Анализ выделенных образов позволяет говорить о том, что большинство из них имеет мифологическую, фольклорную или религиозную основу.*

**Ключевые слова:** военная лирика, война 1812 года, образы, миф, фольклор, религия.

### Military lyrics of the XIX century: the peculiarities of creating images

Akinchits Yuliya Aleksandrovna, master's student

Scientific advisor: Shpilevaya Galina Aleksandrovna, doctor of philological sciences, professor  
Voronezh State Pedagogical University

*The article examines the uniqueness of creating images in the military lyrics of the 19th century. As a material for research, we have taken works related to the War of 1812. This theme is reflected in the lyrics of mature poets of various artistic and aesthetic directions, as well as in the works of well-known young authors, officers, and participants in the war, as well as in the works of young lyceum students. We have managed to identify the key images of this period: images-toposes, i.e. images of cities and battlefields (Moscow, Kulikovo Field); images of individuals and key figures (Bagration, Kutuzov, Napoleon); the image of a simple soldier and the people; and the image of war as a phenomenon and a battlefield. An analysis of these images reveals that most of them have a mythological, folklore, or religious basis.*

**Keywords:** military lyrics, the War of 1812, images, myth, folklore, and religion.

Одним из знаковых событий XIX века, безусловно, остаётся война 1812 года, осмысление которой отражено в разных произведениях искусства. Отметим, что отклик этой темы в лирике встречается у зрелых поэтов разных художественно-эстетических направлений (Г. Р. Державин, М. В. Милонов, С. Н. Марин, В. А. Жуковский, К. Н. Батюшков, П. А. Вяземский, Ф. Н. Глинка и других), у известных молодых авторов, офицеров, участников войны (Д. И. Давыдов, В. Ф. Раевский, К. Ф. Рылеев) и совсем юных лицеистов, среди которых А. С. Пушкин и А. А. Дельвиг.

Отметим, что образная система лирики, относящаяся к данному историческому этапу, формируется с опорой на национальные и общекультурные ценности. Это связано с тем, что война является фактором, объединяющим все силы народа, в том числе и духовные.

Рассмотрим ключевые образы, созданные в военной лирике обозначенной эпохи. Мы можем классифицировать их следующим образом:

- образы-топосы — городов, мест сражений (Москва, Куликово поле);
- образы личностей, ключевых фигур: Багратион, Кутузов, Наполеон;
- образ простого солдата, народа;
- образ войны как феномена, поля битвы.

Рассмотрим подробнее обозначенные нами группы.

Образы-топосы представляют места сражений и ключевые для государства города и села: Москва, Бородино и др.

Так, например, в поэме В. В. Капниста «Видение плачущего над Москвою россиянина, 1812 года октября 28 дня» мы видим разрушенную Москву, которая олицетво-

ряет собой не только город как географическую точку, но и охватывает горе народа, целой страны. Автор не случайно включает в наименование произведения конкретные факты — место и время события, так он создает хронотоп и делает свое произведение близким к документальному.

Москва в этом произведении представлена через описание разрушений («Покрылась пепелом Москва», «Дымятся теремы» «Погиб, увы! погиб навеки / Первопрестольный россос град!») и чувства лирического героя, например: «Застыла кровь»; «чело подернул пот холодный»;

«Неутолима скорбь проникла в томну грудь»;

«Унынье душу омрачило» [1, с. 21]. Отметим, что лирический герой воспринимает происходящее сквозь призму человека верующего, о чём свидетельствует строка «карает бог Москву чужим бичом» [там же, с. 26], а также вопрошание «Где твоя пощада, боже милосердный?» [там же, с. 23]. Таким образом, мы видим, что, по мнению народа, чей голос воплощён в *слове* лирического героя, разрушение города — кара свыше, и это отсылает нас к библейским сюжетам.

Название поэмы позволяет говорить об онейрических мотивах — сон лирического героя выступает предвидением, является пророчеством:

Воображением я в будущем парил

И в полноте души, с восторгом возопил:

«Дерзайте, россы! гнет печали

С унылых свергните сердец, —

Враги пред нами в бегстве пали,

Победный нам отдав венец [1, с. 28].

Данное произведение можно назвать философским (раскрывающим важные законы бытия, причинно-следственные жизненные связи), поскольку большое внимание в нём уделяется деяниям народа и государства.

Реализуя формулу Москвы как третьего Рима, автор завершает поэму такими строками:

Пожаров след да истребится,

И, аки феникс, возродится

Из пепла своего Москва! [1, с. 29].

Таким образом, в словах сохраняется вера и надежда на то, что Москва способна оправиться от военных действий, а вместе с ней это готов сделать и сильный духом народ.

Образ Москвы в данном произведении в сюжетно-композиционной системе представлен двумя полюсами: образ разрушенной, страдающей Москвы, и образ града, способного восстать из пепла.

Лирика М. Ю. Лермонтова отразила народный взгляд на сражение на Бородинском поле. В стихотворении «Поле Бородина» ход военных действий перекликается с природными явлениями:

Безмолвно мы ряды сомкнули,

Гром грянул, завизжали пули,

Перекрестился я [1, с. 148].

Отметим, что в представленных строках отражены ключевые образы военной лирики: природа — война —

бог/вера — человек, которые можно разделить на две смысловые группы:

1) низкое — высокое: война — человек против природы — бога/веры;

2) близость, спаянность в момент сражения: природа — война против человека — бога/веры.

Оба разряда позволяют говорить о том, что война не равна и не близка богу или вере. Таким образом, формируется оппозиция *хаос* — *порядок*, а потому война воспринимается как явление вселенского масштаба.

Стихотворение «Бородино», как известно, отсылает нас к фольклорным истокам, многие образы в нём построены с опорой на устное народное творчество. Обратимся к лексике лирического героя:

Да, были люди в наше время,

Не то, что нынешнее племя:

Богатыри — не вы! [1, с. 150].

Здесь образ солдата равен образу богатыря, который в русской культуре олицетворяет мужество, силу, способность защитить родную землю, то есть воплощает лучшие качества человека. В народном сознании богатырь и солдат слились, став единым образом героя-защитника.

Важным мотивом в военной лирике становится противопоставление *свое* — *чужое*, отражённое на языковом уровне лексемами «французы» и «русские». Однако в произведении мы видим, что «свое» и «чужое» построены ещё и на обращении к исторической архаике: «Вот затрещали барабаны — / И отступили басурманы» [1, с. 153].

Как видно, для описания событий настоящего времени поэт обращается к прошлому: «богатыри» выступают против «басурманов». Битва в народном эпосе связана с борьбой за общенациональные ценности, в числе которых и национальные святыни, поскольку враг в русской народной литературе посягал на них.

Образ родной земли и поля боя также отражается в стихотворении М. Ю. Лермонтова. Образ поля в нём перекликается с образом воли как человеческой («И вот нашли большое поле: / Есть разгуляться где на воле!»), так и божественной: «Не будь на то господня воля»; «Не отдали б Москвы!» [1, с. 150–153]. Можно сделать вывод, что *боевое поле* включает в себя не только волю самого человека, но и связан с образом Судьбы, Рока, воплощённом в высших силах.

«Полковник» в стихотворении М. Ю. Лермонтова воплощает в себе черты русского героя:

Слуга царю, отец солдатам...

Да, жаль его: сражен булатом,

Он спит в земле сырой [1, с. 152].

Как видно, в данном отрывке представлены образы отца и матери в контексте военного времени: отцом солдатам является полковник, начальник; *матерью* — сырая земля, которая готова принять воина.

Перейдём к ключевым фигурам войны, широко известным реальным личностям: Наполеону, Багратиону и Кутузову.

Пётр Иванович Багратион в лирике XIX века представлен профессионалом, знатоком военного дела. Так, например, в своем стихотворении «На Багратиона» Г. Р. Державин даёт высокую оценку военного искусства этого героя с помощью игры слов:

О, как велик, велик На-поле-он!

Он хитр, и быстр, и тверд во брани;

Но дрогнул, как к нему простер в бой длани

С штыком Бог-рати-он [2, с. 109].

Здесь великого полководца поэт возносит до уровня бога, оценивая его мастерство, а также отмечая благосклонность к нему высших сил.

Михаил Илларионович Кутузов в лирике XIX века изображён великим полководцем, победителем и спасителем русской земли. В стихотворении М. Ю. Лермонтова «Два великана» Кутузов представлен как «старый русский великан» и «русский витязь» [1, с. 150], то есть олицетворяет мощь и силу государства. Также имеет место переключки с былинным героем Святогором, который являлся великаном-богатырём.

В стихотворении А. Х. Востокова «К россиянам» читаем следующие строки: «Кутузов, как Алкид, / Антея нового в объятиях теснит» [4, с. 102–103], что отсылает нас к античной мифологии и подвигам Геракла, с которыми сравнимы действия русского полководца.

Очевидно, что реальные русские военачальники ассоциируются с мифологическими (герой), фольклорными (богатырь) и религиозными (бог) категориями, и это укрепляет национальное самосознание народа.

Наполеон широко представлен в лирике военного времени XIX века.

Многие произведения рассматриваемого периода создают «нечеловеческий» (демонизированный) образ французского императора. Например, в произведении «Гимн лиро-эпический на прогнание французов из Отечества 1812 года» Г. Р. Державина встречаем следующие строки: «Ишел из бездн огромный зверь, / Дракон, иль демон змиевидный» [4, с. 17]. Подобное видим и у Д. П. Глебова в стихотворении «Глас московского жителя на освобождение России от врагов»: «Как змий, по стогнам враг извился» [4, с. 118]. Французский воитель связан с представлением о войне как о чужеродном явлении, отсюда и отсутствие гуманистических человеческих черт. Помимо этого можно отметить и глубокие мифологические корни. Как известно, Змей имеет хтоническое начало, его *нечистая*, дьявольская природа в известной мере обусловлена библейско-христианским взглядом на это существо как воплощение сатаны. Этнолингвистический словарь фиксирует: «в различных славянских традициях змея нередко отождествляется с дьяволом», и это отражает лирика рассматриваемой эпохи [3, с. 334].

В произведении Н. Кугушева «Жертва храбрым россиянам, приносимая от соотечественника их, некогда служившего на поле брани» поэт использован сравнение Наполеона с Батыем и нарёк его «Батыем новорождённым» [4, с. 184]. Здесь образ врага русской земли представлен с опорой на исторические события прошлого. Такое сравнение позволяет выделить общие черты тех, кто пытался и пытается вторгнуться в родную страну: стремление к тиранству, нечестные (нечестивые, то есть греховные, порочные, богопротивные) помыслы.

#### Литература:

1. 1812 год в русской поэзии и воспоминаниях современников / Сост. Н. Н. Акоповой, В. В. Бережкова. — Москва: Правда, 1987. — 510 с.
2. Державин, Г. Р. Водопад. Избранные стихотворения / Сост. к. П. Орешина. — Москва: Детская литература, 1977. — 144 с.
3. Славянские древности: Этнолингвистический словарь. В 5 т. Т. 3 / Под общ. ред. Н. И. Толстого. — Москва: Международные отношения, 2004. — 704 с.
4. Собрание стихотворений, относящихся к незабвенному 1812 году. Юбилейное издание / Подгот. текстов и приложений И. А. Айзикова, В. С. Киселёв, Н. Е. Никонова. — Москва: Языки славянской культуры, 2015. — 640 с.

## Лирический цикл В. А. Меркурьевой «Души неживых вещей»: образы и мотивы

Калачева Дарья Владимировна, аспирант

Научный руководитель: Абрамовских Елена Валерьевна, доктор филологических наук, профессор

Самарский государственный социально-педагогический университет

*Статья предлагает комплексный анализ лирического цикла Веры Меркурьевой «Души неживых вещей» (1917) в аспекте теории циклизации. Главная задача — раскрыть художественное единство цикла, показав, как взаимодействие мотивов и композиция формируют целостный образ лирической героини и её духовного пути.*

*В центре внимания — ключевые темы одиночества, самопознания и внутреннего конфликта, воплощённые в системе образов. Особое значение придаётся трансформации неживых объектов в метафоры эмоций, что создаёт семантическое пространство для диалога искусства и повседневности.*

**Ключевые слова:** Вера Александровна Меркурьева, тщета, душа, вещи, лирический цикл, мотив, образ, символ.

Вера Александровна Меркурьева — русский поэт Серебряного века. О её жизни известно немного. Она принадлежала к литературным кругам начала XX века, но не получила широкой известности, по сравнению с другими поэтами того времени. Творчество Веры Меркурьевой отличается лиричностью, вниманием к деталям повседневной жизни и философским осмыслением ее. При жизни вышел только один сборник переводов ее стихов в 1937 году, а ее поэтическое наследие было опубликовано впервые только в 2007 году. Михаил Леонович Гаспаров написал о Вере Меркурьевой две статьи («Вера Меркурьева (1876–1943. Стихи и жизнь» и «Вера Меркурьева: техника стилизации»), которые вошли в собрание сочинений «Тщета».

«Души неживых вещей» содержит стихотворения 1917 года, цикл состоит из восьми стихотворений: «I. Интимная», «II. Канон», «III. Свободная», «IV. Безнадежная», «V. Рабочая», «VI. Напрасная», «VII. Последняя» и «VIII. Веселая». Данный цикл входит в книгу «Тщета», раздел «Канитель».

Каждое стихотворение цикла идет не только под номером, но и под своим особенным названием. А само название цикла «Души неживых вещей» означает, что В. А. Меркурьева хочет обратить внимание на то, какие чувства или эмоции могут быть свойственны неживым предметам или объектам. Это отсылка к идее о том, что даже неживые вещи могут иметь свою «душу» или особый характер, который влияет на окружающих.

Цикл открывается стихотворением «Интимная» (изначально «Домашняя»), где одиночество обретает пространственные координаты личного, замкнутого мира. С первых же строк этот мир, однако, лишен уюта: вещи, находящиеся «на своих местах» [1, с. 56], не просто одушевлены, но и враждебны, они «внушают страх». Обращение лирической героини к ним на «вы» подчеркивает дистанцию и таинственность этого контакта: «Зачем вы дразните мороком / Вкось видимых нечужих лиц?» [1, с. 56]. Эти «души неживых вещей» — прежде всего, книги, символ неостребованного знания и неразделенного слова: «Тревожите, шелестя ворохом / Не тронутых никем страниц?» [1, с. 56]. Кульминацией становится отождествление героини с этими «вещами», выявляющими глубину ее экзистенциальной тоски и жажды признания: «Ах, я бы с вами поладила, / И мне ваша тоска близка, / И я бы хотела, чтоб гладила / Хозяйская меня рука» [1, с. 57]. В финале раскрывается центральная для всего цикла мысль: творчество — это уловка, магический акт, позволяющий вызвать эти души к бытию. «А строчки мои неловкие, / Хромящие все звончей — / Не те же ли хитрые уловки / Являющихся душ вещей?» [1, с. 57]. Философским обоснованием

этой поэтики служит аристотелевское понимание души как формы, не существующей отдельно от материи («О душе»). 1 художественно воплощает этот принцип: душа вещи неотделима от ее телесной оболочки и проявляется лишь в акте поэтического вопрошания.

В стихотворении «Свободная» мотив одиночества кардинально переосмысливается. Из состояния вынужденного он превращается в добровольный аскетический выбор, источник не покоя, а напряженного «зодчества»: «Я без имени, я без отчества, / Без приюта в толчее мирской. Но бессонное строит зодчество / Потаенного одиночества / Удаленный мне мой покой» [1, с. 59]. Это уединение — форма сопротивления «мирской толчее», стремление к небытию: «Я — надломанного колосика / Незаметнее — пропаду» [1, с. 59]. В финале стихотворения, созданного в 1917 году, одиночество смыкается с творчеством в апокалиптическом образе. Творческий акт предстает как «брачный пир» одинокой фантазии, рождающий новую, пугающую реальность: «Одиночества и фантастика / Начинают своей брачный пир. / Слышишь? Музыка. Видишь? Пластика. / Крест огня в кружении — Свастика. / Хочешь? Творчество. Можешь? Мир» [1, с. 59]. Образ свастики как «креста огня» символизирует здесь всепоглощающую и разрушительно-созидательную стихию творчества, способную либо преобразить, либо испепелить мир и самого творца.

В стихотворении «Безнадежная» мотив одиночества достигает предельного драматизма, оборачиваясь внутренним расколом. Героиня осознает «соблазны одиночества», но, оставаясь наедине с собой, обнаруживает не целостность, а чуждость собственного «я»: «Что он себе — другой, чужой, мешающий, / Что он с собой — вдвоем наедине» [1, с. 60]. Это открытие оказывается невыносимым, порождая патологическую модель поведения: «И отойдет, и убежит, и спрячется / Он от себя в толпу чужих не-Я» [1, с. 60]. Здесь творчество может выступать не как путь к себе, а как одна из форм такого бегства.

Если в предыдущих стихотворениях творчество было метафорой или способом бегства, то в «Рабочей» оно предстает в своей самой предметной и суровой ипостаси — тяжелого, изнурительного труда. На смену интимному диалогу приходит риторика приказа, долга и мастерства. Поэт здесь — кузнец, а слова — раскаленный металл: «День заколот тенью черной. Вот твой молот, вот твой жернов. / Необорно и упорно в слово словом снова бей» [1, с. 61]. Процесс творчества — это мука преодоления инертной материи языка: «Слов зыбучесть и текучесть вылей в жгучесть, в силе мучась, / Куй им огненную участь — испытуй, не жалей» [1, с. 61]. Это не вдохновение, а работа, требующая самоотречения: «Ты же, скован заклинаньем,



обетован послушаньем, / Пред созданием готовым, перед словом, мастер, встань. / Делу рук своих — признаньем, телу мук своих — дыханьем, / Весть во мгле дней, честь последней славы слову дай дань» [1, с. 62].

Стихотворение «Канон» вносит в цикл религиозный мотив. Одиночество здесь разворачивается в сакральном пространстве сочельника и обогащается сложной системой символов (можжевелник — вечная жизнь, мгла — небытие, «темная трость» — тайное знание). Лирическая героиня переживает свое одиночество как присутствие «тайного гостя», которое оборачивается болью утраты: «Сердце пронзил — зов иль вопрос? тень невозвратимого, / Острый гвоздь — сердце пронзил — забытого любимого — / Крестный гвоздь» [1, с. 58]. Мотив «крестного гвоздя» актуализирует тему искупления, где творчество и вера становятся единственным ответом на онтологическую боль и путем к спасению.

В стихотворении «Последняя» одиночество персонажируется в демоническом образе Темного Рыцаря, олицетворяющего внутреннюю борьбу, творческий кризис или экзистенциальное отчаяние. Героиня вступает с ним в поединок: «А, Темный Рыцарь, многих вышиб, / Ты из седла — / Но твоего копия не выше б / Моя стрела!» [1, с. 64]. Казалось бы, логическим итогом этого противостояния становится мотив смерти как примирения с «вечной тьмой». Однако финал стихотворения совершает неожиданный поворот, разрешая трагедию в гармонию: одиночество преодолевается благодаря Другому. «Чему мой гнев, кому мой вызов? / Со мною друг. / Ведь только с ним в пределах мира / Я не одна» [1, с. 64].

Завершающее цикл стихотворение «Веселая» представляет собой акт окончательного примирения и об-

ретения целостности. Героиня, пройдя через все стадии одиночества и творческих мук, теперь сознательно идет в гости «к себе самой» [1, с. 66]. Многоголосие самообращений («милая», «бедная», «гордая», «грешная») свидетельствует не о раздвоении, а о приятии всей сложности собственного «я». Итогом этого пути становится образ освобожденного, играющего сердца, символизирующего обретенную внутреннюю свободу и легкость: «Сердце, разбившись, обнаружится / Обручем игрушки — серсо. / Весело взвивается, кружится, / Прыгает со мной — колесо» [1, с. 67].

Таким образом, мотив одиночества в цикле Веры Меркурьевой проходит сложную смысловую эволюцию: от страха перед опустевшим миром вещей, осознанный выбор уединения, мучительное раздвоение личности и тяжелый труд творческого преодоления к диалогу с собой и обретению гармонии. Этот путь неразрывно связан с рефлексией о природе творчества, который предстает то как магический акт, то как разрушительная стихия, то как аскетический долг, и, в конечном счете, становится главным инструментом самопознания и обретения подлинного «я».

Таким образом, цикл состоит из восьми стихотворений, каждое из которых раскрывает различные мотивы, такие как одиночество, поэзия, творчество и любовь. В. А. Меркурьева использует образы неживых предметов, чтобы описать чувства и эмоции. В целом, текст показывает, что каждое стихотворение отражает внутренний мир лирической героини, ее стремления, страхи и надежды. Героиня стремится понять себя и свое место в мире, что рождает глубокую философскую рефлексию. Она сталкивается с вопросами о своей идентичности, месте в мире и конечности бытия.

#### Литература:

1. Меркурьева В. А. Тщета: собрание стихотворений. Москва: Водолей publishers, 2007. 608 с.

## РЕГИОНОВЕДЕНИЕ

### Тур «Красота вулканов Камчатки»

Богатырёва Софья Сергеевна, студент

Научный руководитель: Алексушин Глеб Владимирович, доктор исторических наук, профессор  
Самарский государственный экономический университет

*В последнее время полуостров Камчатка становится все более популярным среди путешественников. Данная статья анализирует достопримечательности Южно-Камчатского природного парка.*

**Ключевые слова:** туризм, тур по Камчатке, вулкан, Малая Долина гейзеров.

Камчатка — это уникальный регион России, известный своими живописными природными ландшафтами и множеством действующих вулканов. Это место привлекает путешественников со всей страны, желающих увидеть живую землю, где природа ещё по-настоящему властна.

Доминанта камчатской природы — вулканы. Их на полуострове более сотни, причём 29 из них активны и периодически извергаются, меняя ландшафт. Растительность и реки также подвержены изменениям из-за вулканической активности [1, с. 3].

На территории Камчатки выделяют 2 вулканических пояса: Срединный Восточно-Камчатский и Восточно-Камчатский. Действующие вулканы образуют вулканический пояс от вулкана Шивелуч на севере до Камбального вулкана на юге. Ледники — ещё один важный элемент камчатской природы. Они влияют на реки, озёра и погоду, а также образуют особый животный и растительный мир на своих границах. Камчатка также известна своими водопадами, горячими и холодными источниками, а также уникальной Долиной гейзеров, включённой в список Всемирного наследия UNESCO [2, с. 3].

Камчатка славится своей уникальной экосистемой. Вулканические почвы богаты минералами, что способствует росту разнообразной флоры и фауны. Тур «Красота вулканов Камчатки» предлагает познакомиться с основными локациями Южно-Камчатского природного парка — «домашними» вулканами и окунуться в атмосферу этого удивительного края.

В первый день тура запланировано посещение Дачных источников — активное геотермальное плато. Дачные источники называют Малой Долиной гейзеров, но настоящих гейзеров здесь нет — из-под земли бьёт не кипяток, а горячий газ, который нагревает воду, находящуюся на поверхности, имитируя гейзер.

Туристов ожидает легкий треккинг с небольшими подъемами и спусками до долины Дачных источников (около 2 км в одну сторону). Прогулка среди различных термоявлений, которые будут практически у них под ногами в максимальной близости — кипящих котлов, горячих источников, крупных и мелких парогазовых струй, небольших водопадов. Раскалённый пар с рёвом вырывается прямо из земли, окутывая жёлто-красные камни и зеленые склоны долины. Здесь же бурлящие серые лужицы с вязким кипятком, фонтанчики горячих источников, тоннели.

Далее туристы пройдут к новой активной зоне, которая возникла в 2024 году, создав новый ландшафт. Затем участники тура вернутся к машине, в тихое место в долине ручья Спокойный, чтобы сделать небольшой привал и устроить обед-пикник [3, с. 3].

На обратном пути туристы смогут пройти (около 500–700 м) к ещё одной живописной локации — 16-метровому водопаду на ручье Спокойный, который именуют «Снежный Барс». Водопад получил своё имя в 2020 году в честь камчатского альпиниста, обладателя звания Снежный барс СССР Владимира Шевцова, который стал основателем и Президентом Общественной организации «Спортивно-горнолыжный экологический клуб «Алней», расположенный на 2 км ниже по течению [4, с. 3].

На второй день тура участников ожидает восхождение на вулкан Горелый (1829 м, 4 км, подъём занимает 1,5–2 часа). Вулкан Горелый находится в 75 км к юго-западу от г. Петропавловска-Камчатского и едва ли привлечет к себе чье-то внимание, однако не зря этот «скромный господин» является памятником природы. Ведь он обладает целой «коллекцией» кратеров, каждый из которых имеет свои особенности, а все они создают неповторимый ансамбль. В древности это был вулкан огромного размера — 20–25 км в диаметре, после сильнейшего извержения он

полностью рухнул, образовав кальдеру около 12 км, из которой вырос современный Горелый.

Путь ведёт через живописную долину реки Паратунка, мимо вулкана Вилучинский, поднимаясь по серпантину к Вилучинскому перевалу. Далее он проходит через горную тундру в направлении вулкана. Также туристов ожидает легкое спелео-приключение по лавовым пещерам вулкана Горелый. Это — образования с ледяным полом и необычными куполообразными сводами высотой от 16 до 140 метров. Пещер всего 14, но посетить можно только 6. Лавовые пещеры образовались в результате извержения вулкана Горелый более 2000 лет назад, формирование происходило в течение нескольких веков, часть пещер оказалась затоплена кислотными водами [5, с. 3].

Вытекающая лава в северной части образовывала гладкую поверхность из камня, следующие потоки застывали неравномерно и создавали углубления. В результате на твёрдом каменном слое внутренние потоки лавы выходили на поверхность и формировали своды пещер. При посещении вершины Горелого можно увидеть другие вулканы Камчатки — Мутновский, Асачу, Ходутку, Вилучинский, Ильинский, Корякский и другие.

Таким образом, Камчатка привлекает множество туристов своей красотой и своеобразием природы. Тур «Красота вулканов Камчатки» оставляет незабываемые впечатления и позволяет насладиться величественными пейзажами, которые остаются в памяти на всю жизнь.

#### Литература:

1. Безина И. М. Разработка тура по Камчатскому краю / И. М. Безина // В сборнике: Перспективы развития студенческого туризма. сборник материалов VII всероссийского студенческого туристского форума. Елец. — 2022. — С. 37–40. — URL: [https://www.elibrary.ru/query\\_results.asp](https://www.elibrary.ru/query_results.asp) (дата обращения: 05.01.2025).
2. Левина А. Б., Трофименко Е. Ю., Якунина Ю. С. Проблемы и перспективы развития внутреннего туризма в России / А. Б. Левина, Е. Ю. Трофименко, Ю. С. Якунина // Человек. Спорт. Медицина. — 2023. — Т. 23. № S1. — С. 175–187. — URL: [https://www.elibrary.ru/query\\_results.asp](https://www.elibrary.ru/query_results.asp) (дата обращения: 06.01.2025).
3. Проценко Т. Г., Рогалева Н. Л., Веняминава Л. Е. Современные реалии туризма в Камчатском крае / Т. Г. Проценко, Н. Л. Рогалева, Л. Е. Веняминава // Экономика, предпринимательство и право. — 2023. — Т. 13. № 3. — С. 815–826. — URL: [https://www.elibrary.ru/query\\_results.asp](https://www.elibrary.ru/query_results.asp) (дата обращения: 08.01.2025).
4. Рогалева Н. Л. Совершенствование туристского бренда Камчатского края / Н. Л. Рогалева // В сборнике: Потребительская кооперация: теория, проблемы и опыт. сборник научных статей международной научно-практической интернет-конференции. Гомель — 2022. — С. 79–82. — URL: [https://www.elibrary.ru/query\\_results.asp](https://www.elibrary.ru/query_results.asp) (дата обращения: 08.01.2025).
5. Петрова О. Ю., Кочергина В. Е. Оценка туристкой привлекательности Камчатского края / О. Ю. Петрова, В. Е. Кочергина // Муниципальная академия. — 2024. — № 3. — С. 166–174. — URL: [https://www.elibrary.ru/query\\_results.asp](https://www.elibrary.ru/query_results.asp) (дата обращения: 08.01.2025).

# Молодой ученый

## Международный научный журнал

№ 46 (597) / 2025

Выпускающий редактор Г. А. Письменная  
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова  
Художник Е. А. Шишков  
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.  
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.  
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 26.11.2025. Дата выхода в свет: 03.12.2025.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.

Фактический адрес редакции: 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru); <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.