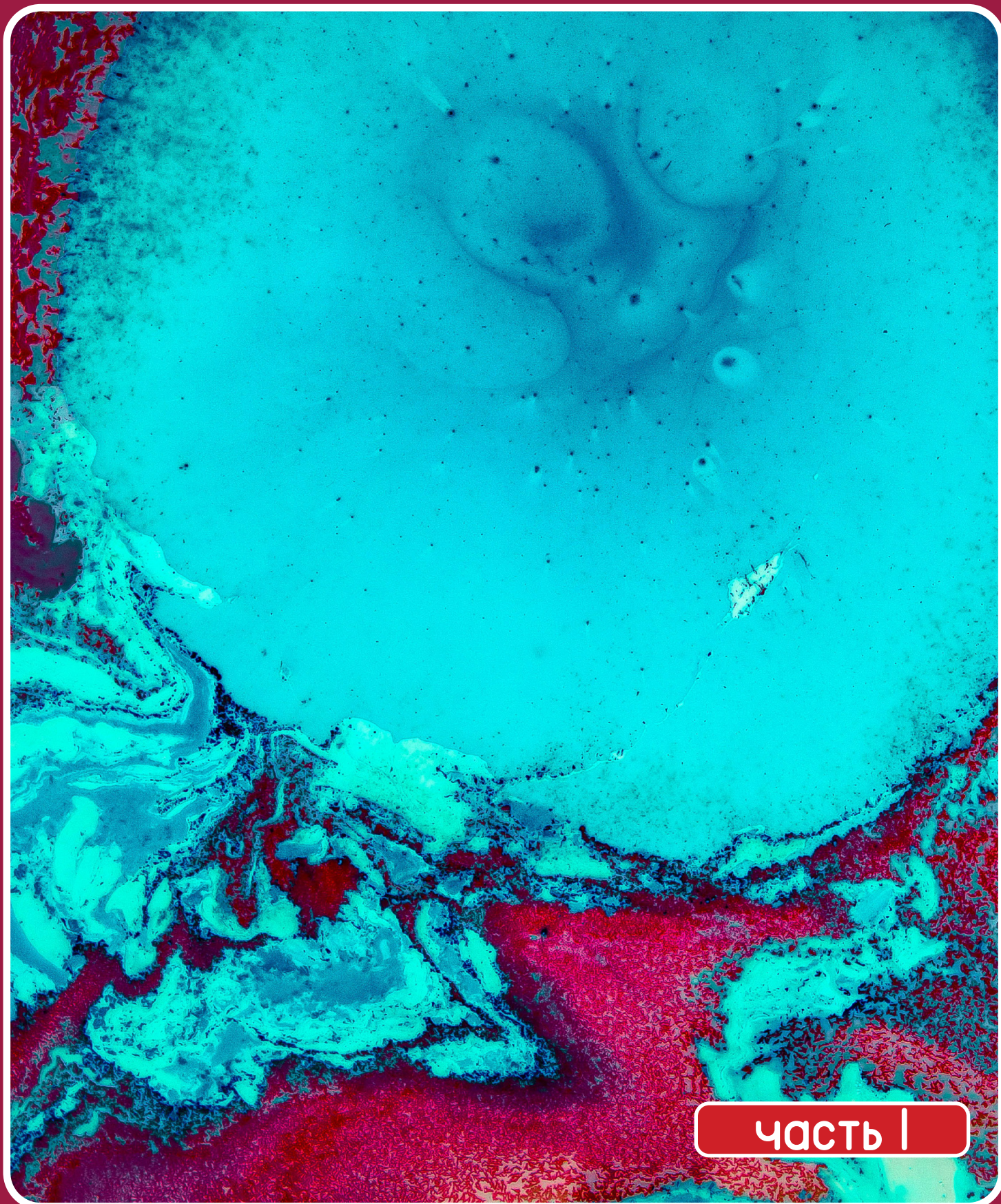


АП:И

АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

международный научный журнал // ISSN 2713-1513 // № 21 (307), 2026 // apni.ru



часть I

Актуальные исследования

Международный научный журнал

2026 • № 21 (307)

Часть I

Издается с ноября 2019 года

Выходит еженедельно

ISSN 2713-1513

Главный редактор: Ткачев Александр Анатольевич, канд. социол. наук

Ответственный редактор: Ткачева Екатерина Петровна

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.
За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей.
При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.
Материалы публикуются в авторской редакции.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Абдуллин Тимур Зуфарович, кандидат технических наук (Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А. А. Бочвара)

Абидова Гулмира Шухратовна, доктор технических наук, доцент (Ташкентский государственный транспортный университет)

Альборад Ахмед Абуди Хусейн, преподаватель, PhD, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

Аль-бутбахак Башшар Абуд Фадхиль, преподаватель, PhD, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

Альхаким Ахмед Кадим Абдуалкарем Мухаммед, PhD, доцент, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

Асаналиев Мелис Казыкеевич, доктор педагогических наук, профессор, академик МАНПО РФ (Кыргызский государственный технический университет)

Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, проректор по научной работе, профессор, директор НИИ биогеографии и ландшафтной экологии (Дагестанский государственный педагогический университет)

Бафоев Феруз Муртазоевич, кандидат политических наук, доцент (Бухарский инженерно-технологический институт)

Гаврилин Александр Васильевич, доктор педагогических наук, профессор, Почетный работник образования (Владимирский институт развития образования имени Л.И. Новиковой)

Галузо Василий Николаевич, кандидат юридических наук, старший научный сотрудник (Научно-исследовательский институт образования и науки)

Григорьев Михаил Федосеевич, доктор сельскохозяйственных наук (Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого)

Губайдуллина Гаян Нурахметовна, кандидат педагогических наук, доцент, член-корреспондент Международной Академии педагогического образования (Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова)

Ежкова Нина Сергеевна, доктор педагогических наук, профессор кафедры психологии и педагогики (Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого)

Жилина Наталья Юрьевна, кандидат юридических наук, доцент (Белгородский государственный национальный исследовательский университет)

Ильина Екатерина Александровна, кандидат архитектуры, доцент (Государственный университет по землеустройству)

Каландаров Азиз Абдурахманович, PhD по физико-математическим наукам, доцент, проректор по учебным делам (Гулистанский государственный педагогический институт)

Карпович Виктор Францевич, кандидат экономических наук, доцент (Белорусский национальный технический университет)

Кожевников Олег Альбертович, кандидат юридических наук, доцент, Почетный адвокат России (Уральский государственный юридический университет)

Колесников Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент (Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова)

Копалкина Евгения Геннадьевна, кандидат философских наук, доцент (Иркутский национальный исследовательский технический университет)

Красовский Андрей Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАЕН и АИН (Уральский технический институт связи и информатики)

Кузнецов Игорь Анатольевич, кандидат медицинских наук, доцент, академик международной академии фундаментального образования (МАФО), доктор медицинских наук РАГПН, профессор, почетный доктор наук РАЕ, член-корр. Российской академии медико-технических наук (РАМТН) (Астраханский государственный технический университет)

Литвинова Жанна Борисовна, кандидат педагогических наук (Кубанский государственный университет)

Мамедова Наталья Александровна, кандидат экономических наук, доцент (Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова)

Мукий Юлия Викторовна, кандидат биологических наук, доцент (Санкт-Петербургская академия ветеринарной медицины)

Никова Марина Александровна, кандидат социологических наук, доцент (Московский государственный областной университет (МГОУ))

Насакаева Бакыт Ермекбайкызы, кандидат экономических наук, доцент, член экспертного Совета МОН РК (Карагандинский государственный технический университет)

Олешкевич Кирилл Игоревич, кандидат педагогических наук, доцент (Московский государственный институт культуры)

Попов Дмитрий Владимирович, доктор филологических наук (DSc), доцент (Андижанский государственный институт иностранных языков)

Пятаева Ольга Алексеевна, кандидат экономических наук, доцент (Российская государственная академия интеллектуальной собственности)

Редкоус Владимир Михайлович, доктор юридических наук, профессор (Институт государства и права РАН)

Самович Александр Леонидович, доктор исторических наук, доцент (ОО «Белорусское общество архивистов»)

Сидикова Тахира Далиевна, PhD, доцент (Ташкентский государственный транспортный университет)

Таджибоев Шарифджон Гайбуллоевич, кандидат филологических наук, доцент (Худжандский государственный университет им. академика Бободжона Гафурова)

Тихомирова Евгения Ивановна, доктор педагогических наук, профессор, Почётный работник ВПО РФ, академик МААН, академик РАЕ (Самарский государственный социально-педагогический университет)

Хаитова Олмахон Саидовна, кандидат исторических наук, доцент, Почетный академик Академии наук «Турон» (Навоийский государственный горный институт)

Цуриков Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент (Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС))

Чернышев Виктор Петрович, кандидат педагогических наук, профессор, Заслуженный тренер РФ (Тихоокеанский государственный университет)

Шаповал Жанна Александровна, кандидат социологических наук, доцент (Белгородский государственный национальный исследовательский университет)

Шошин Сергей Владимирович, кандидат юридических наук, доцент (Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского)

Эшонкулова Нуржахон Абдужабборовна, PhD по философским наукам, доцент (Навоийский государственный горный институт)

Юсупова Феруза Зойировна, доктор философии (PhD) (Навоийский государственный горно-технологический университет)

Яхшиева Зухра Зиятовна, доктор химических наук, доцент (Джиззакский государственный педагогический институт)

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Акимзаде Р., Кулиев С.З.

АДАПТАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ОБЛАЧНЫХ ИТ-СИСТЕМАХ	6
--	---

НЕФТЯНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Курбанов Г.Г.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА НА МОРТЫМБЯ-ТЕТЕРЕВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ	12
--	----

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Добрынин Д.А.

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ РАБОТНИКОВ ПОДРЯДНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ ВЫСТАВОЧНОГО КОМПЛЕКСА ВДНХ	17
--	----

Майоров А.В.

ЖАРОСТОЙКИЕ СТАЛИ И СПЛАВЫ, НАИБОЛЕЕ ШИРОКО ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ	29
--	----

Морозова Е.А., Алексеев С.М.

КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ СТАЛИ И СПЛАВЫ, НАИБОЛЕЕ ШИРОКО ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ	32
---	----

Осипов Д.Э.

АНАЛИЗ ПРИЧИН ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЕГО СНИЖЕНИЮ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ	36
--	----

Осипов Д.Э.

ПРИМЕНЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ (AR) И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ (VR) ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	40
---	----

Перескокова Е.С.

ПРОАКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ: ОТ КОНТРОЛЯ К КУЛЬТУРЕ БЕЗОПАСНОСТИ	44
--	----

Саламатина И.В.

ПРОАКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНОЙ ТРУДА: ОТ ФОРМАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ РИСКОВ К КУЛЬТУРЕ БЕЗОПАСНОСТИ	48
--	----

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ramazanov S.Z.

OPTIMIZING AIRPORT GATE ASSIGNMENT USING GENETIC ALGORITHMS	50
---	----

Бабаев К.А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УГРОЗ И МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В МИКРОСЕРВИСНЫХ АРХИТЕКТУРАХ НА БАЗЕ КОНЦЕПЦИИ ZERO TRUST	56
---	----

Бабаев К.А.	
ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ	59
Журавлев Е.А.	
МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗАЩИТНЫХ МЕХАНИЗМОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ, ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ (2025-2026 гг.)	62
Исмаилов Ф.В.	
ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АНАЛИЗЕ ЗАТРАТ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	66
Лукина А.А.	
СОСТАВЛЕНИЕ РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ В ВУЗЕ: АРХИТЕКТУРА И ТРЕБОВАНИЯ К ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ	70
Лукина А.А.	
СОСТАВЛЕНИЕ РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ В ВУЗЕ: ФАКТОРЫ, ОГРАНИЧЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА.....	74
Смирнов К.И.	
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ТУРИЗМА	77
Терентьев А.К.	
СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА В МИРЕ АЛГОРИТМОВ	81
Шушугина С.В.	
ВИЗУАЛЬНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПЛАТФОРМ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ПРОЗРАЧНОСТИ ЦИФРОВЫХ ФИНАНСОВЫХ СЕРВИСОВ	88

МАТЕМАТИКА

АКИМЗАДЕ Расул

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,
Азербайджан, г. Баку

КУЛИЕВ Самир Закир оглу

доцент, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,
Азербайджан, г. Баку

АДАПТАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ОБЛАЧНЫХ ИТ-СИСТЕМАХ

Аннотация. В статье рассматривается задача адаптации математических моделей для управления технологическими процессами в облачных ИТ-системах. Цель исследования состоит в разработке практической схемы, которая связывает параметрическую идентификацию модели с последующей оптимизацией вычислительных ресурсов. Методологическую основу составляют дифференциальные уравнения, взвешенный метод наименьших квадратов и квадратичный функционал качества. На расчетном примере показано, что локальное уточнение параметров позволяет выбрать режим масштабирования, близкий к целевой задержке, и одновременно ограничить избыточный расход ресурсов.

Ключевые слова: математическая модель, адаптация, оптимизация, идентификация параметров, облачные вычисления, дифференциальные уравнения, ИТ-инфраструктура.

1. Введение

Современные технологические процессы реализуются, как и на уровне оборудования, так и в программной инфраструктуре. Облачный сервис, система обработки запросов, распределенная база данных или платформа анализа потоков имеют входные потоки, внутренние состояния и управляемые параметры. Следовательно, такие системы можно рассматривать как динамические объекты, к которым могут применяться методы математического моделирования, оптимизации и обратной связи. Одной из фундаментальных характеристик ИТ-инфраструктуры является то, что её параметры значительно колеблются со временем. На производительность влияют обновления приложений, изменение профилей запросов пользователей, состояние кэша, нагрузка на базу данных и задержка в сети. Следовательно, модель, построенная на основе исторических данных, со временем теряет свою точность. Если решения по оптимизации основаны на устаревшей модели, формально корректный расчёт может привести к неэффективному режиму работы на

практике. В классическом подходе сначала создается модель процесса, а затем эта модель используется для решения задачи оптимального управления. Этот подход полезен, но не всегда достаточен в ИТ-системах. Для оперативного управления глобальная точность модели во всем диапазоне нагрузок важнее, чем ее надежность в текущих или ожидаемых условиях эксплуатации. Концепция локальной точности согласуется с подходами к описанию систем, где качество модели оценивается с учетом объективных параметров модели и имеющихся наблюдений [6, с. 25].

Цель данной статьи – предложить и объяснить на примерах структуру адаптации математической модели в системе облачных вычислений и оптимизации технологического процесса. Предметом исследования является сервис, требующий поддержания среднего времени отклика на определенном уровне при одновременном ограничении потребления вычислительных ресурсов. Такая задача типична для автоматического масштабирования и

AIOps-платформ, где управление должно быть одновременно экономичным и устойчивым.

Научная и практическая значимость этой работы заключается в том, что параметрическая идентификация и оптимизация рассматриваются не как независимые процедуры, а как элементы единого цикла принятия решений. Такой подход особенно важен для систем, где параметры изменяются быстрее, чем накапливается большая обучающая выборка.

2. Объекты и методы исследования

Предметом данного исследования является система облачных вычислений, обрабатывающая поток запросов пользователей. В общем случае ее состояние можно описать вектором $x(t)$, включающим длину очереди, среднее время ожидания, частоту ошибок, загрузку процессора и другие показатели мониторинга. Вектор управления u определяет параметры, которые может изменять оператор или автоматизированный контроллер: количество экземпляров приложения, квота процессора, объем памяти или пропускная способность канала.

Внешние факторы обозначим через $v(t)$. К ним относятся интенсивность входного потока, доля тяжелых запросов, сетевые условия и обращения к сторонним сервисам. В отличие от u , эти переменные не задаются напрямую, но они должны учитываться при выборе режима. Динамика процесса может быть представлена системой дифференциальных уравнений $dx(t)/dt = f(x(t), u(t), v(t), p)$, $x(0) = x_0$, $t \in [0, T]$, где p – вектор параметров модели. Параметры p отражают свойства системы, которые не назначаются оператором напрямую. Например, они могут характеризовать скорость обработки запросов одним контейнером, эффективность кэша или влияние очереди на задержку.

Для оценки параметров используется метод наименьших квадратов. Его применение в инженерных задачах оправдано тем, что измерения мониторинга обычно содержат шум, а сама модель является упрощением реального процесса. Идентификация записывается как задача минимизации невязки между наблюдаемыми и расчетными значениями состояния: $S(p) = \sum_i w_i \|x_i - x(t_i; u_i, v_i, p)\|^2 + \alpha \|p\|^2 \rightarrow \min$.

Вес w_i показывает, насколько i -е наблюдение релевантно текущему режиму. Чем ближе историческая нагрузка и управление к рассматриваемым условиям, тем больше влияние наблюдения на оценку параметров.

Коэффициент коррекции альфа снижает риск переобучения, особенно когда данные мониторинга неполны или содержат выбросы. Вопросы стандартизации и стабильности численных процедур тесно связаны с общими методами оптимизации [2, с. 114].

3. Постановка задачи оптимизации

После оценки параметров требуется выбрать управление u , обеспечивающее приемлемое качество работы системы. Для облачных сервисов производительность тесно связана с задержкой отклика и стоимостью вычислительных ресурсов. Если $L(u)$ обозначает расчетную задержку, а L^* – целевое значение, то функционал качества можно задать в виде $J(u) = (L(u) - L^*)^2 + \rho (u - u_0)^2 \rightarrow \min$, $u_{\min} \leq u \leq u_{\max}$.

Первое слагаемое отвечает за соблюдение качества обслуживания, второе – за экономию ресурсов и отказ от необоснованного масштабирования. Параметр ρ задает компромисс между техническим качеством и стоимостью эксплуатации. В задачах выпуклой оптимизации такой функционал удобен тем, что штрафы имеют понятный смысл и допускают численный поиск минимума [3, с. 152].

Однако использование устаревших p -параметров может привести к ошибкам в результатах оптимизации. Поэтому в данном исследовании был использован адаптивный подход: параметры модели пересчитываются в соответствии с текущими условиями, после чего выполняется новый этап оптимизации. По сути, система работает по принципу обратной связи. Идея обратной связи является фундаментальной для управления техническими системами, поскольку она позволяет компенсировать неопределенность и внешние возмущения [4, с. 33].

На практике адаптивная процедура может выполняться периодически, например, каждые 10 минут, или по событиям – в ответ на внезапное изменение нагрузки, увеличение ошибки прогнозирования или нарушение SLA. Важно отметить, что модель не полностью заменяет инженерное решение. Она обеспечивает вычислительную основу, а окончательное решение должно учитывать чувствительность к ресурсам, ограничения платформы и эксплуатационные требования.

4. Схема адаптивной идентификации и оптимизации

Предлагаемая схема состоит из нескольких последовательных операций. Сначала система

мониторинга собирает текущие и исторические показатели: нагрузку, число активных контейнеров, среднюю или р95-задержку, длину очереди и процент ошибок. Затем для каждого наблюдения вычисляется вес, отражающий близость к текущему режиму. После этого решается задача идентификации параметров и выполняется оптимизация управления.

На практике процедуру можно описать следующим образом: на первом этапе определяются допустимые значения параметров управления и целевой показатель эффективности. На втором этапе создается выборка наблюдений

для самых последних временных интервалов. На третьем этапе параметры модели уточняются с использованием взвешенного критерия. На четвертом шаге вычисляется значение функционала качества для допустимых вариантов u . На последнем шаге выбирается управление, которое не нарушает технические ограничения и дает минимальное значение критерия.

Таблица 1 обобщает элементы адаптивного цикла. Она показывает, что идентификация и оптимизация не являются разовыми действиями. Они должны повторяться по мере изменения условий эксплуатации.

Таблица 1

Этапы адаптивного цикла управления облачной ИТ-системой

Этап	Содержание	Результат
Сбор данных	Фиксация нагрузки, задержки, очереди и текущего управления	Набор наблюдений для идентификации
Взвешивание	Оценка близости исторических режимов к текущему	Локальная выборка с разными весами
Идентификация	Минимизация взвешенной невязки модели	Актуальные параметры p
Оптимизация	Поиск управления по функционалу качества	Рекомендуемое значение u
Проверка	Сравнение прогноза с мониторингом после изменения режима	Основание для нового цикла

5. Математическая модель облачного сервиса

Рассмотрим упрощенную модель сервиса, который принимает входящие запросы и обрабатывает их с помощью выделенных вычислительных ресурсов. Пусть $x(t)$ – нормированная длина очереди. При росте $x(t)$ увеличивается задержка, а при достаточной вычислительной мощности очередь уменьшается. Интенсивность входного потока обозначим $\lambda(t)$, а управление u будем трактовать как число условных ресурсных единиц.

Динамику очереди зададим уравнением $dx(t)/dt = a \lambda(t) - b u x(t)$.

Коэффициент a переводит входную нагрузку в прирост очереди, а параметр b характеризует эффективность обработки. Если b уменьшается, один и тот же объем ресурсов обслуживает поток хуже. Такая ситуация может возникнуть после изменения профиля запроса, повреждения кэша или увеличения времени доступа к базе данных. В более сложных системах аналогичный подход приводит к многомерным моделям, где отдельные экземпляры соответствуют веб-уровню, базе данных, кэшу и фоновому процессу [1, с. 39].

Задержку ответа выразим через состояние системы: $L(t) = L_0 + c x(t)$.

Здесь L_0 – минимальная технологическая задержка, а c – коэффициент влияния очереди. Модель не претендует на полное описание всех внутренних процессов. Ее задача – дать достаточно точный локальный прогноз для выбора режима управления.

6. Расчетный пример

Пусть облачный сервис работает с целевой задержкой $L^* = 100$ мс. Минимальная задержка при пустой очереди составляет $L_0 = 40$ мс, коэффициент влияния очереди $c = 25$ мс, коэффициент $a = 0,02$. Требуется оценить параметр b по данным мониторинга и выбрать число контейнеров для нагрузки $\lambda = 70$ запросов/с. Для простоты шаг наблюдения принимается равным одной минуте.

Исходные данные представлены в таблице 2. Они отражают несколько последовательных интервалов, в которых менялись входная нагрузка и выделенное количество ресурсов. Значения x_i и x_{i+1} показывают состояние очереди в начале и конце интервала.

Таблица 2

Данные мониторинга для оценки параметра обработки

i	λ_i , req/s	u_i	x_i	x_{i+1}
1	44	3.0	1.51	1.86
2	51	3.1	1.86	2.09
3	57	3.5	2.09	2.26
4	63	3.8	2.26	2.34
5	70	4.3	2.34	2.43
6	79	4.8	2.43	2.55
7	75	5.0	2.55	2.46
8	69	4.7	2.46	2.41
9	61	4.1	2.41	2.31
10	58	3.9	2.31	2.3

Производную в уравнении очереди аппроксимируем конечной разностью: $d_i = x_{i+1} - x_i$. Тогда для каждого наблюдения получаем $d_i = a \lambda_i - b u_i x_i$. Отсюда оценка параметра b по методу наименьших квадратов имеет вид

$$\hat{b} = \frac{\sum u_i x_i (a \lambda_i - d_i)}{\sum (u_i x_i)^2}.$$

Подстановка данных таблицы 2 дает $\hat{b} = 0,121$. Полученное значение означает, что один условный контейнер уменьшает очередь со скоростью, пропорциональной $0,121 x(t)$. Само число не следует трактовать как постоянную характеристику сервиса. При изменении программного кода, базы данных или аппаратной

платформы параметр должен быть оценен заново.

В установившемся режиме $dx/dt = 0$. Следовательно, $x^* = a \lambda / (b u)$, а задержка равна $L(u) = L_0 + c a \lambda / (b u)$. Для $\lambda = 70$ и $\hat{b} = 0,121$ получаем приблизительно $L(u) = 40 + 289,3/u$. Далее минимизируем функционал $J(u) = (L(u) - 100)^2 + 1,8(u - 3,5)^2$ на интервале $1 \leq u \leq 10$.

Численный перебор показывает, что непрерывный минимум достигается около $u = 4,82$. Поскольку число контейнеров является дискретной величиной, необходимо сравнить соседние целые значения. Результат представлен в таблице 3.

Таблица 3

Сравнение дискретных режимов масштабирования

u	x^*	$L(u)$, мс	Оценка режима
4	2,39	112,3	ресурсы экономятся, но задержка выше цели
5	1,91	97,9	качество соблюдается с небольшим запасом
6	1,59	79,8	избыточный расход ресурсов

7. Результаты и их обсуждение

Сравнение режимов показывает, что значение $u = 5$ является наиболее рациональным для заданных условий. Режим $u = 4$ дешевле, но приводит к задержке выше целевого уровня, что может быть недопустимо при наличии SLA. Режим $u = 6$ дает значительный запас по задержке, однако увеличивает стоимость эксплуатации без явной необходимости. Поэтому адаптивная модель не просто предлагает увеличить ресурсы, а помогает обосновать конкретную величину масштабирования.

Главный вывод из этого примера – продемонстрировать связь между мониторингом и управлением. Наблюдаемые данные используются не только для построения графиков или оповещений о тревоге, но и для уточнения параметров модели. Затем модель используется

для расчета решения по управлению. Такой подход близок к философии автоматических систем управления для компьютерных систем, где производительность рассматривается как управляемая переменная [7, с. 58].

Важным преимуществом является возможность учитывать локальную релевантность данных. Наблюдения при близкой нагрузке и близком числе контейнеров должны сильнее влиять на оценку b , чем старые данные из другого режима. Это особенно важно в облачных платформах, где поведение системы может резко отличаться утром, вечером и во время маркетинговых кампаний.

Однако предложенная схема имеет ограничения. Во-первых, она зависит от качества мониторинга. Если данные о задержке и очереди неполны, содержат задержки или выбросы,

оценки параметров могут исказиться. Во-вторых, частые изменения количества контейнеров могут вызывать колебания, поэтому алгоритм должен включать ограничение скорости гистерезиса и изменений управления. В-третьих, одномерная модель не всегда отражает реальную архитектуру сервиса. В книге М. Клеппмана подробно показано, что узкие места распределенных приложений часто возникают не в вычислительном слое, а в согласованности данных, репликации и сетевых взаимодействиях [8, с. 89].

Модель может быть расширена для систем с несколькими компонентами. Например, очередь веб-приложения, очередь базы данных и скорость медленных транзакций могут быть определены отдельными уравнениями. Тогда оптимизация будет выбирать не только общее количество ресурсов, но и их распределение по слоям. Если решение разбить на последовательные шаги, в таких задачах можно использовать динамическое программирование [5, с. 62].

8. Практические рекомендации

Для внедрения адаптивного подхода в реальной ИТ-инфраструктуре необходимо заранее определить набор наблюдаемых переменных. Минимальный набор включает входную нагрузку, среднюю или р95-задержку, число активных экземпляров, загрузку CPU и процент ошибок. Для сервисов с базой данных полезно дополнительно учитывать время ожидания соединений, число медленных запросов и использование кэша.

Измерения следует нормализовать. Без нормализации переменная с большим числовым масштабом может чрезмерно влиять на определяющий критерий. Также важно отделить выбросы от устойчивых изменений режима. Этого можно достичь с помощью скользящих окон, медианных фильтров и проверки качества прогнозирования за последние несколько интервалов.

Решение для оптимизации не следует реализовывать механически. После непрерывных вычислений необходимо проверить наиболее близкие к допустимым дискретным вариантам, поскольку количество контейнеров, размер виртуальной машины и тарифный класс обычно задаются целыми числами или ограниченными значениями. Кроме того, полезно добавить минимальное время удержания режима, чтобы предотвратить слишком частое переключение платформы.

Наконец, адаптивную модель необходимо протестировать на исторических данных и в изолированном контуре. После сравнения рассчитанных рекомендаций с фактическими реакциями системы ее можно переключить в полуавтоматический или автоматический режим управления. Эта процедура снижает риск некорректных реакций на шум мониторинга.

9. Заключение

В данной статье рассматривается проблема адаптации математических моделей и оптимизации технологических процессов в системах облачных вычислений. Показано, что цифровую услугу можно определить как динамический объект, состояние которого изменяется под влиянием входной нагрузки и управляемых ресурсов.

Предложенная схема объединяет параметрическую идентификацию и оптимизацию. Параметры модели уточняются по данным мониторинга, а управляющее решение выбирается с учетом целевой задержки и стоимости ресурсов. На расчетном примере получена оценка эффективности обработки $b_{\text{hat}} = 0,121$ и показано, что для нагрузки 70 запросов/с рациональным дискретным решением является использование пяти контейнеров.

Практическая значимость этого подхода заключается в том, что математическая модель может использоваться в качестве адаптивного инструмента оперативного управления. В отличие от разовой настройки, такая модель регулярно совершенствуется и, следовательно, лучше адаптируется к изменяющимся условиям эксплуатации. Дальнейшее развитие этого исследования может включать многомерные модели, рекурсивную идентификацию, оценку нагрузки и робастную оптимизацию в условиях неопределенности параметров.

Важно подчеркнуть, что предложенный подход не заменяет инженерную экспертизу. Он формализует часть решения, делает его проверяемым и обеспечивает более четкое понимание баланса между качеством обслуживания и стоимостью инфраструктуры. Поэтому адаптивное моделирование может быть полезным элементом современных автоматизированных систем масштабирования и интеллектуального мониторинга.

Литература

1. Айда-заде К.Р., Хорошко М.Н. Подход к математическому моделированию и управлению технологическими процессами //

Электронное моделирование. 2008. Т. 30, № 4. С. 37-47.

2. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. М.: Факториал Пресс, 2002. 824 с.

3. Boyd S., Vandenberghe L. Convex Optimization. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. 716 p.

4. Åström K.J., Murray R.M. Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers. Princeton: Princeton University Press, 2008. 408 p.

5. Беллман Р. Динамическое программирование. М.: Иностранная литература, 1960. 400 с.

6. Льюнг Л. Идентификация систем: теория для пользователя / пер. с англ. М.: Наука, 1991. 432 с.

7. Hellerstein J.L., Diao Y., Parekh S., Tilbury D.M. Feedback Control of Computing Systems. Hoboken: Wiley-IEEE Press, 2004. 456 p.

8. Kleppmann M. Designing Data-Intensive Applications. Sebastopol: O'Reilly Media, 2017. 616 p.

9. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. М.: Наука, 1981. 488 с.

HAKIMZADA Rasul

Master student, Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan, Baku

KULIEV Samir

Master student, Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan, Baku

ADAPTATION OF MATHEMATICAL MODELS AND OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN CLOUD IT SYSTEMS

Abstract. *The article considers the adaptation of mathematical models for controlling technological processes in cloud IT systems. The purpose of the study is to propose a practical scheme that connects parametric model identification with resource optimization. The methodology is based on differential equations, weighted least squares and a quadratic quality criterion. A computational example shows that local parameter refinement helps select a scaling mode close to the target latency while limiting excessive resource consumption.*

Keywords: *mathematical model, adaptation, optimization, parameter identification, cloud computing, differential equations, IT infrastructure.*

НЕФТЯНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

КУРБАНОВ Гаджи Гусенович

магистрант, Тюменский индустриальный университет, Россия, г. Тюмень

*Научный руководитель – доцент кафедры разработки нефтяных и газовых месторождений
Тюменского индустриального университета,
кандидат технических наук Анасов Тимергалей Кабирович*

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА НА МОРТЫМЬЯ-ТЕТЕРЕВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Аннотация. В статье описывается анализ гидравлического разрыва пласта на Мортымья-Тетеревском месторождении.

Ключевые слова: Мортымья-Тетеревское месторождение, гидравлический разрыв пласта, ГРП, дополнительная добыча нефти, низкопроницаемый пласт.

Гидравлический разрыв пласта (ГРП) – вид геолого-технических мероприятий (ГТМ), заключающийся в создании высокопроводимых трещин в пласте. В процессе повышается дебит жидкости, а как следствие и дебит нефти. Увеличивается зона дренирования скважины за счет роста трещин в длину и высоту [1].

Процесс ГРП производится в три этапа: разрыв породы жидкостью разрыва при высоких давлениях, заполнение образовавшихся трещин пропантом, закрепление пропанта в пласте путем продажной жидкости. Пропант – материал шарообразной формы небольшого размера. Проницаемость трещин во многом зависит от размера зерен пропанта и их характеристик.

На Мортымья-Тетеревском месторождении активно применяют ГРП ввиду низкой проницаемости пластов Т₁ и КВ – около 10 и 3 мД соответственно [2]. Пласт П является высокопродуктивным, проницаемость в среднем составляет около 300 мД – применение ГРП нецелесообразно в пределах пласта без приобщения других пластов. Все три объекта объединены в один объект разработки, которые можно разрабатывать единой сеткой скважин, в том числе вскрывать трещинами ГРП [3].

Данным видом ГТМ охвачено около 9% пробуренного фонда на месторождении (рис. 1). Преимущественно ГРП проводился на действующем фонде скважин, реже – на бездействующем фонде и скважинах с боковыми горизонтальными стволами (БВГС).

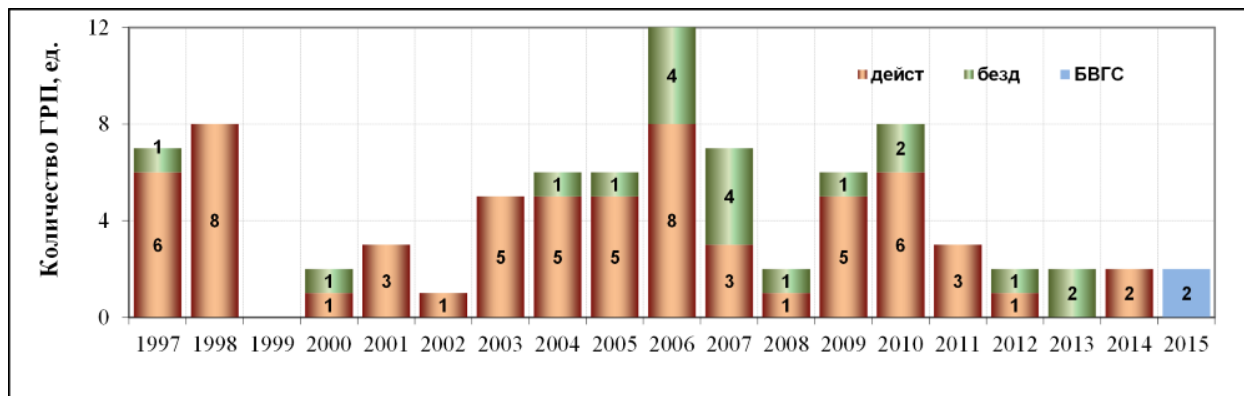


Рис. 1. Динамика проведенных ГРП на месторождении

ГРП охвачены все 8 залежей месторождения (рис. 2, 3). Дополнительная добыча нефти (ДДН) от ГРП за весь период разработки

месторождения составила 0.61 млн. т., удельная ДДН от одного мероприятия – 7.26 тыс.т/скв.-опер (рис. 4).

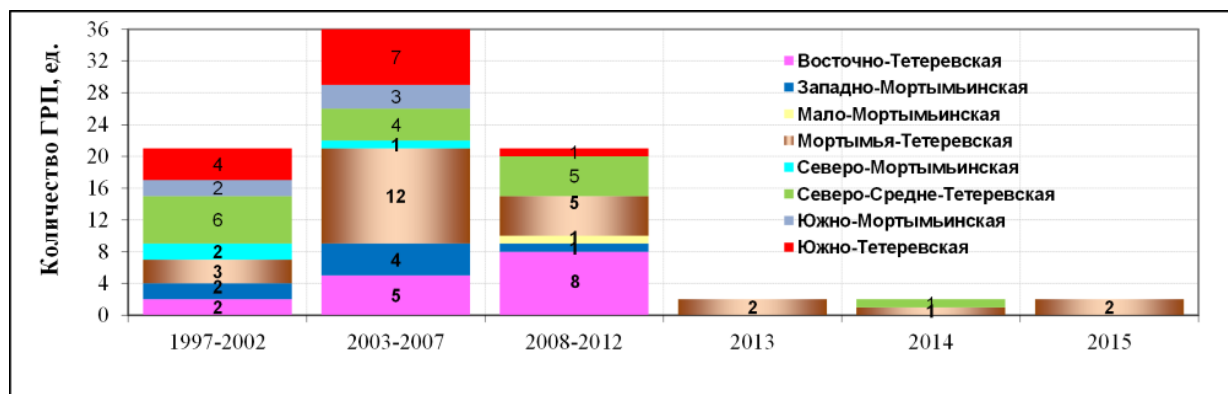


Рис. 2. Динамика проведенных ГРП по залежам месторождения

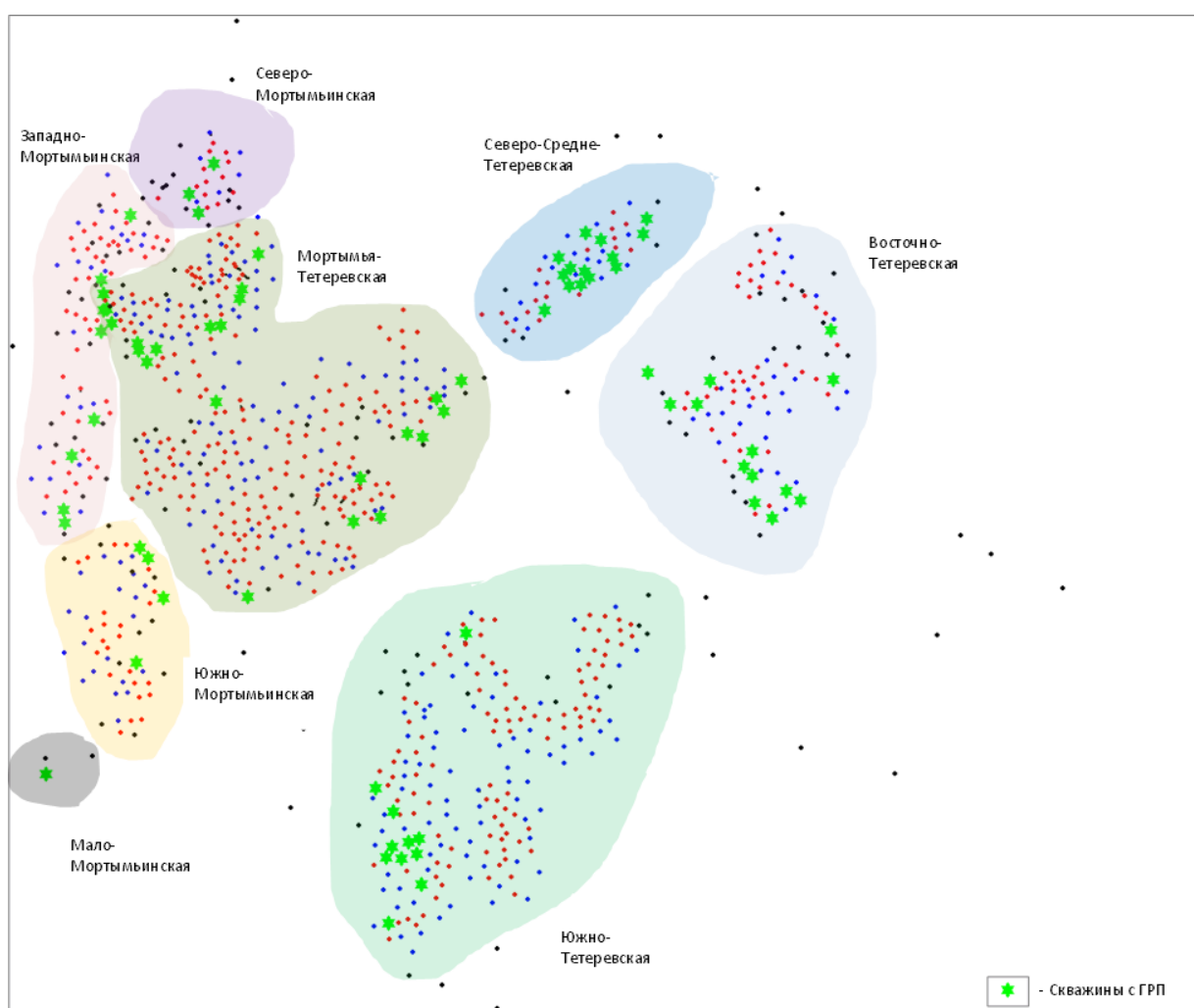


Рис. 3. Расположение скважин с ГРП по залежам месторождения

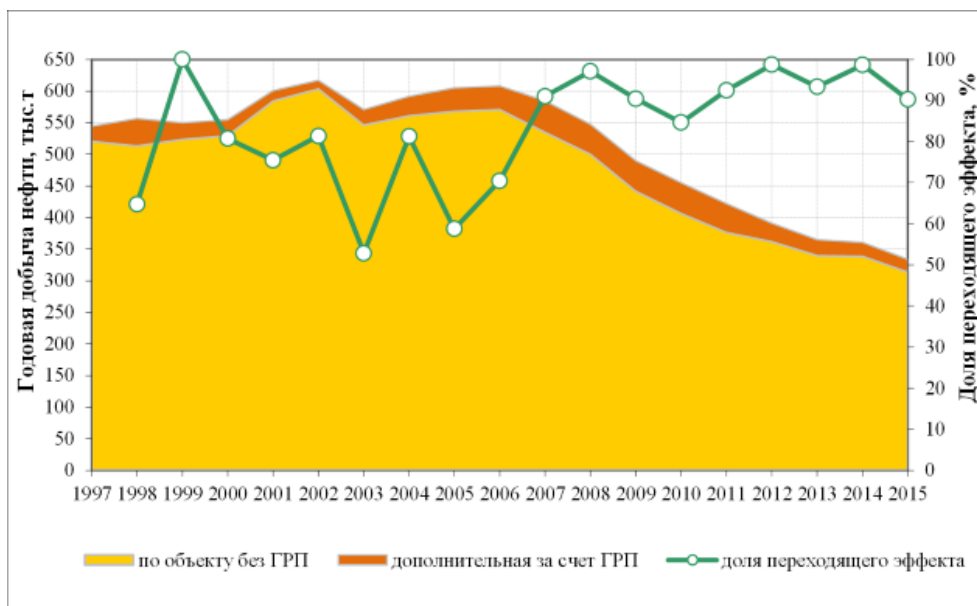


Рис. 4. Динамика годовой добычи нефти и ДДН от ГРП

Для анализа эффекта от ГРП все мероприятия были нормированы на единую дату, произведена нормировка дат на месяцы, оценивался эффект до и после ГРП (рис. 5). Дебит нефти после ГРП в среднем по действующим скважинам увеличивался в 4 раза, по бездействующим — в 3 раза. Дебит жидкости при этом увеличивался

в среднем в 2 раза по скважинам бездействующего фонда, по скважинам действующего фонда практически не изменялся. Увеличение дебита нефти по скважинам действующего фонда связано за счет снижения обводненности на 20%, по скважинам бездействующего фонда — за счет роста дебита жидкости.

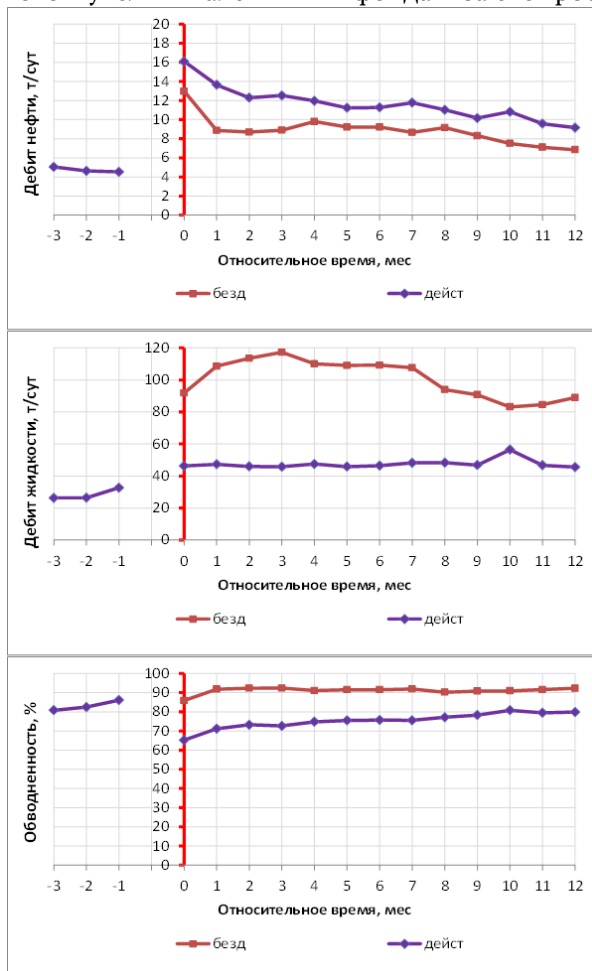


Рис. 5. Динамика дебита нефти и жидкости, обводненности до и после ГРП

Наибольший прирост дебита нефти после ГРП происходил в начале разработки месторождения (рис. 6). Это связано с вовлечением в разработку необводненных частей залежи от системы поддержания пластового давления

(ППД) и не дренируемых от реализованной сетки скважин. В процессе разработки из-за выработки запасов нефти и заводнения водой от системы ППД риск получить высокую обводненность после ГРП вырастает.

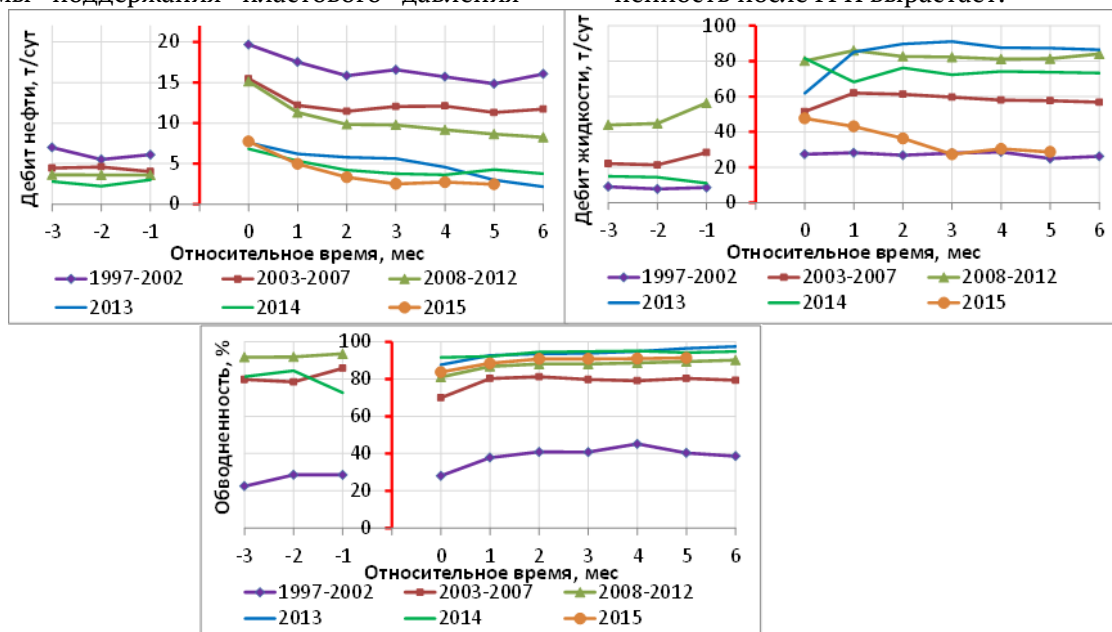


Рис. 6. Динамика дебита нефти и жидкости, обводненности до и после ГРП в разные периоды разработки месторождения

Установлена прямо пропорциональная зависимость дебита нефти от эффективной мощности пласта (рис. 7), что соответствует закону Дарси, при этом дебит жидкости также увеличивается. Наблюдается обратно пропорциональная зависимость массы закачиваемого пропанта от дебита нефти (рис. 7). Это связано

с прорывами трещин в водоносные горизонты, о чем свидетельствует резкий рост дебитов жидкости. Определена прямо пропорциональная зависимость удельной массы пропанта от дебита нефти, однако при этом увеличивается и дебит жидкости (рис. 7).

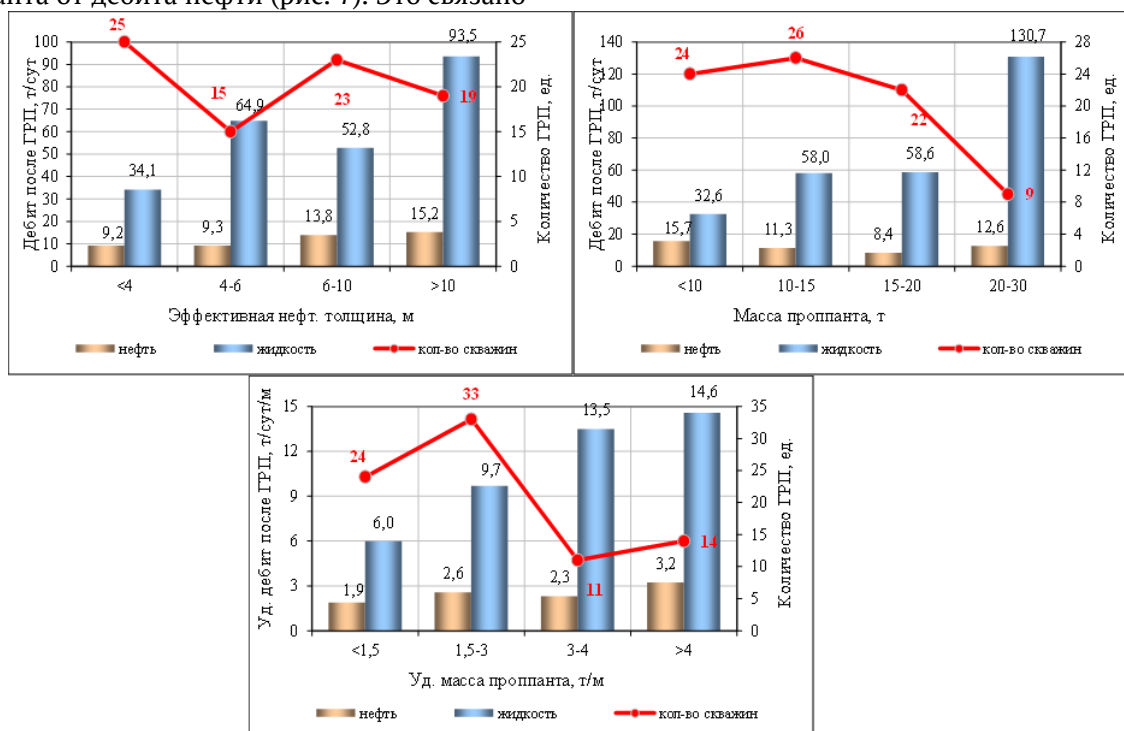


Рис. 7. Дополнительные зависимости параметров ГРП и пласта от дебита нефти и жидкости

Таким образом, ГРП на Мортымья-Тетеревском месторождении показал высокую эффективность и рекомендован для дальнейшей реализации при разработке низкопроницаемых объектов.

Литература

1. Гилаев Г.Г., Ольховская В.А., Хафизов В.М. Гидроразрыв пласта в вертикальных и

горизонтальных скважинах. Санкт-Петербург.: Издательство Лань, 2025. 304 с.

2. Дополнение к проекту разработки Мортымья-Тетеревского газонефтяного месторождения // ООО «КогалымНИПИнефть» – г. Тюмень, 2016 г.

3. Желтов Ю.П. Разработка нефтяных месторождений. М.: Недра, 1986. 332 с.

KURBANOV Haji Huseynovich

Master's Student, Tyumen Industrial University, Russia, Tyumen

Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Oil and Gas Fields Development at Tyumen Industrial University, Candidate of Technical Sciences Apasov Timergaley Kabirovich

ANALYSIS OF HYDRAULIC FRACTURING EFFICIENCY AT THE MORTYMYA-TETEREVSKOYE FIELD

Abstract. *The article describes the analysis of hydraulic fracturing at the Mortymya-Teterevskoye field.*

Keywords: *Mortymya-Teterevskoye field, hydraulic fracturing, HF, additional oil production, low-permeability layer.*

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ДОБРЫНИН Денис Андреевич

магистрант, Московский политехнический университет, Россия, г. Москва

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ РАБОТНИКОВ ПОДРЯДНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ ВЫСТАВОЧНОГО КОМПЛЕКСА ВДНХ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы выявления опасностей и оценки профессиональных рисков работников подрядных организаций, осуществляющих деятельность на объектах выставочного комплекса ВДНХ. Актуальность исследования обусловлена высокой интенсивностью монтажных, строительных и эксплуатационных работ, выполняемых подрядными организациями в условиях массового пребывания людей. Целью исследования является проведение идентификации опасностей, возникающих при выполнении работ подрядными организациями, а также оценка профессиональных рисков с использованием матричного метода. В результате исследования выявлены основные опасности, характерные для работников подрядных организаций, и разработаны мероприятия, направленные на снижение уровня профессиональных рисков и совершенствование системы управления охраной труда.

Ключевые слова: охрана труда, профессиональный риск, подрядные организации, управление рисками, идентификация опасностей, выставочный комплекс.

Введение

В современных условиях обеспечение безопасных условий труда является одной из важнейших задач системы управления охраной труда. Особое значение вопросы производственной безопасности приобретают на объектах с высокой концентрацией работников и посетителей, где одновременно выполняются различные виды работ, связанные с эксплуатацией инженерных систем, монтажом оборудования и проведением массовых мероприятий.

Одним из таких объектов является выставочный комплекс ВДНХ, на территории которого регулярно осуществляются работы подрядных организаций. Подрядные организации выполняют широкий спектр работ, включая монтаж и демонтаж выставочных конструкций, проведение электромонтажных работ, обслуживание инженерных систем, погрузочно-разгрузочные и ремонтные работы.

Особенностью деятельности подрядных организаций является выполнение работ в условиях повышенной интенсивности производственных процессов и ограниченных сроков подготовки выставочных мероприятий. Кроме того, одновременное присутствие большого количества работников различных организаций и посетителей комплекса повышает вероятность возникновения опасных ситуаций.

Нормативные и теоретические основы оценки профессиональных рисков

Оценка профессиональных рисков является обязательным элементом системы управления охраной труда и осуществляется на основе требований действующего законодательства Российской Федерации.

Основным нормативным документом в области охраны труда является Трудовой кодекс Российской Федерации, устанавливающий обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий труда работников.

Требования к организации системы управления охраной труда также установлены приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 776н, который предусматривает необходимость проведения процедур идентификации опасностей, оценки профессиональных рисков и разработки мероприятий по их снижению.

Методические рекомендации по выбору методов оценки профессиональных рисков определены приказом Минтруда России №926. В соответствии с данным документом при проведении оценки рисков могут применяться качественные, полуколичественные и количественные методы анализа риска.

Методологические основы оценки профессиональных рисков также определены следующими нормативными документами:

- ГОСТ 12.0.230-2007 «Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда»;
- ГОСТ Р 12.0.010-2009 «Система стандартов безопасности труда. Определение опасностей и оценка рисков»;
- ГОСТ Р 58771-2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска».

Применение риск-ориентированного подхода позволяет своевременно выявлять потенциальные источники опасности, анализировать условия труда работников и разрабатывать меры по предупреждению несчастных случаев.

Оценка профессиональных рисков работников подрядных организаций

Оценка проводилась с использованием матричного метода, основанного на сопоставлении вероятности возникновения опасного события и тяжести возможных последствий.

Оценка уровня профессионального риска осуществляется с использованием матрицы оценки профессионального риска, которая представляет собой таблицу, в которой содержатся 5 строк, соответствующих 5 интервалам тяжести возможного ущерба, и 5 столбцов, соответствующих 5 интервалам вероятности возникновения негативных событий (применяется матрица 5 x 5, рис.).

Вероятность (Ч)	Редко (1)	Однажды (2)	Случайно (3)	Часто (4)	Почти Определенно (5)
Тяжесть ущерба (Т)					
Катастрофическая (5)	С 5	С 10	В 15	В 20	В 25
Большая (4)	Н 4	С 8	С 12	В 16	В 20
Умеренная (3)	Н 3	С 6	С 9	С 12	В 15
Незначительная (2)	Н 2	Н 4	С 6	С 8	С 10
Пренебрежимо малая (1)	Н 1	Н 2	Н 3	Н 4	С 5

Рис. Матрица 5 x 5

Для оси тяжести возможного ущерба (в матрице – левый крайний столбец) установлены следующие категории и их буквенные

обозначения, соответствующие каждому из 5 интервалов (табл. 1).

Таблица 1

Категории тяжести возможного ущерба

Уровень	Тяжесть (Т)	Описание
5	Катастрофическая	Более чем 3 летальных исхода в результате травмирования или профессионального заболевания
4	Большая	От 1 до 3 случаев постоянной полной нетрудоспособности или несчастных случаев с летальным исходом
3	Умеренная	Тяжелая травма или ухудшение здоровья с потерей трудоспособности более 15 дней, включая необратимый ущерб для здоровья
2	Незначительная	Травмы или обратимое ухудшение здоровья с потерей трудоспособности до 15 дней
1	Пренебрежимо малая	Незначительные травмы или случаи ухудшения здоровья, не оказывающие влияния на производительность труда и на жизнедеятельность

Для оси частоты (оценки вероятности) событий устанавливаются следующие категории и числовые значения (табл. 2).

Таблица 2

Категории частоты наступления события			
Уровень	Вероятность (Ч)	Описание	
1	Редко	Не ожидается, но все же возможно	Событие практически никогда не произойдет
2	Однажды	Вряд ли это произойдет при нормальных обстоятельствах	Событие случается редко
3	Случайно	Возможно или известно, что это имеет место	Вероятность события около 50%
4	Часто	Обычное явление	Скорее всего событие произойдет
5	Почти определенно	Постоянный или повторяющийся опыт	Событие почти обязательно произойдет

Результаты оценки профессиональных рисков заносятся в карты оценки рисков, которые используются для формирования реестра профессиональных рисков и разработки плана мероприятий по их снижению.

Полученные результаты позволяют определить приоритетные направления совершенствования системы управления охраной труда

и повышения уровня безопасности работников выставочного комплекса.

Результаты исследования

Для проведения оценки профессиональных рисков для начала необходимо идентифицировать опасные факторы, которые существуют на рабочих местах работников выставочного комплекса:

Таблица 3

Оценка рисков				
Опасность	Источник опасности		Оценка уровня профессионального риска	Отношение к риску
Воздействие повышенной температуры воздуха	Повышенная температура окружающей среды		Вероятность:2 Тяжесть: 2 Низкий Н4	Приемлемый
Воздействие пониженной температуры воздуха	Низкая температура окружающей среды		Вероятность:2 Тяжесть:2 Низкий Н4	Приемлемый
Поражение током вследствие контакта с токоведущими частями электрооборудования, которые находятся под напряжением из-за неисправного состояния (косвенный контакт)	Сетевой фильтр (удлинитель)		Вероятность: 2 Тяжесть: 4 Средний С8	Допустимый
	Ручные электроинструменты			
	Сварочное оборудование			
Возникновение очагов пожара	При наличии технических неисправностей эксплуатируемого электрооборудования	Сетевой фильтр (удлинитель)	Вероятность: 2 Тяжесть: 3 Средний С6	Допустимый
		Ручные электроинструменты		
		Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости		Вероятность: 2 Тяжесть: 3 Средний С6

Опасность	Источник опасности	Оценка уровня профессионального риска	Отношение к риску
	Кровельная горелка	Вероятность: 3 Тяжесть: 3 Средний С9	Допустимый
Ожог от воздействия на незащищенные участки тела материалов, жидкостей или газов, имеющих высокую температуру	Аварийные ситуации: пожар	Вероятность: 2 Тяжесть: 4 Средний С8	Допустимый
	Сварочное оборудование	Вероятность: 2 Тяжесть: 3 Средний С6	Допустимый
	Кровельная горелка	Вероятность: 2 Тяжесть: 3 Средний С6	Допустимый
Отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ	Аварийные ситуации: пожар	Вероятность: 2 Тяжесть: 4 Средний С8	Допустимый
Падение при спотыкании или поскользывании в том числе при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам	Неровности опорных поверхностей в зданиях и на территории ВДНХ	Вероятность: 3 Тяжесть: 2 Средний С6	Допустимый
	Лестницы	Вероятность: 3 Тяжесть: 2 Средний С6	Допустимый
	Накладки на лестницы противоскользкие	Вероятность: 3 Тяжесть: 2 Средний С6	Допустимый
	Скользкие, обледенелые, мокрые опорные поверхности	Вероятность: 3 Тяжесть: 2 Средний С6	Допустимый
	Противоскользкие коврики	Вероятность: 2 Тяжесть: 2 Низкий Н4	Приемлемый
Травмирование снегом и (или) льдом, упавшим с крыш зданий и сооружений	Снега и лед на крышах зданий в холодный период года	Вероятность: 2 Тяжесть: 3 Средний С6	Допустимый
Опасность воздействия открытого пламени	Аварийные ситуации: Пожар	Вероятность: 1 Тяжесть: 4 Низкий Н4	Приемлемый
Опасность воздействия повышенной температуры окружающей среды		Вероятность: 1 Тяжесть: 4 Низкий Н4	Приемлемый
Опасность воздействия пониженной концентрации кислорода в воздухе		Вероятность: 1 Тяжесть: 4 Низкий Н4	Приемлемый
Опасность воздействия огнетушащих веществ		Вероятность: 1 Тяжесть: 1 Низкий Н1	Приемлемый
Опасность воздействия осколков частей разрушившихся зданий, сооружений, строений		Вероятность: 1 Тяжесть: 2 Низкий Н2	Приемлемый

Опасность	Источник опасности	Оценка уровня профессионального риска	Отношение к риску
Получение работником травм (механических) в связи с недостаточной различимостью работника	Недостаточная видимость (различимость) работника для других лиц	Вероятность: 2 Тяжесть: 4 Средний С8	Приемлемый
Повреждение здоровья работника вследствие контакта с водой и/или растворами нетоксичных веществ	Вода и растворы нетоксичных веществ	Вероятность: 1 Тяжесть: 2 Низкий Н2	Приемлемый
Воздействие влажности в виде тумана, росы, атмосферных осадков, конденсата, струй и капель жидкости	Высокая влажность окружающей среды	Вероятность: 1 Тяжесть: 2 Низкий Н2	Приемлемый
Ухудшения здоровья работника в результате воздействия общих производственных загрязнений	Производственные загрязнения	Вероятность: 1 Тяжесть: 2 Низкий Н2	Приемлемый
Образование токсичных паров при нагревании	Кровельная горелка	Вероятность: 2 Тяжесть: 3 Средний С6	Допустимый
Порез частей тела	Ручной электроинструмент	Вероятность: 3 Тяжесть: 2 Средний С6	Допустимый
	Ручной слесарный инструмент		
	Движущиеся режущие части механизмов, машин		
Отравление при вдыхании паров вредных, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ	Кровельная горелка	Вероятность: 3 Тяжесть: 3 Средний С9	Приемлемый
Падение работника с высоты при выполнении работ	Перепад высот	Вероятность: 3 Тяжесть: 4 Средний С12	Приемлемый
Травмирование в результате падения с высоты	Приставные лестницы, стремянки	Вероятность: 3 Тяжесть: 4 Средний С12	Допустимый
Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования	Ручной электроинструмент	Вероятность: 3 Тяжесть: 3 Средний С9	Допустимый
	Технологическое оборудование		
	Движущиеся режущие части механизмов, машин		
Удар и/или порез работника отлетающими осколками оборудования, деталей, инструмента	Ручной электроинструмент	Вероятность: 2 Тяжесть: 3 Средний С6	Допустимый
	Движущиеся режущие части механизмов, машин		
Повреждение органов зрения работника вследствие повышенной яркости света	Сварочное оборудование	Вероятность: 2 Тяжесть: 3 Средний С6	Допустимый
Энергия открытого пламени, выплесков металлов, искр и брызг расплавленного металла и металлической окалины	Сварочное оборудование	Вероятность: 2 Тяжесть: 3 Средний С6	Допустимый

Опасность	Источник опасности	Оценка уровня профессионального риска	Отношение к риску
Химические реакции веществ, приводящие к пожару и взрыву	Сварочное оборудование	Вероятность: 2 Тяжесть: 3 Средний С6	Допустимый
Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны	Сварочное оборудование	Вероятность: 2 Тяжесть: 3 Средний С6	Допустимый

Мероприятий по снижению профессиональных рисков

В рамках исследования были предложены следующие мероприятия профессиональных рисков на объектах выставочного комплекса.

Таблица 4

Мероприятий по управлению рисками

Опасность	Источник опасности		Меры управления риском
Воздействие повышенной температуры воздуха	Повышенная температура окружающей среды		1. Соблюдение режимов труда и отдыха.
Воздействие пониженной температуры воздуха	Низкая температура окружающей среды		1. Соблюдение требований охраны труда и применение СИЗ
Поражение током вследствие контакта с токоведущими частями электрооборудования, которые находятся под напряжением из-за неисправного состояния (косвенный контакт)	Сетевой фильтр (удлинитель)		1. Применение исправных электроинструментов и инструментов от двигателя внутреннего сгорания (в том числе средства малой механизации), соответствующих требованиям безопасности; 2. Проведение периодической проверки оборудования; 3. Проведение инструктажей по присвоению соответствующей группы по электробезопасности (1 раз в год).
	Ручные электроинструменты		
	Сварочное оборудование		
Возникновение очагов пожара	При наличии технических неисправностей эксплуатируемого электрооборудования	Сетевой фильтр (удлинитель)	1. Обеспечение эксплуатации электрифицированного оборудования в соответствии с требованиями инструкций заводов-изготовителей; 2. Проведение проверок исправности эксплуатируемого электрооборудования.
		Ручные электроинструменты	
		Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости	
	Кровельная горелка		1.Соблюдение требований и правил по охране труда. 2. Проведение обучения по охране труда, включая проведение инструктажей и стажировки, в соответствии с локальными нормативными актами Предприятия
Ожог от воздействия на незащищенные участки тела материалов, жидкостей	Аварийные ситуации: пожар		1. Проведение инструктажей по пожарной безопасности; 2. Регулярное проведение противопожарных тренировок (1 раз в 6 месяцев);

Опасность	Источник опасности	Меры управления риском
или газов, имеющих высокую температуру		3. Проведение технического обслуживания и проверки работоспособности систем противопожарной защиты строения.
	Сварочное оборудование	1. Проведение инструктажей по пожарной безопасности; 2. Соблюдение требований безопасности при строительстве, реконструкции и ремонте.
	Кровельная горелка	1. Проведение инструктажей по пожарной безопасности; 2. Соблюдение требований безопасности при строительстве, реконструкции и ремонте.
Отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ	Аварийные ситуации: пожар	1. Проведение инструктажей по пожарной безопасности; 2. Регулярное проведение противопожарных тренировок (1 раз в 6 месяцев); 3. Проведение технического обслуживания и проверки работоспособности систем противопожарной защиты строения АБК.; 4. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты органов дыхания (индивидуальные газодымозащитные комплекты).
Падение при спотыкании или поскальзывании в том числе при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам	Неровности опорных поверхностей в зданиях и на территории ВДНХ	1. Обеспечение содержания напольных покрытий в исправном состоянии; 2. Использование знаков безопасности, ограждений и сигнальной разметки.
	Лестницы	1. Обеспечение содержания ступеней лестничных маршей в исправном состоянии; 2. Нанесение противоскользящих покрытий на ступени лестничных маршей, расположенных на улице.
	Накладки на лестницы противоскользящие	1. Заменить противоскользящие накладки на лестницы, на противоскользящую ленту, либо на противоскользящие накладки, исключающие возможность спотыкания (угловые накладки).
	Скользкие, обледенелые, мокрые опорные поверхности	1. Использование знаков безопасности и ограждений и сигнальной разметки; 2. Обеспечение своевременной уборки территории ВДНХ от снега, применение антигололедных реагентов; 3. Обеспечение контроля за качеством уборки территории/содержания территории ВДНХ; 4. Нанесение противоскользящих средств (мраморной крошки, антиобледенительных средств, песка)

Опасность	Источник опасности	Меры управления риском
		5. Использование противоскользящих покрытий.
	Противоскользящие коврики	1. Нанесение противоскользящих покрытий на опорные поверхности; 2. Использование незакрепленных покрытий с сопротивлением скольжению на обратной стороне; 3. Обеспечение контроля за состоянием противоскользящих покрытий и своевременной замены.
Травмирование снегом и (или) льдом, упавшим с крыш зданий и сооружений	Снега и лед на крышах зданий в холодный период года	1. Своевременная очистка кровель от снега и наледи; 2. Выставление ограждений и наблюдающих при очистке снега и наледи с кровель.
Опасность воздействия открытого пламени	Аварийные ситуации: Пожар	1. Проведение обучения по вопросам пожарной безопасности; 2. Проведение инструктажей по пожарной безопасности; 3. Регулярное проведение противопожарных тренировок (1 раз в 6 месяцев); 4. Проведение технического обслуживания и проверки работоспособности систем противопожарной защиты на объектах ВДНХ; 5. Периодическая проверка исправности первичных средств пожаротушения, своевременная перезарядка и (или) замена.
Опасность воздействия повышенной температуры окружающей среды		
Опасность воздействия пониженной концентрации кислорода в воздухе		
Опасность воздействия огнетушащих веществ		
Опасность воздействия осколков частей разрушившихся зданий, сооружений, строений		
Получение работником травм (механических) в связи с недостаточной различимостью работника	Недостаточная видимость (различимость) работника для других лиц	1. Соблюдение требований охраны труда и применение СИЗ.
Повреждение здоровья работника вследствие контакта с водой и/или растворами нетоксичных веществ	Вода и растворы нетоксичных веществ	1. Соблюдение требований охраны труда и применение СИЗ.
Воздействие влажности в виде тумана, росы, атмосферных осадков, конденсата, струй и капель жидкости	Высокая влажность окружающей среды	1. Соблюдение требований охраны труда и применение СИЗ.

Опасность	Источник опасности	Меры управления риском
Ухудшения здоровья работника в результате воздействия общих производственных загрязнений	Производственные загрязнения	1. Соблюдение требований охраны труда и санитарно-гигиенических требований, применение СИЗ.
Образование токсичных паров при нагревании	Кровельная горелка	1. Организация системы местной вентиляции; 2. Использование средств индивидуальной защиты; 2. Снижение времени неблагоприятного воздействия факторов производственной среды и трудового процесса на работника; 3. Подбор и применение рабочего оборудования с целью снижения влияния факторов производственной среды и трудового процесса.
Порез частей тела	Ручной электроинструмент	1. Соблюдение требований охраны труда при работе с ручным слесарным и электроинструментом; 2. Проведение периодической проверки ручного электроинструмента и приспособлений; 3. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты.
	Ручной слесарный инструмент	
	Движущиеся режущие части механизмов, машин	
Отравление при вдыхании паров вредных, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ	Кровельная горелка	1. Соблюдение требований безопасности при строительстве, реконструкции и ремонте. 2. Организация первичного и периодического обучения работников безопасным методам и приемам выполнения работ, проведение соответствующих стажировок, инструктажей и проверок знаний по охране труда.
Падение работника с высоты при выполнении работ	Перепад высот	1. Соблюдение требований охраны труда и применение СИЗ 2. Организация первичного и периодического обучения работников безопасным методам и приемам выполнения работ, проведение соответствующих стажировок, инструктажей и проверок знаний по охране труда.
Травмирование в результате падения с высоты	Приставные лестницы, стремянки	1. Соблюдения требований по охране труда при работе на высоте; 2. Оборудование приставных лестниц и стремянок резиновыми башмаками, стабилизаторами и упорами; 3. Проведение осмотра приставных лестниц и стремянок перед применением; 4. Проведение испытаний приставных лестниц: - деревянных – 1 раз в 6 месяцев; - металлических – 1 раз в 12 месяцев.
	Ручной электроинструмент	

Опасность	Источник опасности	Меры управления риском
Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования	Технологическое оборудование	1. Проведение обучения по охране труда, включая проведение инструктажей и стажировки, в соответствии с локальными нормативными актами Предприятия; 2. Применение исправных электроинструментов, соответствующих требованиям безопасности; 3. Проведение периодической проверки оборудования; 4. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты.
	Движущиеся режущие части механизмов, машин	
Удар и/или порез работника отлетающими осколками оборудования, деталей, инструмента	Ручной электроинструмент	1. Проведение обучения по охране труда, включая проведение инструктажей и стажировки, в соответствии с локальными нормативными актами Предприятия; 2. Применение исправных электроинструментов, соответствующих требованиям безопасности; 3. Проведение периодической проверки оборудования; 4. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты.
	Движущиеся режущие части механизмов, машин	
Повреждение органов зрения работника вследствие повышенной яркости света	Сварочное оборудование	1. Проведение обучения по охране труда, включая проведение инструктажей и стажировки, в соответствии с локальными нормативными актами Предприятия; 2. Соблюдение режимов труда и отдыха; 3. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты.
Энергия открытого пламени, выплесков металлов, искр и брызг расплавленного металла и металлической окалины	Сварочное оборудование	1. Проведение обучения по охране труда, включая проведение инструктажей и стажировки, в соответствии с локальными нормативными актами Предприятия; 2. Использование защитных ограждений; 3. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты.
Химические реакции веществ, приводящие к пожару и взрыву	Сварочное оборудование	1. Проведение обучения по охране труда, включая проведение инструктажей и стажировки, в соответствии с локальными нормативными актами Предприятия; 2. Обеспечение эксплуатации электрифицированного оборудования в соответствии с требованиями инструкций заводов-изготовителей; 3. Проведение проверок исправности эксплуатируемого электрооборудования; 4. Проведение инструктажей по пожарной безопасности.
Отравление воздушными взвешиваемыми вредными химическими	Сварочное оборудование	1. Организация системы местной вентиляции; 2. Обеспечение эксплуатации электрифицированного оборудования в

Опасность	Источник опасности	Меры управления риском
веществ в воздухе рабочей зоны		соответствие с требованиями инструкций заводов-изготовителей; 3. Проведение проверок исправности эксплуатируемого 4. Проведение обучения по охране труда, включая проведение инструктажей и стажировки, в соответствии с локальными нормативными актами Предприятия 5. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты.

Заключение

В результате проведённого исследования были рассмотрены вопросы выявления опасностей и оценки профессиональных рисков работников подрядных организаций, осуществляющих деятельность на объектах выставочного комплекса ВДНХ.

Проведённая идентификация опасностей позволила установить основные источники риска, возникающие при выполнении монтажных, электромонтажных и погрузочно-разгрузочных работ. Оценка профессиональных рисков показала, что наиболее значимыми являются риски, связанные с эксплуатацией электрооборудования, выполнением работ на высоте и перемещением тяжёлых грузов.

На основе полученных результатов был разработан комплекс мероприятий, направленных на совершенствование системы управления охраной труда и снижение уровня профессиональных рисков работников подрядных организаций.

Практическая реализация предложенных мероприятий позволит повысить уровень производственной безопасности на объектах выставочного комплекса ВДНХ и снизить вероятность возникновения несчастных случаев.

Литература

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред.

действующая). – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=504709>.

2. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. Приказ от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении примерного положения о системе управления охраной труда». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/726784381> (дата обращения: 13.03.2026).

3. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. Приказ от 28.12.2021 № 926 «Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/728034689> (дата обращения: 13.03.2026).

4. ГОСТ 12.0.230-2007. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=432642>.

5. ГОСТ Р 12.0.010-2009. Система стандартов безопасности труда. Определение опасностей и оценка рисков. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=324682>.

6. ГОСТ Р 58771-2019. Менеджмент риска. Технологии оценки риска. – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=398736#h1061>.

DOBRYNIN Denis Andreevich

Master's Student, Moscow Polytechnic University, Russia, Moscow

ASSESSMENT OF PROFESSIONAL RISKS OF EMPLOYEES OF CONTRACTORS AT THE FACILITIES OF THE VDNH EXHIBITION COMPLEX

Abstract. *The article discusses the issues of identifying hazards and assessing the professional risks of employees of contractors operating at the facilities of the VDNH exhibition complex. The relevance of the study is due to the high intensity of installation, construction and maintenance work performed by contractors in conditions of mass human presence. The purpose of the study is to identify the hazards arising from the performance of work by contractors, as well as to assess occupational risks using the matrix method. As a result of the study, the main hazards characteristic of contractor employees were identified and measures were developed aimed at reducing occupational risks and improving the occupational safety management system.*

Keywords: *labor protection, occupational risk, contractors, risk management, hazard identification, exhibition complex.*

МАЙОРОВ Арсений Вячеславович

студент, Самарский государственный технологический университет, Россия, г. Самара

*Научный руководитель – доцент кафедры металловедения
Самарского государственного технического университета,
кандидат технических наук Морозова Елена Александровна*

**ЖАРОСТОЙКИЕ СТАЛИ И СПЛАВЫ, НАИБОЛЕЕ ШИРОКО
ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ**

Аннотация. Статья посвящена анализу жаростойких сталей и сплавов, применяемых в теплоэнергетике. Рассмотрена их классификация с учетом легирования.

Ключевые слова: жаростойкие стали и сплавы, ферритные хромистые и хромоалюминиевые, мартенситные хромокремнистые, аустенитные жаростойкие стали.

Жаростойкость (способность металлов и сплавов сопротивляться газовой коррозии при высоких температурах в течение длительного времени) во многом зависит от внешних и внутренних факторов – состояния поверхностного слоя, структуры металла или сплава, от чистоты механической обработки. Установлено, чем более тщательно подготовлена поверхность к работе при высоких температурах (например, не только шлифовка, но и полировка), тем более замедлен процесс окисления. Это связано с тем, что оксиды распределяются более равномерно и прочнее сцепляются с поверхностью металла.

Для повышения жаростойкости в качестве легирующих элементов рационально использовать хром, алюминий, кремний – раскислители, имеющие большее химическое сродство к кислороду, чем железо. Как результат при легировании вышеуказанными элементами на поверхности образуется очень прочная оксидная пленка сложного окисла железа, хрома, кремния и алюминия, защищающая поверхность металла от дальнейшего окисления. Следует учитывать, что защитные свойства таких пленок повышаются, если она не плотная и не пропускает ионы кислорода, но и не отслаивается при механическом воздействии.

Влияние некоторых легирующих элементов, которые наиболее часто используются в жаростойких сталях, более подробно изложено в учебном пособии [1].

Матюнин В. М. в учебном пособии по теплоэнергетике [2] выделяет 6 основных групп сталей по жаростойкости:

- нестойкие,
- мало стойкие,
- относительно стойкие,
- достаточно стойкие,
- стойкие,
- вполне стойкие.

Закономерно, что в теплоэнергетике в большинстве случаев применяются вполне стойкие и стойкие стали.

Основной путь повышения жаростойкости – изменение состава и строения защитной поверхностной окисной пленки. Проблема металловедов – сделать ее достаточно прочной и трудно проницаемой для ионизированных атомов кислорода и металла. Установлено, что при введении в состав стали таких элементов как хром, кремний и алюминий (обладающих большим сродством к кислороду, чем железо), на поверхности стальных изделий образуются плотные защитные пленки, состоящие из оксидов типа $(Cr, Fe)_2O_3$; $(Al, Fe)_2O_3$; $(Si, Fe)O_2$.

При рассмотрении различных групп жаростойких сталей следует учитывать, что все они практически легированы вышеуказанными элементами.

Однако, на практике в теплоэнергетике наиболее часто используют классификацию жаростойких сталей и сплавов, предложенную Матюниным В. М. в источнике [3]:

- Ферритные хромистые и хромоалюминиевые жаростойкие стали. Типичные представители 12Х17; 15Х25Т; 15Х18СЮ. Все они – однофазные сплавы, представляющие собой твердый раствор хрома и некоторых других элементов в $\alpha\text{-Fe}$, т. е. высоколегированный

феррит. Увеличение содержания хрома значительно повышает жаростойкость. Если изделие эксплуатируется при более высокой температуре, то сталь легируют большим количеством хрома. Это вызвано тем, что активность коррозии значительно повышается при увеличении температуры. Например, легирование стали хромом до 5% обеспечивает ее окалиностойкость при 650 – 700°C.

- Мартенситные хромокремнистые жаростойкие стали. Типичные представители 4X9C2; 40X10C2M; 30X13H7C2. Отличительная особенность сталей данной группы – хорошее сопротивление газовой коррозии в продуктах сгорания различных видов топлива и очень высокая износостойкость как при трении, так и при ударных нагрузках.

- Аустенитные жаростойкие стали. Типичные представители 12X18H10T; 09X14H16Б; 36X18H25C2. Характеристики жаростойкости данной группы сталей идентичны жаростойким высокохромистым ферритным сталям. Однако, эти стали отличают одновременно высокие жаростойкие и жаропрочные свойства за счет высокого содержания никеля. Основные недостатки аустенитных жаростойких сталей – высокая стоимость и незначительное сопротивление газовой коррозии в сернистых газах. Однако, эти стали имеют широкий диапазон использования в теплоэнергетике за счет уникальности свойств (несмотря на высокую

стоимость никеля, входящего в их состав): высокая жаростойкость, жаропрочность, хорошая технологичность, длительная эксплуатация при высоких температурах не вызывает охрупчивания. Улучшению эксплуатационных свойств способствует легирование титаном, ниобием (предотвращают развитие в стали межкристаллитной коррозии), кремнием (повышает жаропрочность в среде с повышенным содержанием серы).

- Жаростойкие сплавы. Типичные представители – сплавы на железоникелевой и никелевой основах ХН60Ю, ХН78Т. Сплавы данной группы сохраняют характеристики жаростойкости до 1050–1250°C. Уникальность свойств состоит в том, что они высоко сопротивляются газовой коррозии, хорошо прокаливаются, свариваются, штампуются, обладают сопротивлением термической усталости, весьма пластичны в горячем и холодном состояниях. Указанные свойства позволяют использовать жаростойкие сплавы для изготовления наиболее ответственных деталей газовых турбин, таких как камеры сгорания, жаровые трубы (рис.) газопроводных систем, работающие при температурах до 1250°C.

Более подробно режимы термической обработки и механические свойства жаростойких сталей и сплавов всех групп приведены в таблицах учебного пособия [2].

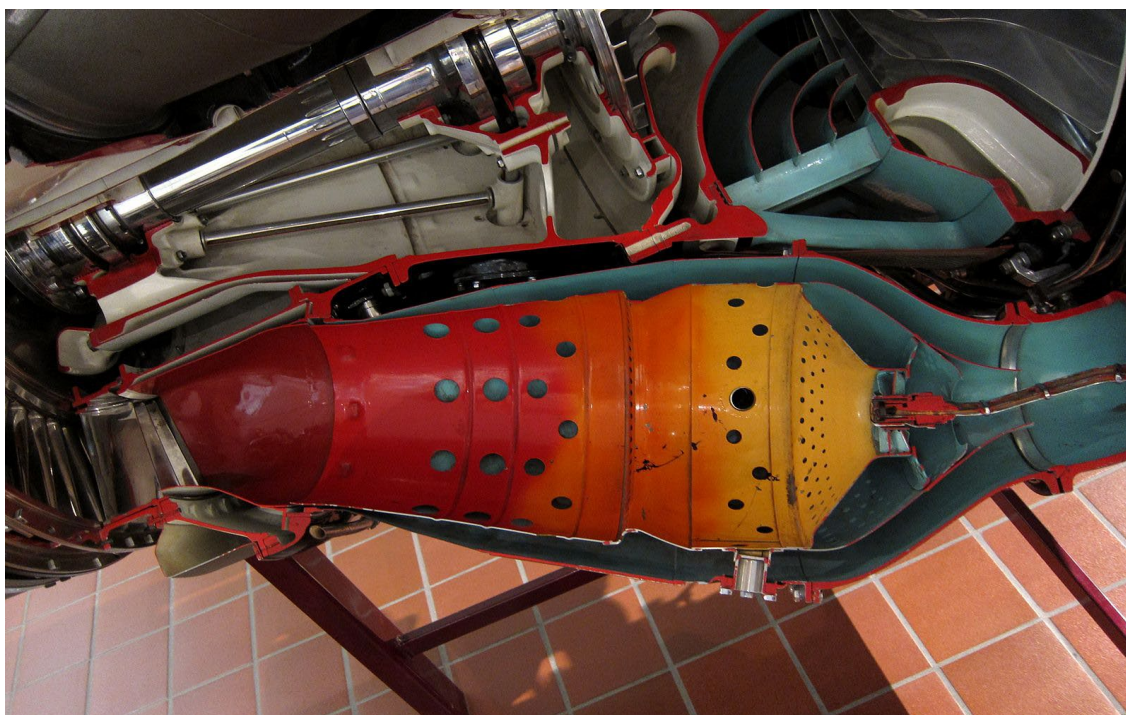


Рис. Разрез камеры сгорания и жарового газотурбинного двигателя

Таким образом, в работе рассмотрены основные жаростойкие стали и сплавы в теплоэнергетике и их классификация с учетом легирования.

Литература

1. Современные металлические материалы в ведущих отраслях хозяйственной деятельности: учебное пособие / Д.В. Закамов, Е.А. Морозова, В.С. Муратов. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2021. – 204 с.
2. Матюнин В.М. Металловедение в теплоэнергетике: учебное пособие для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2019. – ISBN 978–5–383–01272–7. – Тест: электронный // ЭБС «Консультант студента».
3. Матюнин В.М. Металловедение в теплоэнергетике: учебное пособие для вузов. – М.: Изд. дом МЭИ, 2008. – 328 с.

MAYOROV Arseniy Vyacheslavovich

Student, Samara State Technological University, Russia, Samara

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Metal Science
of Samara State Technical University, Candidate of Technical Sciences Morozova Elena Aleksandrovna*

HEAT-RESISTANT STEELS AND ALLOYS, MOST WIDELY USED IN THERMAL POWER ENGINEERING

Abstract. *The article is devoted to the analysis of heat-resistant steels and alloys used in thermal power engineering. Their classification is considered taking into account alloying.*

Keywords: *heat-resistant steels and alloys, ferritic chromium and chromium-aluminum, martensitic chromium-silicon, austenitic heat-resistant steels.*

МОРОЗОВА Елена Александровна

кандидат технических наук, доцент кафедры металловедения,
Самарский государственный технический университет,
Россия, г. Самара

АЛЕКСЕЕВ Святослав Максимович

студент,
Самарский государственный технический университет,
Россия, г. Самара

КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ СТАЛИ И СПЛАВЫ, НАИБОЛЕЕ ШИРОКО ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

Аннотация. Статья посвящена анализу коррозионностойких сталей, применяемых при изготовлении узлов машин и механизмов в теплоэнергетике. Рассмотрены виды коррозионных разрушений, разновидности процесса коррозии. Проанализированы хромистые и хромоникелевые коррозионностойкие стали.

Ключевые слова: теплоэнергетика, коррозионностойкие стали, виды коррозионных разрушений, хромистые коррозионностойкие стали, хромоникелевые коррозионностойкие стали.

Наибольший интерес в теплоэнергетике с учетом эксплуатационных условий, представляют металлы и сплавы, работающие при высоких температурах в агрессивных средах, так называемые коррозионностойкие стали.

Коррозионная стойкость – сопротивление разрушению металла в результате химического или электрохимического воздействия внешней среды. Коррозия возникает по причине окисления металла, за счет действия которого может произойти частичное или окончательное разрушение поверхностного слоя.

По механизму протекания процесса различают 2 вида коррозии:

- *химическую*, когда коррозия происходит в неэлектролитах и в сухой газовой среде
- *электрохимическую* – коррозия возникает при взаимодействии с жидким электролитом, влажным газом и сопровождается протеканием электрического тока. Протеканию электрохимической коррозии очень активно

способствуют влажная атмосфера, почва, вода, водные растворы солей, щелочей, кислот.

С учетом условий работы теплоэнергетического оборудования (температура эксплуатации превышает 550°C, возможная среда – кислородосодержащая газовая; воздух, при наличии углекислого газа; сухой водяной пар, чистый кислород) наиболее популярной и проблемной в котельном оборудовании является газовая коррозия.

Газовой коррозии подвергаются змеевики пароперегревателей со стороны топочных газов, подвески пароперегревателей и т. д.

Электрохимической коррозии подвержены трубки конденсаторов паровых турбин, экономайзерные и экранные трубы паровых котлов.

В зависимости от характера поражения поверхности в теплоэнергетике различают несколько разновидностей процесса коррозии (рис. 1).

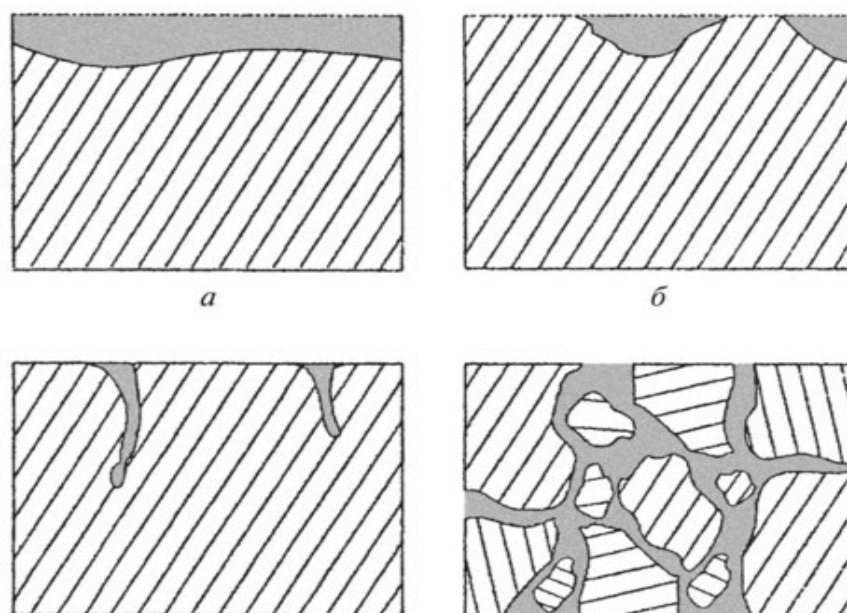


Рис. 1. Виды коррозионных разрушений: а – сплошная коррозия; б – коррозия пятнами; в – язвенная коррозия; г – межкристаллитная коррозия

Сплошная коррозия (рис. 1,а) – поверхность равномерно поражена. Процесс коррозии в таких случаях редко приводит к неожиданному разрушению, он хорошо заметен изначально.

Коррозия пятнами (рис. 1,б) – коррозия распространяется не равномерно по всей поверхности, а пятнами.

Язвенная коррозия (рис. 1,в) – процесс интенсивно развивается только в отдельных точках поверхности металла, где в последующем образуются язвы, которые могут привести к свищам.

Межкристаллитная коррозия (рис. 1,г) – разрушению подвергаются избирательно только границы зерен металла.

Критерий оценки коррозионной стойкости – уменьшение детали или размеров изделия, а также изменение физико-механических свойств металла.

Рассмотрим основные группы коррозионностойких сталей и сплавов

Коррозионностойкие (нержавеющие) стали – это стали, стойкие к электрохимической коррозии. Стойкость стали к коррозии может быть достигнута за счет внедрения элементов, образующих на поверхности плотные защитные пленки или за счет повышения ее электрорхимического потенциала (например, при легировании хромом в количестве 12–14%). Хромистые нержавеющие стали, содержащие более 12% Cr, стойки против газовой коррозии, но без дополнительного легирования обладают низкой прочностью при высоких температурах. Для улучшения эксплуатационных свойств в

коррозионностойкие стали кроме хрома вводят элементы, расширяющие область феррита: Al, Si, W, Mo, Nb, Ti, V или область аустенита: Ni, Mn, Co, Cu.

Коррозионностойкие стали как отмечают авторы [1, 2] делятся на две основные группы: хромистые и хромоникелевые.

Хромистые коррозионностойкие стали

В зависимости от основной структуры, получаемой при охлаждении на спокойном воздухе, хромистые стали делятся на три основные группы:

- ферритные;
- ферритно-мартенситные;
- мартенситные.

Хромистые стали ферритного класса. Типичные представители – 08X13; 12X17; 15X25T, из которых изготавливают теплообменное оборудование, длительно работающие при температурах до 450°C. При нагреве, например, выше 650°C зерна этих сталей значительно увеличиваются, наряду с этим ухудшается свариваемость и коррозионная стойкость сварных швов. Для измельчения зерна и повышения сопротивления межкристаллитной коррозии сталь легируют титаном (15X25T). При низком содержании углерода (08X13 и 12X17) стали весьма пластичны и хорошо обрабатываются давлением.

При увеличении содержания хрома (от 13 до 25%) коррозионная стойкость значительно повышается.

Хромистые стали ферритно-мартенситного класса. Типичные представители – 12X13;

20X13. Сталь 12X13 имеет высокие характеристики пластичности, с учетом невысокого содержания углерода хорошо сваривается и, в связи с этим, основная область применения – сварные конструкции. Сталь 20X13, в основном, используется для изготовления лопаток

паровых турбин (рис. 2), компрессоров. Стали ферритно-мартенситного класса с более высокими прочностными свойствами, по сравнению с ферритными сталями, также, в основном, применяются в оборудовании, работающем при температуре до 450°C.



Рис. 2. Лопатки газовых и паровых турбин

Хромистые стали мартенситного класса.

Типичные представители – 30X13; 40X13. Стали данной группы наделены характерными «плюсами» и «минусами». Основное достоинство в том, что после основной термической обработки (заковки при температуре 1000–1050°C и высокого отпуска) сталь сохраняет мартенситную структуру с высокой твердостью и коррозионной стойкостью. Один из главных недостатков – невысокая пластичность, подвергаются только горячей обработке давлением и показывают низкие технологические свойства при сварке, что подтверждается образованием трещин. Более широкое применение находит сталь 30X13 – для изготовления болтов, валов, шестерен, пружин и др. деталей, условия эксплуатации которых: высокие напряжения, коррозия, нагрев изделий до 450°C.

Хромоникелевые коррозионностойкие стали, в свою очередь, также классифицируются на основные группы:

- аустенитные;
- аустенитно-ферритные;
- аустенитно-мартенситные.

Хромоникелевые аустенитные стали. Типичные представители – 17X18H9; 08X18H10T; 12X18H9; 17X18H9. Высокое содержание хрома и, главным образом, никеля способствуют тому, что стали данной группы обладают высокой коррозионной стойкостью при повышенных температурах в окислительных средах. Высокая коррозионная стойкость в сочетании с механическими свойствами обусловлена тем,

что легирование аустенитообразующим элементом никелем в количестве больше 9-10% приводит к образованию аустенитной структуры после заковки. Наряду с этим эти стали хорошо свариваются, обрабатываются давлением, однако плохо обрабатываются резанием.

Необходимо учитывать и еще один недостаток некоторых марок, например, 12X18H9; 17X18H9 – это склонность к межкристаллитной коррозии. Эта опасность может возникать из-за уменьшения по границам зерен хрома, который выделяется в виде карбидов при нагреве закаленных сталей до рабочих температур порядка 400°C. В результате концентрация хрома от исходных 18% уменьшается до 11%, при которых не обеспечивается необходимая коррозионная стойкость.

На практике реализуются различные методы борьбы с межкристаллитной коррозией: легирование более активным, чем хром, карбидообразующим элементом – титаном, проведение заковки сталей при 1050–1100°C, что обеспечивает переход хрома в твердый раствор и применение стабилизирующего отжига при температуре порядка 850°C для выделения карбидов титана и сохранения хрома в твердом растворе.

Хромоникелевые аустенитно-ферритные стали. Типичные представители – 08X22H6T; 08X2H6M2T. Снижение никеля до 5,5–6,5% приводит к образованию аустенитно-ферритных сталей. После соответствующих режимов термической обработки (заковки в воде при нагреве до 1000–1050°C) стали этой группы

имеют структуру с равномерно распределенными зернами аустенита и феррита, при его концентрации 40–60%. Незначительные недостатки сталей этой группы (такие как нестабильность свойств при небольшом изменении химического состава в пределах одной марки стали и охрупчивание при нагреве) перекрываются основными достоинствами – высоким сопротивлением коррозии, более высоким пределом текучести, чем у аустенитных сталей, хорошей свариваемостью, способностью деформироваться в режиме сверхпластичности.

Однако, указанное нами охрупчивание при нагреве, которое возникает лишь при длительном нагреве выше 400°C, определило условия эксплуатации сварных соединений из хромоникелевых аустенитно-ферритных сталей – предельная рабочая температура при длительной эксплуатации не должна превышать рубеж в 400°C. Но, следует отметить, что кратковременные нагревы выше указанной температуры для данных сталей не опасны.

Хромоникелевые аустенитно-мартенситные стали. Типичные представители – 09X17H7Ю; 07X16H6; 08X16H9M2. Для того, чтобы обеспечить высокие механические и коррозионные свойства, эти стали обрабатывают по индивидуальному режиму: закалка при температуре 945°C, в результате которой

сталь приобретает аустенитную структуру с высокой пластичностью и способностью деформироваться, плюс обработка холодом при температуре –70°C, при которой около 80% аустенита переходит в мартенсит, плюс старение при температурах порядка 350–450°C, при котором происходит дополнительное упрочнение стали за счет выделения в мартенсите упрочняющих дисперсных фаз типа Ni_3Al .

Основные характерные свойства аустенитно-мартенситных сталей – более высокие прочностные свойства при температурах 450–480°C, чем у аустенитных сталей, хорошая свариваемость, но они несколько уступают последним по коррозионной стойкости.

Таким образом, в работе рассмотрены основные коррозионностойкие стали и сплавы в теплоэнергетике и их классификация с учетом легирования.

Литература

1. Современные металлические материалы в ведущих отраслях хозяйственной деятельности: учебное пособие / Д.В. Закамов, Е.А. Морозова, В.С. Муратов. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2021. – 204 с.
2. Матюнин В.М. Металловедение в теплоэнергетике: учебное пособие для вузов. – М.: Изд. дом МЭИ, 2008. – 328 с.

MOROZOVA Elena Alexandrovna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Metal Science,
Samara State Technical University, Russia, Samara

ALEKSEEV Svyatoslav Maksimovich

Student, Samara State Technical University, Russia, Samara

CORROSION-RESISTANT STEELS AND ALLOYS MOST WIDELY USED IN THERMAL POWER ENGINEERING

Abstract. The article is devoted to the analysis of corrosion-resistant steels used in the manufacture of components and mechanisms in thermal power engineering. The types of corrosion damage and varieties of corrosion processes are considered. Chromium and chromium-nickel corrosion-resistant steels are analyzed.

Keywords: thermal power engineering, corrosion-resistant steels, types of corrosion damage, chromium corrosion-resistant steels, chromium-nickel corrosion-resistant steels.

ОСИПОВ Данила Эдуардович

студент, Московский политехнический университет, Россия, г. Москва

АНАЛИЗ ПРИЧИН ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЕГО СНИЖЕНИЮ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Аннотация. Показатели производственного травматизма в сфере строительства демонстрируют устойчивую динамику к сокращению на протяжении последних лет. Цель данной статьи заключается в проведении анализа причин производственного травматизма, учитывая данные причины будут разработаны мероприятия по снижению травматизма в строительной сфере. Определенные причины производственного травматизма и разработанные мероприятия по его снижению позволят работникам строительной отрасли минимизировать риски.

Ключевые слова: производственный травматизм, строительная отрасль, охрана труда, несчастный случай, профессиональный риск.

Строительная отрасль традиционно относится к сферам с высоким уровнем профессиональных рисков. В России производственный травматизм в данной сфере сохраняет устойчиво неблагоприятную динамику, что подтверждается официальной статистикой. Проблема охраны труда строительных рабочих остаётся одной из ключевых – её решение требует системного подхода и практических мер по снижению травматизма на объектах.

Число сотрудников, занятых во вредных условиях, неуклонно возрастает, тогда как качество охраны труда остаётся на низком уровне. Следствием этого служит высокая частота производственного травматизма.

Согласно ст. 212 ТК РФ от 30.12.2001, охрана труда представляет собой комплекс мер, ориентированных на защиту здоровья и жизни персонала, снижение риска несчастных случаев и предупреждение патологий, обусловленных профессиональной деятельностью [1]. Работодатель несёт ответственность за создание безопасной рабочей среды.

Проблематика производственного травматизма остаётся предметом активных научных дискуссий. Большинство исследователей сходятся во мнении, что ключевым фактором возникновения несчастных случаев выступает человеческая ошибка и поведенческие паттерны работников. Вместе с тем часть учёных акцентирует внимание на психологических детерминантах травматизма, рассматривая их как самостоятельную группу причин [4, с. 142].

Падение с высоты остаётся одной из ведущих причин производственного травматизма в строительстве [2]. При этом ряд авторов указывает, что несчастные случаи носят мультифакторный характер и обусловлены совокупным взаимодействием условий труда на объекте [2]. Рабочая нагрузка и стресс существенно влияют на уровень безопасности персонала [2].

Переход к риск-ориентированному подходу в сфере охраны труда обозначился около 2021 года. Его практическим воплощением стали такие инструменты, как порядок обучения № 2464 и Единые типовые нормы.

Динамика производственного травматизма неоднозначна. Десятилетний срез демонстрирует устойчивое снижение показателей – особенно выраженное в 2015–2020 годах. Однако пятилетний период фиксирует обратную тенденцию: постепенный, но стабильный рост. Данные Росстата наглядно подтверждают эту закономерность [3].

Согласно данным за 2024 год, на российских предприятиях травмы получили около 4 тыс. работников, из которых 1,04 тыс. случаев завершились гибелью пострадавших. Несчастные случаи охватили порядка 10,644 организаций – это 6,6% от общего числа предприятий страны. Социальный фонд России фиксирует более широкую картину: 33,774 зарегистрированных инцидента, что превышает показатели 2023 года на 4% [3].

Таблица

Производственный травматизм по данным Росстата (без учета данных по Донецкой народной республике, Луганской народной республике, Херсонской и Запорожской областям) [3]

	2022	2023	2024
Численность пострадавших при несчастных случаях на производстве, тыс. человек			
всего	20,3	20,9	21,4
мужчины	14,4	14,9	15,4
женщины	5,9	5,9	6,1
из них со смертельным исходом			
всего	1,067	1,09	1,04
мужчины	1,00	1,03	0,97
женщины	0,068	0,057	0,069
Численность пострадавших при несчастных случаях на производстве на 1000 работающих соответствующего пола			
всего	1,0	1,0	1,0
мужчины	1,2	1,3	1,3
женщины	0,7	0,7	0,7
из них со смертельным исходом			
всего	0,053	0,053	0,050
мужчины	0,085	0,087	0,081
женщины	0,008	0,007	0,008
Израсходовано средств на мероприятия по охране труда в расчете на 1 работающего, рублей	21997,0	24 381,0	28 063,5

Структура основных причин производственного травматизма представлена на рисунке ниже.

- неудовлетворительная организация производства работ;
- нарушение работником трудового распорядка и дисциплины труда;
- нарушение правил дорожного движения;
- нарушение технологического процесса;

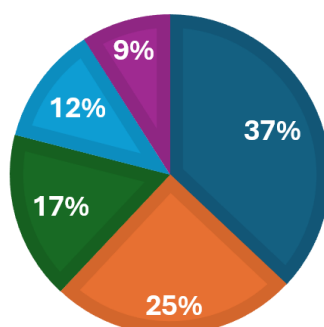


Рис. Структура основных причин производственного травматизма за 2024 г. [2]

Анализ данных, представленных на рисунке, позволяет установить, что среди всей совокупности факторов, обуславливающих возникновение несчастных случаев на строительных объектах, доминирующее положение,

занимает ненадлежащая организация производственного процесса. Указанный фактор представляет собой многокомпонентное явление, включающее целый ряд взаимосвязанных составляющих.

В частности, существенную роль играет систематическое пренебрежение работниками установленными требованиями к применению средств индивидуальной защиты непосредственно в ходе выполнения производственных операций. Наряду с этим, серьёзную проблему представляет отсутствие надлежащего медицинского контроля состояния здоровья сотрудников в период, непосредственно предшествующий началу рабочей смены. Немаловажным аспектом также выступает практика привлечения к выполнению специализированных видов работ персонала, не прошедшего соответствующей профессиональной подготовки по установленным программам обучения. Помимо перечисленного, необходимо отметить хроническую недостаточность резервного фонда средств индивидуальной защиты, что влечёт за собой их дефицит непосредственно при осуществлении работ на строительной площадке, а также отсутствие

Среди конкретных обстоятельств, непосредственно предшествующих производственному травматизму в строительной сфере, особого внимания заслуживает целый спектр факторов, которые принято рассматривать в качестве причин аварийных ситуаций. К числу таковых относятся: срыв работника с высоты, механическое воздействие различных объектов на человека, а также обрушение предметов и конструктивных элементов непосредственно на персонал строительных объектов.

Согласно аналитическим материалам Федеральной службы по труду и занятости, среди перечисленных факторов доминирующее положение занимают травмы, полученные вследствие падения с высоты [2]. Примечательно, что на протяжении трёх последовательных лет наблюдений данная категория стабильно составляла около одной трети от совокупного числа зафиксированных производственных повреждений, что свидетельствует об устойчивом и системном характере указанной проблемы.

Необходимо также принимать во внимание, что недостаточный надзор со стороны уполномоченных должностных лиц за ходом строительно-монтажных работ существенно усугубляет складывающуюся ситуацию. Проведённое исследование позволило установить, что каждый зафиксированный несчастный случай обусловлен совокупностью взаимосвязанных обстоятельств.

Каждый травматический инцидент на производстве, как правило, обусловлен совокупностью взаимосвязанных факторов, а не единственной детерминантой, что принципиально важно учитывать при проведении аналитической работы в данной области. Особого внимания заслуживает работа с первичными детерминантами: своевременное их выявление и оперативный контроль на ранних стадиях формирования опасной ситуации способны обеспечить значимое сокращение числа травматических случаев.

Принимая во внимание тот факт, что одним из ключевых факторов, обуславливающих возникновение несчастных случаев при производстве высотных работ, выступает ненадлежащая обеспеченность работников средствами индивидуальной защиты либо их нерациональное применение на практике, представляется возможным утверждать следующее: достижение устойчивой тенденции к сокращению случаев производственного травматизма в данной сфере требует комплексного подхода:

1. В частности, необходимо проводить систематическую и детальную работу по выявлению и изучению причинно-следственных связей травматизма непосредственно на конкретных строительных объектах.

2. Помимо этого, существенным направлением работы является планомерный пересмотр и актуализация внутрикорпоративных нормативных документов, регламентирующих порядок снабжения персонала современными и технологически усовершенствованными средствами индивидуальной защиты.

3. Создание безопасных условий труда (снижение опасных и вредных производственных факторов до нормативных величин).

4. Совершенствование методов организации труда (качественное обучение и аттестация работников, проведение инструктажей по охране труда).

Подводя итог проведённому исследованию, необходимо констатировать, что строительная сфера на протяжении многих лет устойчиво сохраняет статус одной из наиболее травмоопасных в отечественной экономике, о чём свидетельствует неизменно высокий уровень производственного травматизма. Таким образом, проведённый аналитический разбор эмпирических данных позволяет констатировать системный характер обозначенной проблемы, требующей углублённого рассмотрения составляющих её элементов.

Литература

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 29.12.2025, с изм. от 06.02.2026) // КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683.
2. Аналитический обзор производственного травматизма. URL: https://www.admsayansk.ru/pub/img/rubrics/2939/02-74-4297_25_15_10_2025_analiz_proizvodstvennogo_travmatizma_v_rossii.pdf.
3. Данные Росстата. Производственный травматизм. URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions?roistat_visit=788689.
4. Чипизубов Д.В. Анализ причин производственного травматизма в строительной отрасли России и разработка мероприятий по его снижению / Д.В. Чипизубов // Техносферная безопасность: материалы Девятой Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Омск, 25 апреля 2022 года. – С. 141-143.

OSIPOV Danila Eduardovich

Student, Moscow Polytechnic University, Russia, Moscow

ANALYSIS OF THE REASONS FOR WORKPLACE INJURIES AND DEVELOPMENT OF MEASURES TO REDUCE THEM IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Abstract. *The rates of occupational injuries in the construction industry have shown a steady downward trend over the past few years. The purpose of this article is to analyze the causes of occupational injuries and develop measures to reduce injuries in the construction industry. Identifying the causes of occupational injuries and developing measures to reduce them will help construction workers minimize their risks.*

Keywords: *industrial injuries, construction industry, occupational safety, accident, professional risk.*

ОСИПОВ Данила Эдуардович

студент, Московский политехнический университет, Россия, г. Москва

ПРИМЕНЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ (AR) И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ (VR) ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. Статья рассматривает эффективность применения технологий дополнительной и виртуальной реальности в процессе обучения коллектива охране труда в строительстве. Указаны преимущества данных технологий в части повышения эффективности освоения навыков в сфере охраны труда в строительстве. Приведены реальные примеры внедрения таких технологий на базе Быстринского ГОК, Лебединского ГОК, РЖД и других компаний.

Ключевые слова: дополнительная реальность, виртуальная реальность, РЖД, охрана труда, строительство.

Строительство является сферой высокого риска для здоровья рабочего состава. Связано это с тем, что рабочие ежедневно сталкиваются с опасными факторами: высотой, тяжелой техникой, нестабильными конструкциями, вредными веществами и непредсказуемыми погодными условиями, что приводит к травмам, профессиональным заболеваниям и летальным исходам. По данным статистики, в результате производственных травм в мире ежедневно погибает более 3,5 тысяч человек. Большая часть несчастных случаев связана именно с нарушением техники безопасности на рабочем месте.

Охрана труда в строительстве является важной частью обеспечения безопасности рабочего процесса и здоровья трудового коллектива. От организации мероприятий по охране труда зачастую зависит не только здоровье, но и жизнь работников на объектах строительства. Именно поэтому вопросу охраны труда в современное время уделяется немаловажное значение, а его актуальность обусловлена растущим спросом на внедрение цифровых технологий во все производственные процессы строительной отрасли.

Сфера охраны труда не могла не стать объектом цифровизации и интеграции цифровых решений. Одно из направлений данного процесса – внедрение технологий в обучение по охране труда для повышения эффективности процесса получения навыков. Новые технологии создают новый опыт и предлагают иной взгляд на решение казалось бы логичных и понятных вещей: обучение коллектива навыкам и

знаниям в сфере охраны труда отходит от традиционных форматов. Именно цифровые решения позволяют моделировать реальные опасности в безопасной среде, обеспечивать персонализацию обучения, отслеживать прогресс в реальном времени и снижать затраты на очные тренинги.

Технологии дополнительной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR) уже заслуженно зарекомендовали себя как эффективные инструменты тестирования высокорисковых ситуаций и отработки ситуаций производственного характера. Данные технологии выступают своего рода полигоном для тестирования и проверки подготовки персонала в разных ситуациях: от падения с высоты и обрушения конструкций до работы с опасным оборудованием или эвакуации при пожаре. Например, в VR-симуляторе рабочий может «прожить» сценарий обвала крана, отработать эвакуацию и получить мгновенную обратную связь, без риска для жизни.

Специфика таких технологий как AR и VR базируется на их иммерсивности и интерактивности: AR накладывает цифровые подсказки на реальный объект через смартфон или очки (например, визуализация зон риска на стройплощадке), а VR полностью погружает в виртуальный мир, где пользователь взаимодействует с 3D-моделями.

Виртуальная реальность (virtual reality, VR) – совокупность программно-аппаратных средств, которые позволяют воспроизводить искусственный мир и транслируют его в сознание пользователя посредством воздействия на

органы чувств (зрение, слух, тактильные ощущения, положение в пространстве и т. д.) [1, с. 5-10].

Полное погружение в виртуальную реальность обеспечивают специальные устройства. Для передачи зрительной информации применяются шлемы, очки, комнаты виртуальной реальности (CAVE). Многоканальная акустическая система позволяет пользователю ориентироваться на слух в пространстве. Имитация тактильных ощущений используется в устройствах с обратной связью. Взаимодействие с объектами виртуальной реальности обеспечивают манипуляторы, специальные перчатки и костюмы, которые также можно использовать для передачи тактильных и температурных ощущений. Камеры отслеживают как положение отдельных частей тела (конечности, голова, глаза), так и все вместе в совокупности (походка, анимация движения по контрольным точкам) [1, с. 5-10].

Для охраны труда это открывает уникальные возможности. Сотрудника можно поместить в ситуацию, которую невозможно безопасно создать в реальности: пожар на производстве, обрушение конструкций, работа на высоте с риском срыва, утечка химических веществ. И все это – без малейшей угрозы для жизни и здоровья. Такой подход позволяет не просто выучить правила, а сформировать устойчивые навыки поведения в стрессовых ситуациях.

Дополненная реальность (AR), в свою очередь, накладывает виртуальные элементы на реальный мир, сохраняя взаимодействие с окружающей средой. AR использует мобильные устройства или специальные очки (например, Microsoft HoloLens), чтобы добавить визуальные или информационные слои в реальное время [3]. Технология AR позволяет: визуализировать сложные конструкции и схемы прямо на рабочем месте; обозначать опасные зоны виртуальными метками; накладывать инструкции по сборке или ремонту на реальный инструмент; показывать маршруты эвакуации в реальном времени.

Российские компании активно внедряют эти решения. Металлоинвест, Норникель, Уральская Сталь используют VR-тренажеры для обучения стропальщиков, слесарей, машинистов. Так, на Лебединском ГОКе для рабочего коллектива создан специальный обучающий курс с VR.

Учебный курс занимает четыре дня. В первые три дня сотрудники Лебединского ГОКа изучают теорию – федеральные нормы и правила безопасности на производственных объектах, где используют подъёмные сооружения, их виды и устройство, правила охраны труда при погрузочно-разгрузочных работах. Смотрят обучающие фильмы, разбирают реальные случаи. Четвёртый день – практика с VR-очками. Учатся представители различных подразделений и профессий, которые в своей работе сталкиваются с необходимостью перемещать тяжёлые детали.

Практикум – программа, похожая на компьютерную игру. Сотрудник надевает VR-очки и будто попадает в неё. Перед глазами – виртуальный цех. Но он во многом напоминает настоящий: звуками, обстановкой, оборудованием. Программа имитирует процесс погрузочно-разгрузочных работ: герою игры нужно выбрать правильный строп, закрепить его на детали и переместить её в нужное место, подавая точные сигналы виртуальному машинисту крана. Заключительный этап – уложить на подставку с помощью багра и отцепить. После четырёхдневного тренинга сотрудники Лебединского ГОКа выходят на практику в реальные цеха и в течение месяца применяют знания на рабочих местах. Завершают цикл экзамен и получение удостоверения стропальщика [4].

Быстринский ГОК (входит в состав ГМК «Норникель») интегрирует в программу производственной подготовки персонала инновационные решения на основе виртуальной реальности. Техническая инфраструктура развернута на базе трех мобильных комплексов, включающих шлемы виртуальной реальности, сенсорные контроллеры и систему трекинга. Платформа генерирует интерактивные симуляции производственных зон с физически точным поведением объектов. Внедрение новых форматов обучения соответствует стратегии технологического развития предприятия, позволяя одновременно повышать качество профессиональной подготовки и снижать показатели производственного травматизма за счет отработки навыков в контролируемой виртуальной среде [2].

VR и AR сегодня активно используются на железной дороге (РЖД). В ОАО «РЖД» видят потенциал использования VR-технологий в процессе обучения работников правильной технике выполнения операций и требованиям охраны труда. Главными причинами

получения травм железнодорожников на данный момент остаются неудовлетворительная организация работ, отсутствие контроля за выполнением технологии, а также несоблюдение трудовой и производственной дисциплины. Большинство случаев с тяжёлым и летальным исходом объясняется человеческим фактором, побороть который в компании рассчитывают за счёт совершенствования системы обучения работников.

В ЦБТ планируют реализовать несколько программ VR-тренингов. Так, с помощью данного тренажёра можно будет отработать технологию установки и снятия заземляющих штанг при работах со снятием напряжения на контактной сети переменного тока, отточить практические навыки по подготовке места работы на контактной сети и применению защитного костюма от воздействия наведённого напряжения – экранирующего комплекта ЭП-4(0). Также будут доступны ситуационные игры по выполнению типовых технологических операций [6].

В строительстве AR-решения уже сейчас позволяют накладывать виртуальные метки на реальные объекты, обозначая опасные зоны и напоминая о правилах безопасности прямо на рабочем месте [7]. Кроме того, AR может использоваться для обучения персонала. Виртуальные симуляторы и интерактивные руководства помогают рабочим осваивать новые навыки и повторять инструкции в безопасной обстановке. Это особенно полезно при работе с новыми технологиями и оборудованием.

Использование технологии AR на стройках может значительно снизить количество несчастных случаев и повысить эффективность работы. Внедрение новых технологий в строительную отрасль – это шаг к более безопасному и современному будущему.

Таким образом, внедрение технологий виртуальной и дополненной реальности в охрану труда открывает новые перспективы и возможности для повышения безопасности на рабочих местах. VR и AR обучение позволяет максимально эффективно готовить сотрудников, снижать риски и повышать уровень знаний, что в конечном итоге приводит к сокращению числа несчастных случаев и улучшению условий труда. Тем не менее для реализации этих целей необходимо преодолеть определенные барьеры, такие как обеспечение доступности

технологий, создание качественных обучающих программ и учет особенностей различных отраслей. Исходя из всех этих факторов можно с уверенностью сказать, что виртуальная и дополненная реальность с точки зрения технологических преимуществ имеют все шансы занять достойное место в стандартах охраны труда нового поколения. Безопасность – это не только обязательство, но и искусство, в котором цифровые решения могут изменить правила игры.

Литература

1. Андрушко Д.Ю. Применение технологий виртуальной и дополненной реальности в образовательном процессе: проблемы и перспективы // Научное обозрение. Педагогические науки. 2018. № 6. С. 5-10.
2. Быстринский ГОК внедряет VR-технологии для обучения промбезопасности. URL: <https://www.vnedra.ru/novosti/bystrinskij-gok-vnedryaet-vr-tehnologii-dlya-obucheniya-prombezopasnosti-28727/> (дата обращения: 04.04.2026).
3. Катруха С.А. Практическое применение технологий VR и AR в обучении по охране труда: что нужно знать. URL: <https://ot-media.ru/pro/prakticheskoe-primenenie-tekhnologiy-vr-i-ar-v-obuchenii-po-okhrane-truda-chto-nuzhno-znat> (дата обращения: 04.04.2026).
4. Квест для стропальщика: как VR-очки помогают осваивать новую профессию. URL: https://up-pro.ru/library/personnel_management/personnel_training/kvest-dlya-stropalschika/#comments (дата обращения: 04.04.2026).
5. Корчик С.А., Молош Т.В., Хамутовский С.Ю., Усик Н.М., Применение виртуальной и дополненной реальности в охране труда. Главный агроном. 2025. – Вып. 10. – С. 52-56.
6. Симулятор действительности. Официальный сайт Министерства транспорта Российской Федерации. URL: <https://miit.ru/news/168528> (дата обращения: 04.04.2026).
7. Суровегин А.В., Кузнецов И.А. Использование AR-решений для обеспечения безопасности на строительных объектах. URL: <https://portal.edufire37.ru/articles/927> (дата обращения: 04.04.2026).

OSIPOV Danila Eduardovich

Student, Moscow Polytechnic University, Russia, Moscow

APPLICATION OF AUGMENTED REALITY (AR) AND VIRTUAL REALITY (VR) FOR OCCUPATIONAL SAFETY TRAINING IN CONSTRUCTION

Abstract. *This article examines the effectiveness of using augmented and virtual reality technologies in occupational safety training for construction workers. The advantages of these technologies in improving the effectiveness of occupational safety skills development in construction are highlighted. Real-life examples of the implementation of these technologies at Bystrinsky Mining and Processing Plant, Lebedinsky Mining and Processing Plant, Russian Railways, and other companies are provided.*

Keywords: *augmented reality, virtual reality, Russian Railways, occupational safety, construction.*

ПЕРЕСКОКОВА Екатерина Сергеевна
студентка,
Московский политехнический университет,
Россия, г. Москва

ПРОАКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ: ОТ КОНТРОЛЯ К КУЛЬТУРЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. Цель исследования – разработка интегральной модели управления профессиональными рисками на объектах теплоэнергетики, сочетающей риск-ориентированный подход, поведенческий аудит и цифровой мониторинг. Эмпирическую базу составили данные Ростехнадзора и отраслевая отчетность за 2019–2024 гг. Предложена трехуровневая модель: технический контроль, поведенческие интервенции и трансформация культуры безопасности.

Ключевые слова: проактивное управление рисками, поведенческий аудит безопасности, теплоэнергетика, культура безопасности, производственный травматизм.

Введение

В последние годы на поднадзорных Ростехнадзору объектах энергетики наблюдается устойчивая тенденция к снижению общего уровня производственного травматизма. Однако проблема травматизма со смертельным исходом продолжает сохранять свою актуальность. Наличие летальных случаев свидетельствует о недостаточной эффективности применяемых мер безопасности, процедур контроля и существующих механизмов управления профессиональными рисками. В этой связи особую значимость приобретает задача перехода от эмпирической фиксации фактов травматизма к разработке теоретически обоснованных и практически значимых решений, направленных на выявление и устранение глубинных причин происшествий. Необходимость совершенствования подходов к обеспечению безопасности труда на объектах теплоэнергетики определяет актуальность настоящего исследования.

Теоретический обзор

Объекты теплоэнергетики (ТЭЦ, котельные, тепловые сети) в соответствии с Федеральным законом № 116-ФЗ относятся к категории опасных производственных объектов. Специфика их функционирования связана с эксплуатацией

оборудования, работающего под высоким давлением, при экстремальных температурах, а также с использованием горючих веществ. Данные обстоятельства обуславливают наличие широкого спектра опасных и вредных производственных факторов, требующих системного управления.

В последние годы на поднадзорных Ростехнадзору объектах энергетики наблюдается тенденция к снижению общего уровня травматизма (рис. 1) [1]. Однако проблема несчастных случаев со смертельным исходом сохраняет свою актуальность, что свидетельствует о недостаточной эффективности существующих мер безопасности и процедур контроля. Данное обстоятельство актуализирует необходимость пересмотра традиционных подходов к охране труда.

Рисунок 1 демонстрирует динамику смертельных несчастных случаев за период с 2020 по 2024 годы. За последние 5 лет зафиксирована сниженная тенденция в количестве смертельных происшествий на энергоустановках под контролем Ростехнадзора. В 2024 году произошло 27 несчастных случаев со смертельным исходом, что на 38,6% ниже, чем за аналогичный период 2023 года.

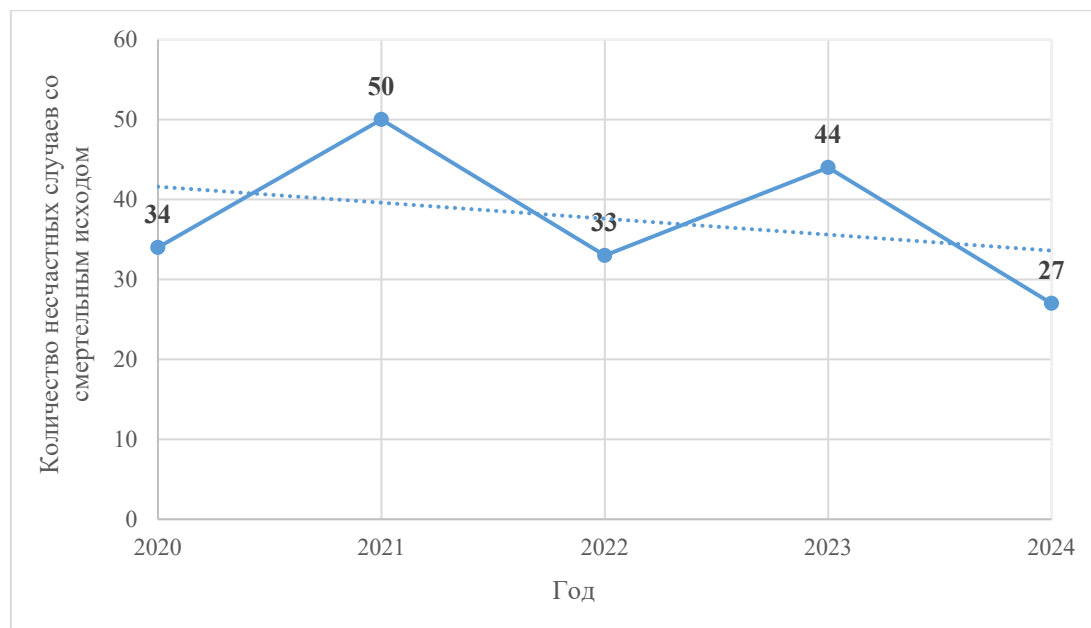


Рис. 1. Динамика травматизма со смертельным исходом за 2020–2024 гг.

В теоретическом плане управление безопасностью труда в теплоэнергетике эволюционирует от реактивной модели (реагирование на происшествия) к проактивной, основанной на управлении профессиональными рисками [2]. Ключевыми элементами современной системы управления безопасностью признаются:

1. Риск-ориентированный подход, предполагающий идентификацию опасностей, оценку величины риска и разработку мер по его снижению.

2. Учет человеческого фактора, поскольку ошибки персонала, обусловленные недостаточной квалификацией, психофизиологическими перегрузками или низкой мотивацией, остаются одной из главных причин инцидентов. Исследования Мелешенко и др. (2022) подчеркивают, что традиционные методы оценки рисков зачастую не учитывают такие элементы, как качество оформления нарядов-допусков, что требует совершенствования документального обеспечения безопасности.

3. Формирование культуры безопасности, рассматриваемой как совокупность ценностей и убеждений персонала, определяющих его ответственное отношение к вопросам безопасности.

Практика функционирования современных предприятий свидетельствует о том, что

наличия формально выстроенной системы управления охраной труда недостаточно для обеспечения должного уровня безопасности – необходимым связующим элементом выступает культура безопасности [3, с. 12–20]. Данная категория отражает не просто совокупность установленных требований, но и степень их фактического выполнения, отношение персонала к вопросам безопасности, готовность выходить за рамки предписаний и инициировать улучшения. Формирование культуры безопасности предполагает принципиальный сдвиг в подходах к контролю – переход от традиционной инспекционной модели к поведенческим аудитам безопасности [4, с. 235–238].

Поведенческий (лидерский) аудит безопасности (ПАБ) представляет собой адаптацию зарубежной концепции Behavior Based Safety (BBS) – «безопасность, основанная на поведении», и направлен на снижение уровня происшествий и травматизма путем минимизации рисков, обусловленных опасными действиями работников, где ключевым объектом внимания выступает именно поведение персонала [5, с. 121–124]. В научной литературе ПАБ рассматривается как основной механизм повышения уровня культуры безопасности.

Блок-схема порядка проведения ПАБ приведена на рисунке 2 [6].

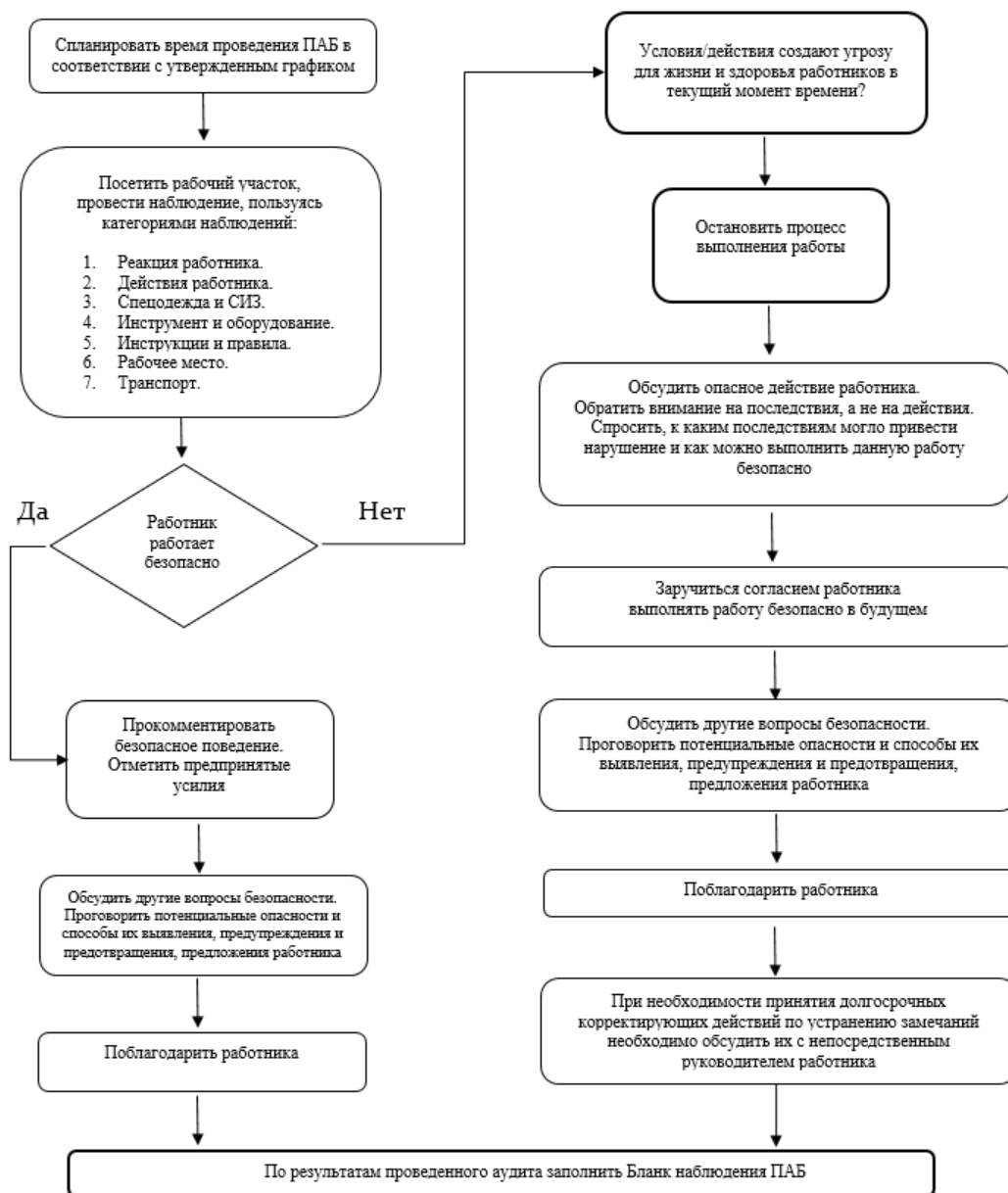


Рис. 2. Блок-схема проведения ПАБ

Поведенческие аудиты безопасности проводятся на систематической основе, и при выявлении опасного действия аудитор инициирует обсуждение с работником, причем ключевая задача состоит в том, чтобы подвести сотрудника к самостоятельному осознанию возможных последствий своих действий и формулированию корректирующих мер. Принципиальное преимущество ПАБ перед инспекционными проверками заключается в направленности на трансформацию устоявшихся моделей поведения, которые воспроизводят опасные действия, тогда как диалоговый формат взаимодействия способствует формированию у работника внутренней мотивации к безопасному труду и пересмотру собственных подходов к производственной безопасности [7, с. 134-138].

Для обеспечения результативности поведенческих аудитов безопасности руководству

организаций рекомендуется реализовать комплекс мероприятий: создать коммуникационные каналы, ориентированные на формирование безопасного поведения (регулярные беседы, собрания, коллективные обсуждения, направленные на пропаганду безопасных практик); обеспечить визуализацию приверженности безопасности через мотивационные и обучающие видеоматериалы, печатную и графическую продукцию; практиковать регулярные посещения руководителями производственных участков, интегрируя тематику безопасности в повседневные коммуникации; реализовывать принцип активного слушания, предоставляя работникам возможность участия в мероприятиях по безопасности; проводить инструктажи на рабочих местах в формате двусторонней обратной связи, обеспечивающей диалоговый характер взаимодействия.

Заключение

Доказано, что формальной системы охраны труда недостаточно – ключевым элементом выступает культура безопасности, реализуемая через поведенческие аудиты (ПАБ) вместо традиционных проверок. Для оценки рисков рекомендован метод Файна-Кинни.

Совершенствование механизмов охраны труда должно включать риск-ориентированный подход, поведенческий контроль, формирование культуры безопасности и адресную профилактику, что позволит снизить травматизм в отрасли.

Литература

1. Анализ травматизма с летальным исходом на поднадзорных Ростехнадзору энергетических объектах за период 2020–2024 год и формирование рекомендаций по его снижению. – URL: http://szap.gosnadzor.ru/activity/energonadzor/n_esc_sluch/ (дата обращения: 13.05.2026).
2. Производственный риск. Прогнозная оценка профессиональных рисков: методические указания к практическим занятиям для обучающихся по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность, профиль подготовки «Инженерная защита окружающей среды», очной и очно-заочной форм обучения / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет, Кафедра теплоэнергетики и экологии; сост. Л.П. Башенко. – Новокузнецк: Издательский центр СибГИУ, 2025. – URL: <http://library.sibsiu.ru> (дата обращения: 13.05.2026).
3. Донцов С.А. Культура безопасности персонала как элемент совершенствования системы управления охраной труда // Проблемы безопасности Российского общества. 2019. № 1. С. 12–20.
4. Евсейкина М.Г., Громова О.Б. Роль поведенческого аудита в системе управления охраной труда: сборник трудов. Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения // Труды Российской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Новокузнецк. 2022. С. 235–238.
5. Хайруллина Л.И., Чижова М.А. Системные действия в управлении охраной труда: поведенческий аудит и его практическая реализация // Вестник технологического университета. 2017. Т. 20. № 11. С. 121–124.
6. Газпром Р. 18000.3-009-2019 // Единая система управления производственной безопасностью. Поведенческий аудит. Правила проведения.
7. Фомина Е.Е., Глебова Е.В. Практика компаний топливно-энергетического комплекса в вопросах совершенствования системы управления охраной труда // Сборник материалов конференции «Безопасные условия образовательной деятельности и охрана труда в подведомственных Минобрнауки России организациях (Москва, 17–18 сентября 2020 г.). М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2020. С. 134–138.
8. Усикова О.В., Петрова Н.В., Дементьев К.Д. Культура безопасности труда: факторы сдерживания и развития // Экономика труда. – 2024. – Т. 11. – № 11. – С. 1967–1984.

PERESKOKOVA Ekaterina Sergeevna

Student, Moscow Polytechnic University, Russia, Moscow

PROACTIVE MANAGEMENT OF PROFESSIONAL RISKS IN THE THERMAL POWER INDUSTRY: FROM CONTROL TO SAFETY CULTURE

Abstract. The purpose of the research is to develop an integrated professional risk management model at thermal power facilities, combining a risk-based approach, behavioral audit and digital monitoring. The empirical base was made up of Rostekhnadzor data and industry statistics for 2019–2024. A three-level model is proposed: technical control, behavioral interventions and the transformation of safety culture.

Keywords: proactive risk management, behavioral safety audit, heat and energy, safety culture, occupational injuries.

САЛАМАТИНА Ирина Вячеславовна

студентка, Московский политехнический университет, Россия, г. Москва

ПРОАКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНОЙ ТРУДА: ОТ ФОРМАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ РИСКОВ К КУЛЬТУРЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. Статья посвящена анализу низкой эффективности традиционных корпоративных систем управления охраной труда и техникой безопасности на российских предприятиях. Автор обосновывает необходимость перехода от формальной процедуры заполнения журналов к проактивной модели управления, основанной на идентификации опасностей и внедрении культуры безопасности.

Ключевые слова: охрана труда и здоровья, проактивное управление, оценка риска, культура безопасности, выявление опасностей, человеческий фактор.

Даже при ограниченных ужесточенных правовых требованиях и увеличении количества проверок, уровень производственного травматизма на ряде предприятий остается стабильно высоким. Работодатели проводят специальную оценку условий труда (СОУТ) и оценку профессиональных рисков «для вида», а полученные данные не влияют на фактическую безопасность [2, с. 45-51]. Настоящая статья призвана показать, как уже в первый год можно добиться снижения травматизма на 30–40% за счет системного, упреждающего подхода и анализа реальных (а не гипотетических) опасностей, улучшив организацию системы управления охраной труда и производственной безопасностью (СУОТ). Существует практика, когда современное управление рисками в организации зачастую сводится к «отчетной деятельности» по рискам. В основном, это проявляется в:

- Наличии старых, скопированных с других предприятий списках опасностей.
- Отсутствии привязки оценки рисков к конкретным рабочим местам и выполняемым операциям.
- Не учете «нестандартных» ситуаций (аварийных режимах, совмещении профессий...).

Как говорится, «в ходе анализа выявлен ряд замечаний, в том числе отсутствие идентификации опасностей, оценки рисков, мер управления профессиональными рисками на предприятиях» [2, с. 45-51]. В итоге Система управления охраной труда (СУОТ) работает как пассивный фильтр, а не как инструмент предиктивной аналитики. В отличие от реактивного подхода, где события приводят к реакции организации (реагирование на уже произошедший

несчастный случай), проактивное управление подразумевает:

- Регулярный пересмотр карт рисков (не раз в год, а при изменении технологии, оборудования или состава работников).
- Вовлечение рядовых сотрудников в идентификацию опасностей (метод «360 градусов»).
- Использование цифровых инструментов (мобильные приложения для фотофиксации нарушений, чек-листы в онлайн-режиме).

Идея «опасность как динамическая ситуация» лежит в основе проактивного подхода. Например, высокая температура на рабочем месте (оцененный риск) и внезапный разрыв трубопровода пара (неоцененный риск) требуют разных подходов к управлению. Вовлеченный на всех этапах и уровнях человеческий фактор, залог успеха любой системы. На практике помогает так называемый поведенческий аудит безопасности (ПАБ). Его внедрение дает возможность перенести оценку рисков с бумажных отчетов прямо в наблюдение за работой, разговоры с сотрудниками и их корректировку до того, как случится аварийная ситуация [5, с. 34-38].

Основываясь на лучших практиках, для перехода к проактивной модели управления охраной труда необходимо:

- Пересмотреть подход к оценке рисков.
- Применять несколько методов одновременно: для новых видов деятельности, «Что будет, если?» и для рутинных процессов, матричный анализ.
- Ввести ежемесячную «Неделю безопасности» с разбором конкретных опасностей, обнаруженных сотрудниками за прошедший месяц.

- Оцифровать процесс выявления опасностей (например, через QR-код на рабочем месте, который ведет на анкету по вопросу безопасности).

- Поставить KPI линейным руководителям не по количеству проведенных инструктажей, а по количеству устраненных опасностей (снизить риски до приемлемого уровня).

Развитие системы управления охраной труда в наши дни, во многом, базируется на избавлении от формализма в подходах к ней. Ключевой вывод нашего исследования: эффективная система управления охраной труда, это не просто набор нормативных документов, а постоянный цикл идентификации, оценки и минимизации рисков, в котором участвуют все сотрудники организации. Предложенные меры дают возможность не только уменьшить вероятность получения травм, но и создать прочную культуру безопасности как уникальный фактор конкурентоспособности предприятия.

Литература

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 28.06.2021).
2. Горина Л.Н. Совершенствование системы управления охраной труда на предприятии / Л.Н. Горина, М.И. Фесина // Вестник Тольяттинского государственного университета., 2020., № 2, С. 45-51.
3. ГОСТ Р 12.0.007-2009. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Система управления охраной труда в организации. Общие требования., Введ. 2011-01-01., М.: Стандартинформ, 2010., 20 с.
4. Фаустова Н.В. Риск-ориентированный подход в системе управления охраной труда / Н.В. Фаустова // Безопасность и охрана труда., 2021., № 3, С. 28-32.
5. Розенсон И.А. Поведенческий аудит безопасности как инструмент снижения травматизма / И.А. Розенсон // Директор по безопасности., 2019., № 5 (50), С. 34-38.

SALAMATINA Irina Vyacheslavovna

Student, Moscow Polytechnic University, Russia, Moscow

PROACTIVE OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT: FROM FORMAL RISK ASSESSMENT TO SAFETY CULTURE

Abstract. *The article is devoted to the analysis of the low efficiency of traditional corporate occupational health and safety management systems at Russian enterprises. The author justifies the need to move from a formal journal filling procedure to a proactive management model based on hazard identification and the introduction of a safety culture.*

Keywords: *occupational safety and health, proactive management, risk assessment, culture of safety, identification of hazards, human factor.*

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



10.51635/AI-21-307_KDBm2

RAMAZANOV Samad Zaur

Master's Student, Azerbaijan State University of Economics, Azerbaijan, Baku

*Scientific Advisor – Associate Professor of Azerbaijan State University of Economics,
Candidate of Physico-Mathematical Sciences Abbasova Khatira Eldar*

OPTIMIZING AIRPORT GATE ASSIGNMENT USING GENETIC ALGORITHMS

Abstract. *The main objective of this study is to develop a multi-objective optimization model for the Airport Gate Assignment Problem that balances the operational efficiency of the terminal with the transit convenience of passengers. To solve this non-deterministic polynomial-time hard problem, a genetic algorithm was implemented using a custom fitness function that penalizes both aircraft waiting times and long walking distances for transferring individuals. The simulation results demonstrate that the proposed algorithm reduces total passenger transit time by up to twenty percent compared to traditional greedy assignment methods, providing a scalable decision-support tool for airport operators to enhance service quality.*

Keywords: *Airport Gate Assignment Problem, genetic algorithm, multi-objective optimization, passenger transit time, operational efficiency, heuristic algorithms.*

Introduction

The rapid growth of global air traffic has placed unprecedented pressure on airport infrastructure, making the efficient utilization of existing resources a critical priority for aviation management. One of the most complex operational challenges in this domain is the Airport Gate Assignment Problem (AGAP). The primary objective of AGAP is to allocate a set of scheduled flights to available terminal gates in a way that minimizes operational delays and maximizes passenger satisfaction. Historically, airport operators have prioritized operational metrics, such as minimizing aircraft towing time and avoiding gate conflicts, often neglecting the passenger experience. However, with the increasing volume of connecting flights, the walking distance for transit passengers has become a crucial factor in determining the overall quality of airport services.

From a theoretical perspective, AGAP is classified as a non-deterministic polynomial-time hard (NP-hard) combinatorial optimization problem. As the number of flights and available gates increases, the solution space expands exponentially, making

it computationally impossible to find an absolute optimal assignment using exact mathematical methods within a reasonable timeframe [1, p. 12]. Traditional deterministic approaches, such as greedy algorithms or first-come-first-served heuristics, often result in suboptimal resource allocation, leading to congested terminal corridors and delayed departures due to late passengers [2, p. 45].

To address these limitations, modern research has shifted towards metaheuristic approaches capable of finding near-optimal solutions in complex, multi-objective environments. The present study addresses the existing gap in AGAP optimization by proposing a multi-objective framework that equally weighs operational efficiency and passenger transit time. The problem is formulated and solved using a Genetic Algorithm (GA), a robust evolutionary computation technique inspired by the principles of natural selection. By designing a custom chromosome representation and a dual-penalty fitness function, this research aims to provide a flexible decision-making tool that can dynamically adapt to varying flight schedules and terminal layouts.

1. Theoretical Foundations of the Airport Gate Assignment Problem

The aviation industry is characterized by high operational costs, complex logistical processes, and strict safety regulations, where the efficient utilization of terminal infrastructure plays a pivotal role. One of the most critical operational challenges in this domain is the Airport Gate Assignment Problem (AGAP). The primary objective of AGAP is to allocate a daily schedule of arriving and departing flights to a limited number of terminal gates in a manner that optimizes both airport operations and passenger satisfaction [1, p. 45]. In modern hub-and-spoke airline networks, where major airports serve as central transfer points, the complexity of this task increases exponentially.

Traditionally, airport management systems focused predominantly on operational and financial metrics. The main goals were to minimize aircraft towing time, reduce idle time on the taxiway, and prevent gate conflicts. A gate conflict occurs when the scheduled turnaround time of an aircraft overlaps with another flight assigned to the same physical gate. Furthermore, traditional models heavily prioritized the allocation of heavy (wide-body) aircraft to specialized gates to ensure rapid refueling and boarding, often neglecting the spatial distribution of smaller regional flights. However, with the evolution of the global aviation market, the volume of connecting flights has increased significantly. Consequently, the walking distance for transit passengers has become a crucial factor in determining the overall quality of airport services. Long transit times not only decrease passenger comfort but also lead to missed connections, lost baggage, and delayed departures due to late boardings, which ultimately result in severe financial penalties for airlines.

From a mathematical and computational perspective, AGAP is classified as a non-deterministic polynomial-time hard (NP-hard) combinatorial optimization problem, closely related to the Quadratic Assignment Problem (QAP) [3, p. 112]. The complexity of AGAP stems from the necessity to satisfy two types of constraints: hard and soft. Hard constraints are mandatory rules that cannot be violated under any circumstances (e.g., two aircraft cannot occupy the same gate simultaneously, and a large aircraft cannot be assigned to a gate designed for small aircraft). Soft constraints, on the other hand, represent preferences that should be

optimized but can be compromised (e.g., minimizing the walking distance for passengers or keeping flights of the same airline in the same terminal wing).

As the number of daily flights and available gates increases, the solution space expands factorially. For instance, assigning just 100 flights to 20 gates creates an astronomical number of possible combinations, making it computationally impossible to find an absolute optimal assignment using exact mathematical methods, such as linear or integer programming, within a reasonable timeframe. This high level of computational complexity necessitates the application of advanced information technologies and heuristic algorithms to find near-optimal solutions efficiently, especially in dynamic environments where flight delays and weather disruptions require real-time schedule adjustments.

2. Application of Heuristic Algorithms in Aviation Optimization

Modern aviation relies heavily on advanced information technology (IT) to process large volumes of operational data and make real-time management decisions. In the context of AGAP, the transition from manual scheduling—often visualized through basic Gantt charts—to automated algorithmic optimization represents a significant step in airport digitalization. Today, Resource Management Systems (RMS) utilize various computational approaches to solve scheduling problems, ranging from simple deterministic rules to complex artificial intelligence and machine learning models.

Deterministic approaches, such as the First-Come-First-Served (FCFS) or greedy algorithms, are widely used in smaller regional airports due to their simplicity and high processing speed. A greedy algorithm makes the locally optimal choice at each stage, typically assigning an incoming flight to the nearest available empty gate. However, these methods often result in suboptimal global resource allocation because they fail to evaluate the long-term impact of a single assignment on the entire daily schedule. To overcome these limitations, modern operational research focuses on metaheuristic algorithms. These algorithms, often inspired by natural phenomena, are capable of solving multi-objective optimization tasks by exploring a vast solution space without getting trapped in local optima (tab. 1).

Table 1

Comparison of Optimization Algorithms for Airport Gate Assignment

Algorithm Group	Specific Algorithm	Application in AGAP	Advantages	Disadvantages
Deterministic	Greedy Algorithm (FCFS)	Sequential assignment of flights to the nearest available gate	High computational speed, easy implementation	Suboptimal results, ignores transit passenger flows
Swarm Intelligence	Ant Colony Optimization (ACO)	Finding optimal paths based on pheromone trails	Good for dynamic routing and complex constraints	High risk of falling into local optima, slow convergence [2, p. 88]
Evolutionary	Genetic Algorithm (GA)	Multi-objective optimization of the entire daily schedule	Balances multiple criteria, avoids local optima	Requires careful tuning of mutation parameters and population size

Among these technologies, the Genetic Algorithm (GA) stands out as the most effective tool for balancing operational efficiency and passenger transit time. The GA mimics the process of natural

selection and genetics [4, p. 55]. In this study, a specialized GA architecture was developed to address the multi-objective nature of AGAP (fig. 1).

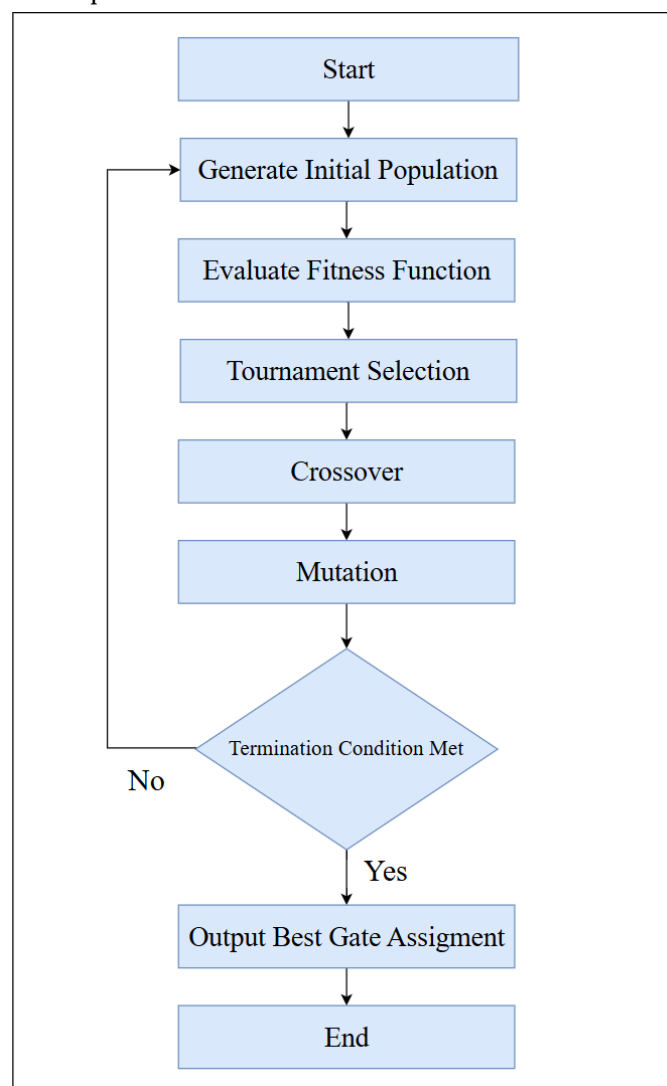


Fig. 1. Flowchart of the proposed Genetic Algorithm for AGAP

The core of the proposed algorithm is the chromosome representation. Each potential daily flight schedule is encoded as a one-dimensional integer array, where the index represents the specific flight ID, and the value at that index represents the assigned gate ID. The algorithm evaluates the quality of each schedule using a custom fitness function. This function calculates a total penalty score based on two weighted components:

W_1 (passenger transit penalty, calculated by multiplying the number of transferring passengers by the physical distance between their arrival and departure gates) and W_2 (operational penalty, applied for aircraft waiting times and towing distances).

The evolutionary process begins with a randomly generated initial population of feasible schedules. Through a tournament selection process, the algorithm identifies the most promising schedules. These selected schedules undergo a uniform crossover operation, exchanging genetic material (gate assignments) to create new offspring. To maintain genetic diversity and prevent the algorithm from converging prematurely to a suboptimal solution, a mutation operator is applied with a low probability (e.g., 2%), randomly re-assigning a flight to a different available gate. This iterative process continues over multiple

generations, continuously refining the schedules until the fitness score stabilizes [5, p. 102].

3. Simulation and Results of the Multi-Objective Optimization Model

To evaluate the practical effectiveness and computational robustness of the proposed Genetic Algorithm, a comprehensive computer simulation was conducted. The modeled operational environment was designed to reflect the complexities of a medium-sized international hub. The synthetic dataset included 120 arriving and departing flights distributed over a 24-hour period, featuring distinct peak hours (morning and evening banks) where terminal congestion is highest. The terminal infrastructure consisted of 25 available gates, accompanied by a predefined spatial matrix detailing the exact walking distances (in meters) between any two given gates.

The performance of the developed GA was benchmarked against a traditional greedy algorithm (FCFS), which serves as the baseline for standard, non-optimized airport operations. The simulation was executed in a Python environment over 500 generations with a population size of 100 chromosomes. The convergence graph of the algorithm (fig. 2) demonstrates that the GA successfully minimized the dual-penalty fitness function.

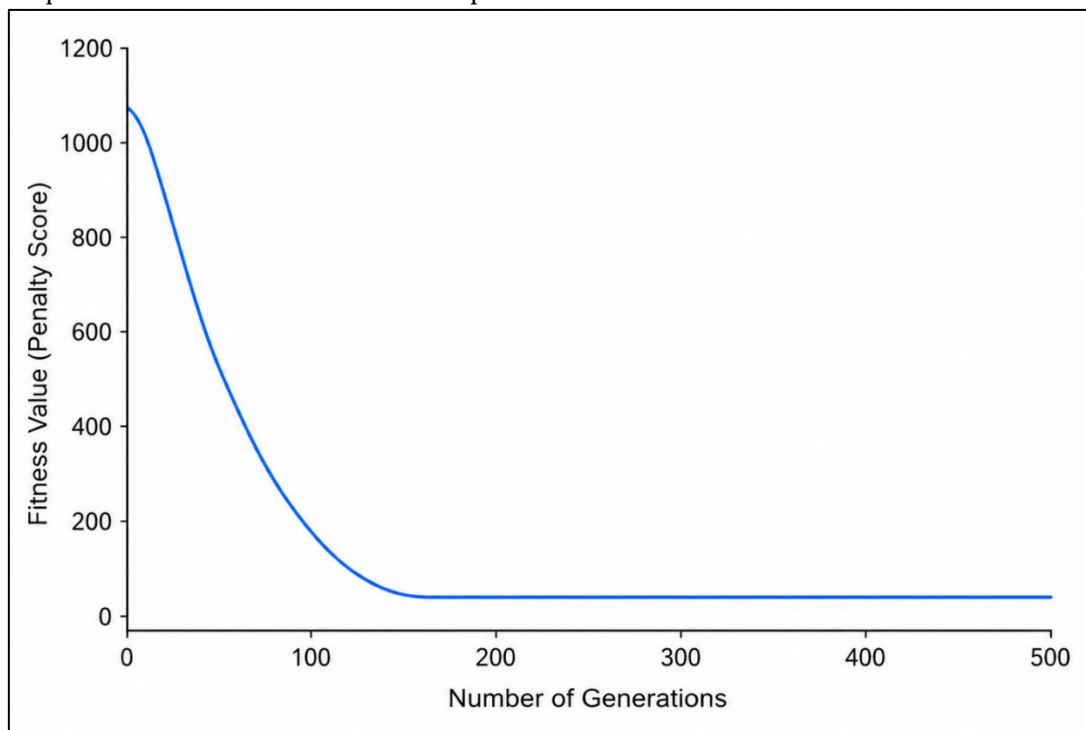


Fig. 2. Convergence graph of the Genetic Algorithm over 500 generations

The most significant optimization occurred rapidly within the first 150 generations, indicating the algorithm's efficiency in identifying strong initial patterns. After generation 300, the fitness

value gradually stabilized into a plateau, confirming that the algorithm had reached a near-optimal Pareto front without premature convergence.

The comparative analysis of the final gate assignments reveals a substantial and measurable

advantage of the evolutionary approach across all evaluated metrics (tab. 2).

Table 2

Simulation Results Comparison			
Optimization Metric	Greedy Algorithm (Baseline)	Proposed Genetic Algorithm	Improvement (%)
Total Passenger Transit Time (minutes)	14,520	11,325	+ 22.0%
Operational Penalty Score (units)	3,450	2,830	+ 18.0%
Unassigned Flights (Gate Conflicts)	4	0	100% resolution

As demonstrated in Table 2, the application of the GA reduced the total passenger transit time by 22% compared to the deterministic method. This significant improvement was achieved because the evolutionary algorithm intelligently identified flights with a high volume of connecting passengers and prioritized assigning them to adjacent gates within the same terminal zone. In contrast, the greedy algorithm scattered these flights across the airport based solely on immediate gate availability.

Furthermore, the operational penalty was reduced by 18%. The GA successfully minimized gate conflicts, ensuring that all 120 flights were assigned without requiring any aircraft to wait on the apron (zero unassigned flights, compared to 4 conflicts in the baseline model). From a computational standpoint, the GA generated the optimized schedule in less than 60 seconds, proving its viability as a daily decision-support tool. The results of this simulation confirm that integrating multi-objective Genetic Algorithms into airport IT systems provides a highly effective, automated solution. Unlike traditional methods, the proposed framework successfully balances the financial and operational interests of the airport with the service quality provided to the passengers, ensuring a sustainable and efficient aviation ecosystem.

Conclusion

This study successfully addressed the complexities of the Airport Gate Assignment Problem (AGAP) by developing and implementing a multi-objective optimization framework based on a Genetic Algorithm (GA). As global air traffic continues to grow, the traditional approach of prioritizing purely operational metrics is no longer sufficient. The proposed model represents a significant shift towards a more balanced, passenger-centric aviation management strategy, proving that operational efficiency and passenger comfort are not

mutually exclusive when advanced IT solutions are applied.

By formulating AGAP as an NP-hard combinatorial problem with both hard and soft constraints, this research highlighted the limitations of conventional deterministic scheduling methods. The developed Genetic Algorithm effectively navigated the vast solution space by utilizing a custom dual-penalty fitness function, tournament selection, and evolutionary operators. The computational simulation, conducted on a synthetic dataset of 120 flights and 25 gates, demonstrated the robust capabilities of the proposed algorithmic architecture.

The quantitative results confirmed the superiority of the evolutionary approach over the traditional First-Come-First-Served (FCFS) greedy algorithm. The GA achieved a 22% reduction in total passenger transit time by intelligently clustering connecting flights, and an 18% reduction in operational penalties by completely eliminating gate conflicts. Furthermore, the algorithm generated these optimized schedules in under 60 seconds, validating its potential as a highly scalable, real-time decision-support tool for airport operators and Resource Management Systems (RMS).

Future research directions should focus on expanding this static model into a dynamic, stochastic framework. Integrating real-time data from Internet of Things (IoT) sensors and combining the Genetic Algorithm with Machine Learning predictive models could allow the system to automatically adapt to unexpected operational disruptions, such as severe weather conditions, sudden flight delays, or emergency maintenance requirements, thereby further enhancing the resilience of modern airport infrastructure.

References

1. Bazargan M. Airline Operations and Scheduling. 2nd ed. Burlington: Ashgate Publishing, 2010. 224 p.
2. Dorigo M., Stützle T. Ant Colony Optimization. Cambridge: MIT Press, 2004. 328 p.
3. Garey M.R., Johnson D.S. Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness. New York: W.H. Freeman and Company, 1979. 340 p.
4. Holland J.H. Adaptation in Natural and Artificial Systems. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1975. 211 p.
5. Mitchell M. An Introduction to Genetic Algorithms. Cambridge: MIT Press, 1998. 209 p.

РАМАЗАНОВ Самед Заур

магистрант, Азербайджанский государственный экономический университет,
Азербайджан, г. Баку

Научный руководитель – доцент Азербайджанского государственного экономического университета, кандидат физико-математических наук Аббасова Хатира Эльдар

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫХОДОВ НА ПОСАДКУ В АЭРОПОРТУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

Аннотация. Основной целью данного исследования является разработка многокритериальной модели оптимизации для задачи назначения выходов на посадку в аэропорту, балансирующей операционную эффективность терминала и комфорт транзитных пассажиров. Для решения этой недетерминированной полиномиально трудной задачи был реализован генетический алгоритм с использованием адаптированной функции приспособленности, которая штрафует как время ожидания воздушных судов, так и большие расстояния пеших перемещений людей при пересадке. Результаты компьютерного моделирования демонстрируют, что предложенный алгоритм сокращает общее время транзита пассажиров на величину до двадцати процентов по сравнению с традиционными жадными методами распределения, предоставляя операторам аэропортов масштабируемый инструмент поддержки принятия решений для повышения качества обслуживания.

Ключевые слова: задача назначения выходов на посадку, генетический алгоритм, многокритериальная оптимизация, время транзита пассажиров, операционная эффективность, эвристические алгоритмы.

БАБАЕВ Камиль Азим оглу

магистрант, Азербайджанский государственный экономический университет,
Азербайджан, г. Баку

*Научный руководитель – доцент кафедры цифровой экономики
Азербайджанского государственного экономического университета,
кандидат технических наук Байрамов Афиз Мяхяррям оглу*

МОДЕЛИРОВАНИЕ УГРОЗ И МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В МИКРОСЕРВИСНЫХ АРХИТЕКТУРАХ НА БАЗЕ КОНЦЕПЦИИ ZERO TRUST

Аннотация. В условиях массового перехода к распределенным системам классические периметральные модели защиты («castle-and-moat») утрачивают эффективность. Декомпозиция монолитных приложений на микросервисы критически расширяет поверхность атаки, а сохранение неявного доверия внутри сети открывает векторы для несанкционированного латерального движения (lateral movement). Целью исследования является разработка многоуровневой системы защиты на базе концепции Zero Trust и адаптация методологий моделирования угроз для распределенных сред. В работе применялись методы системного анализа и эмпирического моделирования, включая адаптацию фреймворка STRIDE. Разработан испытательный стенд мониторинга спортивных данных на языке Go, развернутый в оркестрируемой среде Kubernetes. Проведена практическая симуляция уязвимости внутреннего узла для оценки эффективности Service Mesh и политик авторизации (Policy-as-Code). Результаты симуляции подтвердили уязвимость плоских сетей: скомпрометированный edge-сервис успешно выполнил атаку на внутреннее бизнес-ядро. Внедрение Service Mesh с принудительным использованием взаимного шифрования (mTLS) и декларативного контроля доступа на уровне sidecar-прокси позволило полностью заблокировать эксплойт без модификации исходного кода. Установлено, что возникающие при этом криптографические издержки (увеличение задержки на 2–5 мс) являются статистически незначимыми и оправданы повышением общей безопасности системы.

Ключевые слова: микросервисная архитектура, информационная безопасность, концепция Zero Trust, латеральное движение, моделирование угроз, Service Mesh, Policy-as-Code.

Введение

Актуальность и проблематика

Переход от монолитных систем к распределенным микросервисам экспоненциально расширяет поверхность атаки. Традиционные периметральные модели защиты («castle-and-moat») и неявное доверие во внутренней сети становятся критической уязвимостью: компрометация edge-сервиса открывает злоумышленникам путь для беспрепятственного латерального движения (lateral movement) и эскалации привилегий. Это диктует острую необходимость внедрения защитных барьеров на основе парадигмы Zero Trust Architecture (ZTA).

Цель исследования

Системный анализ уязвимостей распределенных архитектур и формирование многоуровневой методологии защиты. Задачи включают: адаптацию моделей угроз (STRIDE) к

микросервисам, исследование механизмов mTLS и Policy-as-Code, а также создание функционального стенда (PoC) на языке Go для симуляции атак и валидации защиты.

Научная новизна и значимость

Новизна заключается в адаптации статических парадигм моделирования угроз к динамическим межсервисным потокам. Практическая значимость подтверждается реализацией готовых к внедрению (production-ready) микросервисов на Go, доказывающих эффективность гранулярного контроля доступа внутри Service Mesh.

Объект и методы исследования

В работе применялись методы системного анализа и эмпирической инженерии программного обеспечения. Для выявления специфических уязвимостей межсервисного взаимодействия использована адаптация

структурного фреймворка моделирования угроз STRIDE к распределенным системам. Для проведения практической симуляции был спроектирован синтетический испытательный стенд (Proof of Concept) - система мониторинга спортивных данных в реальном времени, микросервисы которой реализованы на высокопроизводительном языке программирования Go. Целевая архитектура декомпозирована на автономные узлы: API Gateway, сервис аутентификации, сервис приема внешних данных, защищенное ядро обработки и слой персистентных данных. Развертывание производилось в оркестрируемой среде Kubernetes с применением минималистичных образов (distroless) для сокращения базовой поверхности атаки. Эксперимент реализовывался в два этапа. На первом этапе тестировалась базовая (legacy) конфигурация с «плоской» внутренней сетью и неявным сетевым доверием между компонентами. На втором этапе топология модернизировалась путем внедрения инфраструктурного слоя Service Mesh для изоляции бизнес-логики от механизмов безопасности, настройки принудительного взаимного шифрования (mTLS) и декларативных политик авторизации (Policy-as-Code).

Результаты и их обсуждение

Практическая симуляция уязвимости внутреннего сетевого доверия (baseline) подтвердила критическую слабость плоских топологий. Имитировался сценарий компрометации edge-сервиса, при котором злоумышленник инициировал несанкционированный POST-запрос к глубоко вложенному бизнес-ядру ProcessorService. Из-за отсутствия строгой криптографической аутентификации запрос был успешно обработан приложением (получен статус HTTP 200 OK), что эмпирически доказало подверженность системы несанкционированному латеральному движению (lateral movement). Для нейтрализации уязвимости была произведена архитектурная ремедиация путем внедрения Service Mesh (на базе Envoy/Istio). В защищенной топологии внедрены два ключевых механизма: принудительное взаимное шифрование (mTLS) для подтверждения машинной идентичности и декларативные политики контроля доступа (AuthorizationPolicy как форма реализации Policy-as-Code). Доступ к ProcessorService был аппаратно ограничен исключительно криптографически подтвержденными вызовами от сервиса приема данных. Повторная симуляция

атаки продемонстрировала полное блокирование эксплойта на инфраструктурном уровне. Несанкционированный запрос был перехвачен sidecar-прокси на входе в pod и сброшен со статусом HTTP 403 Forbidden из-за отсутствия валидного сертификата и идентификатора Service Account. Атака была пресечена до попадания в исходный код Go-приложения, что доказывает эффективность парадигмы Zero Trust. Анализ операционных издержек выявил, что внедрение Service Mesh добавляет два дополнительных L4/L7 прокси-прыжка на каждый межсервисный вызов. Процессы mTLS-шифрования и оценки политик авторизации приводят к базовому увеличению сетевой задержки (latency) на 2.0–5.0 мс и росту утилизации CPU на 5.0–10.0%. Однако, учитывая высокую скорость выполнения бинарного кода Go, этот сетевой штраф в 3.0–5.0 мс является статистически незначимым и полностью окупается созданием защищенной среды.

Заключение

Исследование доказывает, что переход к микросервисной архитектуре критически расширяет поверхность атаки, делая недопустимым использование моделей неявного сетевого доверия. Успешная симуляция показала, что компрометация одного edge-узла открывает пути для латерального движения по всему кластеру. Внедрение инфраструктуры Service Mesh с принудительными механизмами mTLS и Policy-as-Code позволяет эффективно изолировать угрозы, отбрасывая вредоносный трафик на сетевом уровне. Зафиксированные накладные расходы на криптографию (2.0–5.0 мс) являются минимально необходимой платой за устойчивость ЭИС. Перспективным направлением дальнейших исследований является применение технологий eBPF для снижения сетевых издержек и интеграция машинного обучения для динамического выявления межсервисных поведенческих аномалий.

Литература

1. Rose S., Borchert O., Mitchell S., Connelly S. Zero Trust Architecture // National Institute of Standards and Technology. – 2020.
2. Shostack A. Threat modeling: Designing for security // John Wiley & Sons. – 2014.
3. Chandramouli R. Microservices-based application systems: Strategic overview and security practices // NIST Special Publication 800-204. – 2019.

4. Li W., Lemieux Y., Gao J., Zhao Z., Han Y. Service mesh: Challenges, state of the art, and future research opportunities // 2019 IEEE International Conference on Service-Oriented System Engineering (SOSE). – 2019.

5. Hannousse A., Yahiouche S. Securing microservices and microservice architectures: A systematic literature review // Journal of Systems and Software. – 2021.

BABAYEV Kamil Azim

Master's Student, Azerbaijan State University of Economics, Azerbaijan, Baku

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Digital Economics
at the Azerbaijan State University of Economics,
Candidate of Technical Sciences Bayramov Afiz Maharram*

THREAT MODELING AND SECURITY TECHNIQUES IN MICROSERVICE ARCHITECTURES BASED ON THE ZERO TRUST CONCEPT

Abstract. *In the context of the widespread transition to distributed systems, classical perimeter security models ("castle-and-moat") are losing their effectiveness. Decomposing monolithic applications into microservices critically expands the attack surface, and maintaining implicit trust within the network opens vectors for unauthorized lateral movement. The study aims to develop a multi-layered defense system based on the Zero Trust concept and adapt threat modeling methodologies for distributed environments. The methodological framework includes systems analysis and empirical modeling, featuring the adaptation of the STRIDE framework. A sports data monitoring testbed written in Go and deployed in a Kubernetes orchestrated environment was developed. A practical simulation of an internal node vulnerability was conducted to evaluate the effectiveness of Service Mesh and authorization policies (Policy-as-Code). Simulation results confirmed the critical vulnerability of flat networks: a compromised edge service successfully executed an attack on the internal business core. Implementing a Service Mesh with mandatory mutual encryption (mTLS) and declarative access control at the sidecar proxy level completely blocked the exploit without modifying the source code. It was established that the resulting cryptographic overhead (a latency increase of 2-5 ms) is statistically insignificant and fully justified by the enhanced overall resilience of the system.*

Keywords: *microservice architecture, information security, Zero Trust concept, lateral movement, threat modeling, Service Mesh, Policy-as-Code.*

БАБАЕВ Камиль Азим оглу

магистрант, Азербайджанский государственный экономический университет,
Азербайджан, г. Баку

*Научный руководитель – доцент кафедры цифровой экономики
Азербайджанского государственного экономического университета,
кандидат технических наук Байрамов Афиз Мяхяррям оглу*

ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Аннотация. В условиях глобальной цифровой трансформации к экономическим информационным системам предъявляются критические требования по отказоустойчивости и масштабируемости. Традиционная монолитная архитектура при росте сложности ограничивает развитие бизнеса, что обуславливает переход к микросервисной модели. Однако декомпозиция систем порождает серьезные инфраструктурные вызовы. Целью данного исследования является комплексный анализ преимуществ и проблем применения микросервисной архитектуры на основе эмпирического программного моделирования. В работе применялись методы системного и сравнительного анализа, а также методы эмпирического исследования: разработка программных прототипов на языке Go, использование контейнерной изоляции Docker и проведение контролируемых нагрузочных тестов. Для обеспечения чистоты эксперимента была спроектирована модель обработки финансовых депозитов с жесткой имитацией CPU-bound и I/O-bound нагрузок.

Результаты тестирования оцифровали существенный «инфраструктурный налог» распределенных систем. Установлено, что микросервисная модель увеличивает потребление оперативной памяти более чем в 4.5 раза (на 367%) по сравнению с монолитом. Зафиксирован рост максимальной задержки отклика (max latency) на 67%, обусловленный транспортными издержками на сериализацию данных и межсервисное сетевое взаимодействие. Доказано, что горизонтальное масштабирование компонентов до исчерпания процессорных ресурсов не дает прироста пропускной способности. Сделан вывод о том, что внедрение микросервисов целесообразно исключительно при достижении системой пределов вертикального масштабирования («точки перегиба»). Для новых проектов рекомендуется применять подход Monolith-First с последующим селективным вынесением высоконагруженных узлов.

Ключевые слова: микросервисная архитектура, монолитная система, масштабируемость, производительность, инфраструктурные издержки, программное моделирование, нагрузочное тестирование.

Введение

В условиях цифровой трансформации к экономическим информационным системам (ЭИС) предъявляются жесткие требования по отказоустойчивости и масштабируемости. Традиционные монолитные архитектуры при росте сложности начинают ограничивать развитие бизнеса. Переход к микросервисной модели решает проблему масштабирования, но порождает серьезные инфраструктурные вызовы: появление сетевых задержек, проблемы консистентности и усложнение наблюдаемости. Несмотря на изученность темы в трудах М. Фаулера, С. Ньюмена и других, на практике ощущается дефицит работ с количественной оценкой метрик производительности

распределенных систем на современных языках программирования (Go). Целью данного исследования является комплексный анализ преимуществ и проблем применения микросервисной архитектуры на основе эмпирического моделирования.

Объект и методы исследования

Для проведения сравнительного анализа были разработаны программные прототипы монолитной и микросервисной архитектур на языке Go. В качестве репрезентативного бизнес-процесса использована операция обработки финансового депозита. Для обеспечения абсолютной детерминированности эксперимента алгоритмические и сетевые блокировки эмулировались фиксированными задержками:

20 мс для этапа валидации (CPU-bound) и 50 мс для проведения транзакции (Network/Memory-bound). Идеальное базовое время исполнения бизнес-логики составило 70 мс. Монолитная система функционировала в едином адресном пространстве, передавая данные по указателям в оперативной памяти. Микросервисная модель была декомпозирована на три автономных узла: API Gateway, Validator Service и Transaction Service, взаимодействующих по синхронному протоколу HTTP/REST с сериализацией в JSON. Синтетический тестовый стенд развернут с использованием платформы Docker с жесткой изоляцией ресурсов через cgroups. Монолиту было выделено 1.0 процессорного ядра и 512 мегабайт RAM. Микросервисы получили распределенные квоты по 0.5 ядра и 256 мегабайт RAM на каждый узел. Нагрузочное тестирование проводилось утилитой k6 по профилю: 50 параллельных виртуальных пользователей в течение 60 секунд пиковой нагрузки. Эксперимент включал три сценария: базовый монолит, микросервисы без масштабирования (по 1 реплике) и микросервисы с масштабированием CPU-bound узла (3 реплики).

Результаты и их обсуждение

Теоретической основой масштабируемости распределенных систем выступает закон Амдала, определяющий лимиты параллельных вычислений. Монолитные архитектуры обладают высокой долей последовательных операций из-за общих ресурсов, что ограничивает их горизонтальное масштабирование. Переход к микросервисам теоретически повышает пределы производительности за счет изоляции состояний. Однако результаты проведенного нагрузочного тестирования выявили существенные инфраструктурные издержки данного подхода. Анализ базовых аппаратных метрик продемонстрировал кратный рост потребления оперативной памяти (RAM) при выполнении идентичной бизнес-логики. На пике нагрузки эталонный монолит утилизировал всего 13.2 MiB памяти. Базовая микросервисная модель (без масштабирования) потребовала 43.23 MiB, а конфигурация с тремя репликами вычислительного узла – 61.67 MiB. Таким образом, декомпозиция привела к увеличению потребления памяти более чем в 4.5 раза (на 367%). Данный феномен обусловлен необходимостью инициализации собственного HTTP-сервера, сборщика мусора и механизмов маршрутизации внутри каждого изолированного

контейнера. Анализ временных характеристик позволил оценить влияние сетевых задержек. При стабильной пропускной способности на уровне 146–147 запросов в секунду (RPS) и сопоставимом 95-м перцентиле (p95) в диапазоне 80–82 мс, показатель максимальной задержки (max latency) продемонстрировал критическое расхождение. В монолитной системе максимальная задержка составила 96.61 мс, тогда как в распределенной среде она возросла до 125.79 мс (базовая) и 161.76 мс (масштабированная). Рост пиковых задержек на 67% является прямым следствием накопления транспортных издержек, включая многократную десериализацию JSON и внутрисетевой джиттер. Эксперимент с масштабированием выявил важный архитектурный парадокс: утроение вычислительных мощностей при заданной нагрузке не привело к росту пропускной способности. Вместо этого возросла инфраструктурная нагрузка на шлюз (API Gateway). Это доказывает, что горизонтальное масштабирование экономически нецелесообразно до момента достижения системой порога полного насыщения ресурсов (утилизация CPU в тестах не превышала 30%). Эффективность распределенной архитектуры раскрывается исключительно за пределами физических возможностей единого узла – в так называемой «точке перегиба».

Заключение

Проведенное исследование доказывает, что переход экономических информационных систем от монолитной к микросервисной архитектуре сопровождается значительным «инфраструктурным налогом». Эмпирическое моделирование на изолированном стенде позволило оцифровать ключевые издержки распределенного подхода: разделение бизнес-логики на независимые контексты привело к увеличению потребления оперативной памяти более чем в 4.5 раза по сравнению с эталонным монолитом. Использование сетевых протоколов (HTTP/JSON) для межсервисной коммуникации увеличило максимальную задержку отклика на 67%, что свидетельствует о снижении предсказуемости поведения системы под нагрузкой. Также доказано, что горизонтальное масштабирование сервисов в условиях отсутствия дефицита процессорного времени не дает прироста пропускной способности, приводя исключительно к избыточным накладным расходам на оркестрацию взаимодействия узлов. Несмотря на выявленные издержки,

микросервисная архитектура остается фундаментальным инструментом обеспечения эластичности и отказоустойчивости при достижении системой пределов вертикального масштабирования. Практическая рекомендация для проектирования новых ЭИС заключается в применении подхода Monolith-First для минимизации стартовых издержек при разработке MVP. Переход к микросервисам и выделение компонентов (таких, как CPU-bound узлы) в независимые службы должны осуществляться итерационно и исключительно при объективной потребности в асимметричном горизонтальном масштабировании.

Литература

1. Amdahl G.M. Validity of the single processor approach to achieving large scale computing capabilities // AFIPS Conference Proceedings. – 1967.
2. Fowler M., Lewis J. Microservices: a definition of this new architectural term // ThoughtWorks. – 2014.
3. Kleppmann M. Designing Data-Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems. – Sebastopol: O'Reilly Media, 2017.
4. Newman S. Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems. – Sebastopol: O'Reilly Media, 2021.
5. Richardson C. Microservices Patterns: With examples in Java. – Manning Publications, 2018.

BABAYEV Kamil Azim

Master's Student, Azerbaijan State University of Economics, Azerbaijan, Baku

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Digital Economics
at the Azerbaijan State University of Economics,
Candidate of Technical Sciences Bayramov Afiz Maharram*

ADVANTAGES AND PROBLEMS OF USING MICROSERVICE ARCHITECTURE

Abstract. *In the context of global digital transformation, critical requirements for fault tolerance and scalability are imposed on economic information systems. Traditional monolithic architecture limits business development as complexity grows, driving the transition to a microservice model. However, system decomposition generates significant infrastructure challenges. This study aims to comprehensively analyze the advantages and problems of applying microservice architecture based on empirical software modeling. The research employs systems and comparative analysis alongside empirical methods: software prototyping in Go, container isolation in Docker, and controlled load testing. To ensure experimental accuracy, a financial deposit processing model was designed with strict simulation of CPU-bound and I/O-bound loads.*

Testing results digitized the substantial "infrastructure tax" of distributed systems. It was established that the microservice model increases RAM consumption by more than 4.5 times (367%) compared to the monolith. A 67% increase in maximum response latency was recorded, driven by transport overhead for data serialization and inter-service network communication. It has been proven that horizontal scaling of components before reaching CPU resource limits does not provide an increase in throughput. The study concludes that adopting a microservice architecture is justified solely when a system reaches the limits of vertical scaling (the "inflection point"). For new projects, the Monolith-First approach is recommended, followed by the selective scaling of highly loaded nodes.

Keywords: *microservice architecture, monolithic system, scalability, performance, infrastructure costs, software modeling, load testing.*

ЖУРАВЛЕВ Евгений Андреевич

студент, Севастопольский государственный университет, Россия, г. Севастополь

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗАЩИТНЫХ МЕХАНИЗМОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ, ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ (2025-2026 гг.)

Аннотация. В статье проведён системный анализ процессов модернизации защитных механизмов информационной безопасности в Российской Федерации в 2025–2026 годах. На основе изучения нормативно-правовых актов, статистических данных и отраслевых исследований выявлены ключевые направления трансформации: переход от статического комплаенса к процессно-ориентированной модели управления безопасностью, централизация государственного контроля через развитие ГосСОПКА и расширение полномочий НКЦКИ, форсированное импортозамещение в сегменте средств защиты информации, а также адаптация регуляторной среды к эскалации киберугроз. Обосновывается вывод о формировании в России новой архитектуры информационной безопасности, основанной на принципах технологического суверенитета, непрерывного мониторинга и превентивного реагирования на инциденты.

Ключевые слова: информационная безопасность, критическая информационная инфраструктура, ГосСОПКА, импортозамещение, киберугрозы, нормативно-правовое регулирование, технологический суверенитет.

Введение

Стремительная цифровизация государственного управления и экономики, обострение геополитической обстановки и беспрецедентный рост кибератак обусловили необходимость коренной модернизации защитных механизмов информационной безопасности в Российской Федерации. По данным группы компаний «Солар», общее количество DDoS-атак на российские структуры в 2025 году увеличилось на 30% по сравнению с 2024 годом, а в I квартале 2026 года был зафиксирован рост ещё на 82%. При этом качественно изменился характер угроз: по оценкам «Инфосистемы Джет», 76% критических кибератак были направлены на безвозвратное уничтожение инфраструктуры.

Ответом на данные вызовы стала масштабная реформа регуляторной среды, развернувшаяся в 2025–2026 годах. Её ключевыми элементами стали обновление нормативно-правовой базы, реорганизация государственной системы обнаружения и предупреждения компьютерных атак, курс на импортозамещение средств защиты информации и усиление требований к субъектам критической информационной инфраструктуры (КИИ). Цель настоящей статьи – комплексный анализ указанных

процессов с опорой на актуальные правовые источники и эмпирические данные.

Нормативно-правовая база: от статического комплаенса к процессной модели

Наиболее значимым событием в сфере технического регулирования стало вступление в силу 1 марта 2026 года приказа ФСТЭК России № 117 от 11.04.2025, заменившего действовавший более десяти лет приказ № 17. Документ кардинально изменил подход к организации защиты информации: во-первых, его действие распространено не только на государственные информационные системы (ГИС), но и на муниципальные информационные системы (МИС), информационные системы государственных органов, государственных учреждений и унитарных предприятий. Во-вторых, осуществлён переход от фиксированного перечня мер защиты к процессной модели, описывающей безопасность как непрерывный цикл «планирование – реализация – контроль – совершенствование». Это означает, что предметом проверки становится не формальное наличие средств защиты, а реальная архитектура системы: сегментация сети, разграничение сред, контроль межсегментных взаимодействий и порядок изменения политик безопасности. В-третьих, актуальные угрозы включаются в базовый перечень, что требует от операторов постоянной

адаптации защитных мер к меняющемуся ландшафту угроз.

Параллельно Правительство Российской Федерации инициировало эксперимент по повышению уровня защищённости государственных информационных систем федеральных органов исполнительной власти (постановление от 26 марта 2025 г. № 372). Эксперимент проводится в период с 1 апреля 2025 года по 31 декабря 2027 года в рамках реализации национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства». Его результаты должны обеспечить эмпирическую основу для дальнейшего совершенствования нормативной базы.

В части ответственности за правонарушения в сфере информационной безопасности в 2025–2026 годах были приняты поправки, ужесточающие санкции. С мая 2025 года размер штрафа за утечки данных зависит от масштаба инцидента: от 3 до 15 млн рублей за первичное нарушение и от 1 до 3% годовой выручки (но не менее 20 млн рублей) при повторном. Кроме того, в Госдуму направлен законопроект о введении в КоАП РФ статьи 13.12.2, предусматривающей серьёзные штрафы за нарушения при эксплуатации объектов КИИ.

Государственная система обнаружения и предупреждения кибератак: централизация и ускорение реагирования

Ключевым институциональным звеном модернизации выступает Государственная система обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак (ГосСОПКА). По данным на начало сентября 2025 года, системой обработано 196 255 инцидентов, из которых 24 573 были подтверждены и закрыты. Масштаб обрабатываемых данных свидетельствует о центральной роли ГосСОПКА в обеспечении киберустойчивости страны.

В конце 2025 года ФСБ России завершила общественное обсуждение и подготовила к введению обновлённые версии шести ключевых приказов, регулирующих работу НКЦКИ, ГосСОПКА и взаимодействие субъектов КИИ с регулятором. Новые редакции, вступившие в силу 30 января 2026 года, существенно расширили полномочия НКЦКИ: центр получил право устанавливать регламенты взаимодействия с субъектами КИИ, запрашивать результаты проведённых мероприятий по защите от кибератак и контролировать устранение выявленных уязвимостей. Сокращены сроки уведомления об инцидентах: до трёх часов – для

значимых объектов КИИ, до 24 часов – для информационных ресурсов органов власти и банков. Кроме того, все субъекты КИИ обязаны разработать и утвердить в НКЦКИ план реагирования на киберинциденты не позднее 90 дней с момента включения объекта в реестр значимых.

Принципиально новым требованием стало введение непрерывного взаимодействия субъектов КИИ с ГосСОПКА. Организации обязаны в непрерывном режиме направлять информацию о компьютерных атаках и инцидентах через личный кабинет ГосСОПКА, а в случае получения уведомления от НКЦКИ – предоставить сведения о принимаемых мерах в течение 24 часов. Данный подход знаменует переход от эпизодического информирования к постоянному мониторингу и оперативному реагированию, что соответствует мировой практике построения национальных центров кибербезопасности.

Импортозамещение и технологический суверенитет

Одним из магистральных направлений модернизации выступает импортозамещение в сфере средств защиты информации. С 1 января 2025 года действует запрет на приобретение новых иностранных средств защиты информации (СЗИ) для значимых объектов КИИ. Переход на отечественное программное обеспечение должен быть завершён до 1 января 2028 года, для программно-аппаратных комплексов – до 1 декабря 2030 года.

Результаты импортозамещения носят неоднозначный характер. С одной стороны, по данным Центра стратегических разработок, доля иностранных решений в общем объёме затрат российских компаний на ИБ снизилась до 7% по итогам 2024 года по сравнению с 11% годом ранее. Российский рынок кибербезопасности демонстрирует уверенный рост: в 2024 году он увеличился на 26,3%, достигнув 314 млрд рублей, а к 2030 году прогнозируется рост до 968 млрд рублей со среднегодовым приростом около 21%. С другой стороны, доля иностранных ИБ-продуктов в установленной базе остаётся высокой: от 10–20% для отдельных классов ПО до 40–50% в сегменте сетевой безопасности. По оценкам экспертов, к установленному сроку (1 января 2028 года) реально завершат переход лишь 70–75% организаций.

Важно отметить, что технологический суверенитет в понимании российских регуляторов не сводится к прямому замещению зарубежных

продуктов. Как отметил заместитель министра цифрового развития Александр Шойтов, приоритетом является «опережающий и единообразный подход к безопасности», предусматривающий встраивание мер безопасности в отечественные технологии на этапе их разработки. Реализации этой задачи служит федеральный проект «Отечественные решения» в рамках национального проекта «Экономика данных», стартовавший в 2025 году.

Усиление защиты критической информационной инфраструктуры

Наиболее радикальные изменения затронули сферу безопасности критической информационной инфраструктуры. Федеральный закон от 07.04.2025 № 58-ФЗ, вступивший в силу 1 сентября 2025 года, внёс принципиальные поправки в базовый Федеральный закон № 187-ФЗ. Ключевые новации включают: исключение индивидуальных предпринимателей из перечня субъектов КИИ; расширение полномочий Правительства РФ по установлению порядка и сроков перехода на российское ПО и программно-аппаратные средства; введение единого перечня типовых отраслевых объектов КИИ; обязательное использование на значимых объектах КИИ программного обеспечения из реестра российского ПО; установление требования о непрерывном взаимодействии с ГосСОПКА.

С 1 марта 2026 года вступил в силу Федеральный закон № 325-ФЗ, вводящий национальный контроль над КИИ. Закон устанавливает, что в перечни доверенных российских программ и доверенных программно-аппаратных комплексов могут включаться только решения, исключительные права на которые принадлежат российским лицам или организациям, находящимся под контролем граждан РФ. Таким образом, формируется замкнутый контур регулирования, исключающий зависимость критической инфраструктуры от зарубежных технологий.

Практическая реализация требований сталкивается с рядом трудностей. По итогам проверок ФСТЭК России выявлено свыше 1200 нарушений на более чем 700 значимых объектах КИИ, при этом минимальный уровень киберзащиты достигнут лишь у 36 % организаций. Это свидетельствует о значительном разрыве между регуляторными требованиями и реальным состоянием защищённости объектов критической инфраструктуры.

Эскалация киберугроз и новые вызовы

Модернизация защитных механизмов происходит на фоне беспрецедентной эскалации киберугроз. По данным Solar 4RAYS, в 2025 году зафиксировано 9,3 млн случаев заражения вредоносным программным обеспечением в сетях 38,5 тыс. российских организаций. Качественно изменился характер атак: 76% критических инцидентов были направлены на уничтожение инфраструктуры, а лидерами среди киберугроз стали вирусы-шифровальщики (44%) и вайперы (32%), полностью уничтожающие данные.

Существенно возросла и мощность DDoS-атак: по данным ServicePipe, максимальная мощность атак выросла с 2,16 млн запросов в минуту в 2025 году до 44,2 млн в 2026-м. В 2025 году зафиксирован рекордный объём единичной атаки – 11 Тбит/с. При этом наибольшее количество атак приходится на финансовую отрасль, телекоммуникационный сектор и розничную торговлю.

Новым фактором риска становится использование злоумышленниками технологий искусственного интеллекта, что отмечается рядом исследователей. Это требует разработки асимметричных мер противодействия, включая внедрение систем машинного обучения для обнаружения аномалий и прогнозирования векторов атак.

Заключение

Проведённый анализ позволяет сделать вывод о формировании в Российской Федерации в 2025–2026 годах качественно новой архитектуры информационной безопасности. Её отличительными чертами являются: переход от формального соблюдения требований к процессно-ориентированной модели управления, основанной на непрерывном мониторинге и адаптации защитных мер; централизация государственного контроля через ГосСОПКА и НКЦКИ с существенным сокращением времени реагирования на инциденты; форсированное импортозамещение, направленное на обеспечение технологического суверенитета; ужесточение ответственности за нарушения в сфере защиты информации.

Вместе с тем сохраняется ряд нерешённых проблем: разрыв между регуляторными требованиями и реальным уровнем защищённости значительной части субъектов КИИ, высокая доля иностранного ПО в установленной базе средств защиты, отставание механизмов регулирования от темпов развития технологий и

эволюции киберугроз. Дальнейшие исследования в данной области должны быть направлены на разработку научно обоснованных моделей оценки эффективности защитных механизмов, а также на поиск оптимального баланса между централизованным контролем и оперативной гибкостью субъектов информационной безопасности.

Литература

1. Федеральный закон от 07.04.2025 № 58-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. – 2025.
2. Приказ ФСТЭК России от 11.04.2025 № 117 «Об утверждении требований к защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах» (зарегистрирован в Минюсте России). – 2025.
3. Постановление Правительства РФ от 26.03.2025 № 372 «О проведении эксперимента по повышению уровня защищённости государственных информационных систем федеральных органов исполнительной власти и подведомственных им учреждений» // Официальный интернет-портал правовой информации. – 2025.
4. Приказ ФСБ России от 25.12.2025 № 546 «Об утверждении Порядка обмена

информацией о компьютерных атаках и компьютерных инцидентах» (зарегистрирован в Минюсте России). – 2025.

5. Приказ ФСБ России от 25.12.2025 № 548 «Об утверждении Порядка осуществления непрерывного взаимодействия субъектов критической информационной инфраструктуры» (зарегистрирован в Минюсте России 30.12.2025 № 84872). – 2025.

6. Федеральный закон от 31.07.2025 № 325-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (национальный контроль над КИИ). – 2025.

7. Постановление Правительства РФ от 28.11.2025 № 1931 «Об утверждении Правил формирования и ведения перечня доверенных российских программ» // Официальный интернет-портал правовой информации. – 2025.

8. Прогноз развития рынка кибербезопасности в Российской Федерации на 2025–2030 годы / Центр стратегических разработок. – М., 2025. – 78 с.

9. Стратегический обзор киберугроз – 2025 / АО «Инфосистемы Джет». – М., 2026.

10. Гурулева А.А., Никифорова Я.О. Цифровая безопасность в условиях прогрессирующих киберпреступлений // Социально-экономический ландшафт региона: человек и цифровая трансформация: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Красноярск, 26 февраля 2026 г.). – Чебоксары: ИД «Среда», 2026. – С. 260-262.

ZHURAVLEV Evgeny Andreevich

Student, Sevastopol State University, Russia, Sevastopol

MODERNIZATION OF INFORMATION SECURITY PROTECTION MECHANISMS IN THE RUSSIAN FEDERATION: REGULATORY, INSTITUTIONAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS (2025-2026)

Abstract. The article provides a systematic analysis of the modernization of information security protection mechanisms in the Russian Federation in 2025-2026. Based on the study of normative legal acts, statistical data and industry research, key areas of transformation have been identified: the transition from static compliance to a process-oriented security management model, the centralization of state control through the development of state control and the expansion of the powers of the NCC, accelerated import substitution in the segment of information security equipment, as well as the adaptation of the regulatory environment to escalate cyber threats. The author substantiates the conclusion about the formation of a new information security architecture in Russia based on the principles of technological sovereignty, continuous monitoring and preventive response to incidents.

Keywords: information security, critical information infrastructure, government procurement, import substitution, cyber threats, regulatory and legal regulation, technological sovereignty.

ИСМАЙЛОВ Фарид Вугар

магистрант, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,
Азербайджан, г. Баку

*Научный руководитель – доцент Национальной академии авиации,
кандидат технических наук Габибулаев Салахаддин Бахтияр*

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В АНАЛИЗЕ ЗАТРАТ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к применению информационных технологий в анализе затрат нефтегазовых предприятий. Исследованы особенности управления затратами в нефтегазовой отрасли, а также проблемы традиционных методов учета и анализа финансовой информации. Проанализированы возможности использования ERP-систем, BI-технологий, облачных платформ и инструментов автоматизации в процессах обработки, хранения и анализа данных. Рассмотрены преимущества цифровизации управленческого учета, включая повышение оперативности принятия решений, снижение трудоемкости учетных операций и повышение прозрачности финансовых потоков. Особое внимание уделено автоматизации анализа затрат и внедрению современных информационных систем в деятельность нефтегазовых компаний. В результате исследования установлено, что использование информационных технологий способствует повышению эффективности управления затратами и оптимизации бизнес-процессов предприятия.

Ключевые слова: ERP, BI, Big Data, управленческий учёт, цифровизация, ROI, NPV, информационные технологии, нефтегазовая промышленность, анализ затрат, ERP-системы, автоматизация учета, BI-системы, финансовый анализ.

Введение

Современная нефтегазовая промышленность является одной из наиболее капиталоемких и технологически сложных отраслей мировой экономики. Высокий уровень производственных расходов, необходимость оперативного принятия управленческих решений и возрастающая конкуренция требуют от предприятий внедрения современных методов анализа и контроля затрат. В условиях цифровой трансформации экономики информационные технологии становятся важнейшим инструментом повышения эффективности управления финансовыми ресурсами предприятий.

Традиционные методы учета и анализа затрат зачастую не позволяют своевременно обрабатывать большие объемы информации, что снижает качество управленческих решений и увеличивает вероятность финансовых потерь. В связи с этим особую актуальность приобретает внедрение современных информационных систем, обеспечивающих автоматизацию процессов учета, анализа и контроля расходов.

В настоящее время нефтегазовые компании активно используют ERP-системы, BI-

платформы, технологии Big Data и облачные решения для повышения эффективности управления затратами. Применение данных технологий позволяет автоматизировать обработку финансовой информации, повысить точность расчетов, снизить влияние человеческого фактора и обеспечить прозрачность финансовых потоков.

Целью данной статьи является исследование применения информационных технологий в анализе затрат нефтегазовых предприятий и оценка их влияния на эффективность управления финансовыми ресурсами.

1. Теоретические основы анализа затрат нефтегазовых предприятий

Нефтегазовая промышленность характеризуется высоким уровнем затрат, связанных с разведкой месторождений, добычей, транспортировкой и переработкой нефти и газа. Значительная часть расходов приходится на производственные процессы, техническое обслуживание оборудования, логистику и энергетические ресурсы.

Анализ затрат является важным элементом системы управления предприятием, поскольку

позволяет выявлять неэффективные расходы, оптимизировать использование ресурсов и повышать рентабельность деятельности компании. Основными задачами анализа затрат являются контроль финансовых ресурсов, снижение себестоимости продукции, повышение эффективности производственных процессов, обеспечение устойчивого развития предприятия.

Одной из особенностей нефтегазовой отрасли является высокая доля постоянных затрат. Предприятия вынуждены поддерживать дорогостоящее оборудование, инфраструктуру и производственные мощности независимо от объемов добычи и переработки сырья. Кроме того, значительная часть расходов связана с геологоразведочными работами, внедрением новых технологий и обеспечением промышленной безопасности

2. Особенности применения информационных технологий в нефтегазовой отрасли

Современная нефтегазовая отрасль характеризуется высокой технологической сложностью, значительными объемами производственных данных и необходимостью оперативного принятия управленческих решений. В условиях глобальной цифровизации экономики информационные технологии становятся одним из ключевых факторов повышения эффективности деятельности нефтегазовых предприятий. Использование современных цифровых решений позволяет автоматизировать производственные и финансовые процессы, повысить качество анализа информации, снизить затраты и обеспечить устойчивое развитие компаний.

Особенностью нефтегазовой отрасли является наличие большого количества взаимосвязанных производственных процессов, включающих разведку месторождений, добычу нефти и газа, транспортировку, переработку сырья и реализацию готовой продукции. Каждый из этих этапов сопровождается обработкой значительных объемов информации, что требует применения современных информационных систем и технологий.

Одним из основных направлений цифровизации нефтегазовых предприятий является автоматизация процессов учета и анализа данных. Современные компании используют интегрированные информационные системы, обеспечивающие централизованное хранение, обработку и передачу информации между подразделениями предприятия. Наиболее

распространенными решениями являются ERP-системы, BI-платформы, облачные технологии, системы управления производством и аналитические инструменты обработки больших данных.

Такие системы как ERP-системы (Enterprise Resource Planning) играют важную роль в управлении нефтегазовыми предприятиями. Данные системы позволяют объединить финансовый учет, управление затратами, логистику, складской учет, закупки и производственные процессы в единую информационную среду.

Наиболее распространенными и функциональными ERP-решениями в нефтегазовой отрасли являются SAP ERP, Oracle ERP, Microsoft Dynamics и 1C ERP. Эти системы позволяют предприятиям эффективно управлять ресурсами и контролировать затраты на всех этапах производственного процесса. Особое значение в нефтегазовой промышленности имеют BI-системы (Business Intelligence), предназначенные для анализа и визуализации данных. BI-платформы позволяют руководству предприятия получать оперативную информацию о финансовом состоянии компании, анализировать эффективность производственных процессов и выявлять отклонения в структуре затрат.

Среди наиболее популярных BI-платформ можно выделить Power BI, Tableau и QlikView. Данные системы обеспечивают создание аналитических панелей, интерактивных отчетов и графиков, позволяющих анализировать ключевые показатели деятельности предприятия в режиме реального времени.

Большое значение имеют также облачные технологии, обеспечивающие хранение и обработку информации на удаленных серверах. Использование облачных платформ позволяет:

1. Сократить расходы на IT-инфраструктуру;
2. Обеспечить быстрый доступ к данным;
3. Повысить уровень информационной безопасности;
4. Упростить взаимодействие между подразделениями компании.

Несмотря на значительные преимущества информационных технологий, их внедрение в нефтегазовой отрасли сопровождается рядом проблем. Основными трудностями являются:

1. Высокая стоимость внедрения цифровых решений;
2. Необходимость модернизации существующей инфраструктуры;

3. Дефицит квалифицированных IT-специалистов;

4. Сложность интеграции различных информационных систем.

Таблица

Применения информационных технологий в анализе затрат нефтегазовых предприятий

Группа технологий	Технологии	Применение в нефтегазовой отрасли	Преимущества
Системы управления предприятием	ERP-системы (SAP, Oracle, 1C)	Учет затрат, управление финансами, логистика, закупки	Повышение точности учета, снижение трудозатрат
Аналитические системы	BI-системы (Power BI, Tableau)	Анализ финансовых показателей и затрат	Быстрое принятие управленческих решений
Технологии обработки данных	Big Data	Анализ производственных и финансовых данных	Повышение эффективности прогнозирования
Облачные технологии	Cloud Computing	Централизованное хранение информации	Снижение затрат на IT-инфраструктуру
Интеллектуальные технологии	Искусственный интеллект и Machine Learning	Predictive maintenance, анализ рисков	Снижение аварийности и затрат
Промышленные технологии	Industrial IoT	Контроль добычи и состояния оборудования	Повышение надежности производственных процессов
Системы отчетности	Автоматизированная отчетность	Подготовка управленческих отчетов	Сокращение времени обработки информации
Системы взаимодействия	CRM-системы	Контроль контрактов и поставок	Улучшение качества обслуживания и контроля продаж

3. Автоматизация процессов учета и анализа затрат

Автоматизация учета затрат является важным направлением цифровизации нефтегазовых предприятий. Современные информационные системы позволяют значительно сократить трудоемкость учетных операций и повысить качество анализа данных.

Традиционные методы учета затрат, основанные на ручной обработке информации и использовании разрозненных источников данных, характеризуются низкой скоростью обработки информации, высокой трудоемкостью и значительной вероятностью возникновения ошибок. В условиях нефтегазовой отрасли, где ежедневно формируются большие объемы финансовой, производственной и технической информации, использование устаревших методов управления затратами существенно снижает эффективность деятельности предприятия.

Использование ERP-систем значительно повышает эффективность управления финансовыми потоками предприятия. Интеграция всех бизнес-процессов в единую систему

обеспечивает оперативный доступ к информации и позволяет минимизировать влияние человеческого фактора.

Особую роль в автоматизации анализа затрат играют BI-системы (Business Intelligence). Использование BI-технологий обеспечивает руководству предприятия возможность оперативного контроля расходов и принятия эффективных управленческих решений на основе актуальной информации.

Заключение

Таким образом, применение информационных технологий в анализе затрат нефтегазовых предприятий является важным фактором повышения эффективности управления финансовыми ресурсами. Использование ERP и BI систем, технологий автоматизации и цифровых платформ способствует повышению точности анализа, снижению затрат и улучшению качества управленческих решений.

Современные информационные технологии позволяют нефтегазовым компаниям эффективно обрабатывать большие объемы данных, обеспечивать прозрачность финансовых потоков и оптимизировать бизнес-процессы. В

условиях цифровой экономики дальнейшее развитие автоматизации и аналитических систем будет играть ключевую роль в повышении конкурентоспособности предприятий нефтегазовой отрасли.

Литература

1. Al-Salmawi M.A. Khudhair, Rasheed H.S., Hasan H.F. (2023). Analyzing Cost Accounting Methods In Light of Technological Development and Their Impact on Managerial Decision-Making. Anggaran: Jurnal Publikasi Ekonomi dan Akuntansi, DOI: 10.61132/anggaran.v3i2.1288.
2. Smith J. (2020). Information Technologies in Cost Accounting. London: Routledge, 280 p.
3. Шумпетер Й.А. Теория экономического развития. – М.: Директ-Медиа, 2007. – 400 с.
4. Мокроносов А.Г., Долженкова Е.В., Маврина И.Н. Предпринимательство как вектор стратегического развития вуза // Образование и наука. Известия Уральского отделения Российской Академии образования. – 2011. – № 10 (89). – С. 28-40.
5. Российский статистический ежегодник: сб. стат. – М.: Росстат, 2014. – 693 с.

ISMAYILOV Farid Vugar

Master's Student,

Azerbaijan State University of Petroleum and Industry, Azerbaijan, Baku

*Scientific Advisor – Associate Professor of the National Academy of Aviation,
Candidate of Technical Sciences Gabibulayev Salahaddin Bakhtiyar*

APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN COST ANALYSIS OF OIL AND GAS ENTERPRISES

Abstract. *The article examines modern approaches to the application of information technologies in the cost analysis of oil and gas enterprises. The study explores the features of cost management in the oil and gas industry, as well as the limitations of traditional methods of accounting and financial data analysis. The possibilities of using ERP systems, BI technologies, cloud platforms, and automation tools in data processing, storage, and analysis are analyzed. The advantages of digitalization in management accounting are considered, including improved efficiency in decision-making, reduced labor intensity of accounting operations, and increased transparency of financial flows. Particular attention is paid to the automation of cost analysis and the implementation of modern information systems in the activities of oil and gas companies. As a result of the study, it was established that the use of information technologies contributes to increasing the efficiency of cost management and optimizing the enterprise's business processes.*

Keywords: *ERP, BI, Big Data, management accounting, digitalization, ROI, NPV, information technologies, oil and gas industry, cost analysis, ERP systems, accounting automation, BI systems, financial analysis.*

ЛУКИНА Анастасия Александровна
магистрантка, Российский новый университет,
Россия, г. Москва

*Научный руководитель – доцент кафедры информационных систем в экономике и управлении
Российского нового университета, кандидат педагогических наук Степанова Евгения Николаевна*

СОСТАВЛЕНИЕ РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ В ВУЗЕ: АРХИТЕКТУРА И ТРЕБОВАНИЯ К ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

Аннотация. В статье на основе анализа организации учебного процесса в многопрофильном вузе (РосНОУ) определены ключевые проблемы (децентрализация информационных ресурсов, высокая трудоемкость ручного планирования, динамичность расписаний и отсутствие единого информационного пространства), препятствующие составлению оптимального учебного расписания. Также предложена трехуровневый подход к составлению расписания, обеспечивающий вертикальную интеграцию данных от нормативно-справочной информации до оперативного управления расписанием. Кроме того, сформулированы требования к информационной системе, учитывающие специфические особенности многопрофильных вузов, включая многообразие форм обучения, территориальную распределенность, наличие специализированных аудиторий и привлечение внешних совместителей.

Ключевые слова: автоматизация учебного процесса, составление расписания, трехуровневая архитектура модели.

Введение

Современные высшие учебные заведения сталкиваются с вызовом эффективной организации учебного процесса в условиях экстенсивного роста и усложнения образовательных траекторий. Однако значительная доля инициатив по внедрению информационных систем в управление образованием не достигает поставленных целей, поскольку организации стремятся к автоматизации существующих, но не оптимизированных процедур [1].

Так в РосНОУ, несмотря на наличие развитой цифровой информационно-образовательной инфраструктуры, фундаментальный процесс формирования расписания остается ручным, осуществляемым посредством табличных редакторов. Согласно данным проведенного анкетирования [2], это порождает комплекс системных проблем: 58% обучающихся указывают на наличие значительных временных интервалов между учебными занятиями, 52% сталкиваются с регулярными (3–5 раз за семестр) корректировками расписания, а 54% научно-педагогических работников отмечают неудобства, связанные с необходимостью проведения занятий в различных корпусах в пределах одного дня.

1. Анализ информационных потоков при составлении расписания

Эффективное формирование учебного расписания обусловлено необходимостью консолидации информации, генерируемой в рамках различных управленческих процессов. Проведенный анализ текущей практики в РосНОУ позволил идентифицировать следующие источники данных и оценить их состояние:

- Нормативно-правовое обеспечение: учебные планы, показатели трудоемкости дисциплин и формы аттестации регламентированы утвержденными документами, однако отсутствует их интеграция в единую информационную систему.
- Планирование педагогической нагрузки: сведения о закреплении преподавательского состава за дисциплинами и распределении учебных часов представлены в расчетных ведомостях (в бумажном и электронном форматах), что требует ручного ввода данных.
- Движение контингента обучающихся: актуальные данные о составе учебных групп, численности студентов и наличии подгрупп фиксируются в ежемесячных отчетах УМУ в формате Excel.

- Аудиторный фонд: информация об аудиториях, их вместимости, специализации и принадлежности к корпусу.

- Цифровая среда: портал вуза служит для отображения расписания, однако процесс загрузки данных является ручным, автоматическая выгрузка не реализована.

В настоящее время система управления информацией страдает от фрагментации источников данных, дефицита автоматизированной синхронизации и значительной зависимости от ручного труда. [3] Подобная ситуация порождает повышенный риск ошибок, неэффективное использование времени и замедленную реакцию на необходимость внесения корректировок.

2. Трехуровневая архитектура учебного расписания

Для устранения обнаруженных упущений вводится трехуровневая архитектура, призванная оптимизировать организацию учебного процесса. Данная структура гарантирует как вертикальную интеграцию информации, так и четкое разграничение функциональных обязанностей.

Уровень 1. Нормативно-справочный

Фундаментом системы является первый уровень, где хранятся данные, которые считаются условно-постоянными. Они обновляются по мере необходимости, например, при изменении учебных планов, кадровых перестановок или при изменении состава студентов. Этот уровень включает следующие ключевые блоки информации:

- Структура университета: список институтов, кафедр, а также информация о корпусах (4 в Москве) и филиалах (6).

- Учебные планы: детализация дисциплин, их трудоемкость в часах, формы аттестации и распределение по семестрам.

- Преподавательский состав: полные данные о преподавателях, их должностях, ставках, статусе (штатный, совместитель) и временных предпочтениях/ограничениях.

- Аудиторный фонд: перечень всех аудиторий (94, включая 19 компьютерных классов) с указанием их вместимости, назначения (лекционные, лабораторные, лингафонные и т. д.) и принадлежности к корпусу.

- Контингент студентов: списки учебных групп, их численность, деление на подгруппы, форма обучения (очная, заочная, очно-заочная формы).

Уровень 2. Расчетно-плановый

Второй уровень системы отвечает за автоматический расчет педагогической нагрузки. Для этого он использует нормативно-справочную информацию (НСИ) и заранее определенные правила. Процесс расчета проходит через следующие стадии:

- Привязка учебных дисциплин: на этом этапе происходит закрепление каждой дисциплины из учебного плана за конкретной кафедрой и преподавателем. Важным условием является соответствие квалификации преподавателя требованиям дисциплины.

- Учет форм обучения: система дифференцирует нагрузку в зависимости от того, в какой форме проходит обучение (очная, очно-заочная или заочная). Это связано с тем, что каждая форма имеет свои временные нормативы и объем аудиторных часов.

- Работа с группами: производится расчет количества студентов в учебных потоках. На основе этих данных принимается решение о том, нужно ли делить поток на подгруппы (например, для семинарских или лабораторных занятий) или, наоборот, объединять студентов в более крупные группы для лекций.

- Расчет трудоемкости: вычисляется общее количество часов, необходимое для проведения каждого вида занятий: лекций, практических занятий, семинаров и лабораторных работ.

- Сведение нагрузки: рассчитанная нагрузка суммируется по каждой кафедре и каждому преподавателю. Это делается для последующей проверки соответствия установленным нормам и требованиям.

На выходе данного этапа формируется стандартизированный план распределения учебной нагрузки. Этот план включает в себя детальную информацию по каждому занятию: назначенного преподавателя, наименование дисциплины, вид занятия, его продолжительность в академических часах, а также перечень задействованных учебных групп (или подгрупп).

Уровень 3. Оперативного управления

Третий уровень отвечает за финальное формирование расписания занятий. Здесь происходит распределение учебных мероприятий по временным интервалам и аудиториям, при этом учитываются все заданные ограничения. Источниками информации для этого этапа служат: данные о распределении учебной нагрузки (полученные с расчетно-планового

уровня), сведения о наличии и характеристиках аудиторий (из нормативно-справочной информации) и формализованные требования к расписанию (как обязательные, так и гибкие). Для решения этой комплексной комбинаторной задачи, где множество условий тесно связаны, предлагается применять оптимизационные алгоритмы (например, генетические или гибридные), способные находить эффективные решения даже при большом количестве ограничений.

Результатом завершающего этапа третьего уровня является формирование итогового расписания. Оно предоставляется в трех форматах, ориентированных на различные категории пользователей:

- Для студентов: расписание по группам, обеспечивающее наглядное представление их учебного графика.
- Для профессорско-преподавательского состава (ППС): расписание по преподавателям, позволяющее контролировать индивидуальную нагрузку.
- Для администрации: расписание по аудиториям, необходимое для анализа эффективности использования помещений.

Финальным действием является публикация данного расписания в единой цифровой среде университета (например, на портале или в мобильном приложении), что гарантирует доступ к нему всем участникам образовательного процесса.

3. Требования к информационной системе составления расписания

По итогам изучения выявленных проблем и разработанной архитектуры были определены требования к автоматизированной системе. Эти требования классифицированы на функциональные и нефункциональные.

Функциональные требования к системе описывают, что именно она должна делать:

- Автоматический импорт данных: система должна уметь самостоятельно загружать данные о учебных планах, составе групп и распределении нагрузки из различных источников, таких как файлы Excel, XML или существующие базы данных. При этом она должна проверять, что загруженные данные полные и корректные.
- Возможность задать жесткие ограничения: необходимо предусмотреть возможность установки обязательных условий, которые система должна неукоснительно соблюдать при составлении расписания.

- Возможность задать мягкие ограничения: система должна также учитывать менее строгие, но желательные условия, которые можно настраивать. Это позволит сделать расписание более удобным и эффективным.

- Автоматическая генерация расписания: система должна автоматически генерировать расписание, которое может быть как полным на весь семестр, так и частичным. Этот процесс будет основан на продвинутом алгоритме, который стремится найти наилучшее решение, учитывая все заданные строгие и гибкие ограничения.

- Визуализация расписания: сгенерированное расписание должно отображаться в удобном табличном формате. Пользователи должны иметь возможность легко находить нужную информацию, фильтруя данные по конкретной группе, преподавателю или аудитории.

- Ручное внесение изменений в расписание с автоматическим контролем на предмет пересечений (по времени, преподавателю, группе, аудитории).

- Возможность локального обновления только измененных частей расписания, что гарантирует его целостность и предсказуемость.

- Экспорт финального расписания в цифровые ресурсы университета (веб-портал, мобильное приложение) посредством налаженного канала обмена данными.

- Создание отчетов для анализа эффективности использования аудиторий и загруженности преподавателей.

- Поддержка трех форм обучения (очного, очно-заочного и заочного) с учетом их специфических временных ограничений.

Нефункциональные требования в свою очередь определяют качественные характеристики работы системы:

- Производительность: создание полного расписания на учебный семестр, учитывающее все группы, дисциплины и наложенные ограничения, должно занимать не более 10 минут.

- Масштабируемость: система должна без сбоев справляться с одновременным управлением данными для 5000 студентов, 500 преподавателей и 200 аудиторий, обеспечивая стабильную работу даже при такой нагрузке.

- Надежность: предусмотрена полная история всех изменений, вносимых в расписание, с возможностью в любой момент вернуться к любой предыдущей версии документа.

- Интеграция: система будет оснащена интерфейсом (API), позволяющим беспрепятственно обмениваться информацией в обе стороны с уже существующими цифровыми сервисами университета.

- Ролевая модель доступом: будет реализована система ролей, четко определяющая полномочия для различных категорий пользователей: администраторов, сотрудников учебного отдела, преподавателей и студентов.

- Соответствие политике импортозамещения: при разработке и внедрении будут использоваться программные решения, одобренные для применения в российских образовательных учреждениях.

Заключение

Представленный подход к построению системы управления учебным процессом, который охватывает все уровни – от базовых справочников до оперативного составления расписания, позволяет сократить время, необходимое для планирования работы по формированию расписания и, уменьшить количество допускаемых при этом ошибок.

Также сформулированы требования к функционалу и качеству будущей

автоматизированной системы. Эти требования могут послужить отправной точкой для разработки или выбора подходящего программного обеспечения. Предложенная структура может быть реализована как с помощью готовых отраслевых решений, так и путем создания собственной системы в университете.

Литература

1. Гафаров Е.Р., Мишин А.В. Эффективность внедрения информационных систем в управление образовательным процессом вуза – М.: Современные информационные технологии в образовании. – 2018.

2. Студентам нравятся двухчасовые пары, преподавателям – четырехчасовые // РосНОУ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://rosnou.ru/info-center/inform/studentam-nravlyatsya-dvuhchasovye-pary-prepodavatelyam-chetyrehchasovye/_свободный. – (дата обращения: 07.05.2026).

3. Дик В.В., Уруков А.А. Информационные системы в управлении образованием. – М.: Финансы и статистика, 2005.

LUKINA Anastasia Aleksandrovna

Undergraduate Student, Russian New University, Russia, Moscow

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Information Systems
in Economics and Management of the Russian New University,
Candidate of Pedagogical Sciences Stepanova Evgeniya Nikolaevna*

SCHEDULING CLASSES AT THE UNIVERSITY: ARCHITECTURE AND INFORMATION SYSTEM REQUIREMENTS

Abstract. Based on the analysis of the organization of the educational process at a multidisciplinary university (RosNOU), the article identifies key problems (decentralization of information resources, high labor intensity of manual planning, dynamic schedules and the lack of a unified information space) that prevent the creation of an optimal academic schedule. A three-level approach to scheduling is also proposed, providing vertical integration of data from regulatory and reference information to operational schedule management. In addition, the requirements for the information system have been formulated, taking into account the specific features of multi-profile universities, including a variety of forms of study, territorial distribution, the presence of specialized classrooms and the involvement of external part-time students.

Keywords: automation of the educational process, scheduling, three-level architecture of the model.

ЛУКИНА Анастасия Александровна

магистрантка, Российский новый университет, Россия, г. Москва

Научный руководитель – доцент кафедры информационных систем в экономике и управлении Российского нового университета, кандидат педагогических наук Степанова Евгения Николаевна

СОСТАВЛЕНИЕ РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ В ВУЗЕ: ФАКТОРЫ, ОГРАНИЧЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА

Аннотация. Составление учебного расписания в вузе – это задача с высокой степенью комбинаторной сложности. От ее успешного решения зависит качество образования, психологическая атмосфера в коллективе преподавателей и студентов, а также рациональное использование материальных и временных ресурсов университета. В масштабах современного высшего учебного заведения, где обучаются тысячи студентов, преподается множество дисциплин и функционируют территориально распределенные корпуса, ручное или полуавтоматическое планирование становится неэффективным и приводит к неизбежным ошибкам: появлению «окон», перегрузке преподавателей и неоптимальному использованию аудиторного фонда.

В статье анализируются факторы эффективности и ограничений, которые необходимо учитывать при составлении расписания, а также описывается система из пяти критериев качества расписания.

Ключевые слова: организация учебного процесса, расписание занятий, жесткие ограничения (*hard constraints*), мягкие ограничения (*soft constraints*).

Введение

Стремительное развитие информационных технологий требует от высшего образования новых подходов. Для успешной работы любого университета крайне важно грамотно организовать учебный процесс, а именно – составить эффективное расписание. Расписание – это не просто график, а ключевой инструмент управления ресурсами вуза: аудиториями, преподавателями и студентами. От его качества напрямую зависит успешность обучения, комфорт всех участников и, в итоге, уровень образования [1, 2].

Однако, российские вузы сталкиваются с серьезными проблемами при составлении расписаний. Усложнение программ и разнообразие форматов занятий (лекции, семинары, лабораторные, онлайн-обучение) делают традиционные методы неэффективными. Это приводит к «окнам» в расписании, нерациональному использованию помещений и конфликтам. Как отмечает Е. В. Осипчук [3], современный вуз разрывается между необходимостью строгой регламентации учебного процесса и потребностью в гибкости для индивидуальных образовательных траекторий.

Поэтому данная статья ставит целью определить теоретические основы и практические

критерии для автоматизации составления расписаний в многопрофильных вузах.

1. Факторы эффективности учебного процесса

Система организации учебного процесса в высших учебных заведениях является многокомпонентной и существенно отличается от таковой в школах. В. С. Беспалько [1] указывает на алгоритмическое планирование как на основу эффективной организации. Однако, согласно А. А. Вербицкому [2], контекстное обучение предполагает непрерывную корректировку временных и содержательных параметров. Наша позиция заключается в синтезе данных подходов: автоматизация целесообразна в тех случаях, когда она освобождает человека от выполнения рутинных операций, позволяя ему сосредоточиться на неформализуемых аспектах образовательного процесса.

Эффективность организации учебного процесса в вузе детерминирована комплексом взаимосвязанных факторов. На основе проведенного анализа были выделены пять основных групп факторов:

- Нормативно-управленческие факторы: правила и документы, которые определяют, как должно быть организовано обучение. Сюда входят государственные образовательные

стандарты (ФГОС), а также внутренние документы учебного заведения, описывающие структуру и содержание учебных программ.

- **Кадровые факторы:** это всё, что связано с людьми, участвующими в образовательном процессе, а именно: включает в себя уровень профессионализма преподавателей, их заинтересованность в работе, а также умение студентов самостоятельно планировать свою деятельность и учиться.

- **Материально-технические и средовые факторы:** условия, в которых происходит обучение. Сюда относятся состояние помещений для занятий, наличие необходимого оборудования в лабораториях и компьютерных классах.

- **Процессуально-технологические факторы:** это то, как именно проходит обучение. Охватывает используемые методы преподавания, способы проверки знаний, а также степень внедрения современных цифровых инструментов в учебный процесс.

- **Социально-психологические и адаптационные факторы:** аспекты, связанные с психологическим комфортом и успешной интеграцией студентов в новую среду. Включает в себя легкость привыкания первокурсников к университетской жизни и их общее удовлетворение от пребывания в учебном заведении.

Следует особо отметить, что *оптимальное составление расписания играет ключевую роль*, оказывая прямое воздействие на все упомянутые ранее аспекты. Даже при наличии превосходных образовательных стандартов и высококлассного педагогического состава, неэффективное расписание *способно нивелировать положительный эффект всей системы*.

2. Классификация существующих ограничений при составлении расписания

Для обеспечения эффективности автоматизированного составления расписаний, все выявленные ограничения были классифицированы на две категории: жесткие (hard constraints), которые должны соблюдаться безусловно, и мягкие (soft constraints), представляющие собой желательные условия, допускающие определенную гибкость.

Жесткие ограничения:

- время начала занятий (для очной, очно-заочной и заочной формы обучения);
- вместимость аудитории;
- специализация аудиторий;
- один преподаватель, не может вести два занятия одновременно;

- одна группа не может быть на двух занятиях;

- полноценный день в одном корпусе.

Мягкие ограничения:

- минимизация «окон» между парами;
- минимизация изменений после публикации расписания;
- современная публикация (заблаговременно);
- учет пожеланий преподавателей;
- связанность занятий в одном корпусе;
- учет занятости внешних совместителей.

3. Критерии оценки качества сформированного расписания

Для всесторонней оценки качества сформированного расписания выделили комплекс из пяти критериев, охватывающих как технические аспекты его построения, так и удобство его использования:

- **Равномерность временного распределения:** график оптимизирован таким образом, чтобы избежать пиковых нагрузок в отдельные дни и устранить необоснованные временные пробелы.

- **Территориальная логистика:** минимизированы перемещения студентов и преподавателей между различными корпусами, обеспечивая последовательность занятий в пределах одного здания.

- **Оптимальное использование ресурсов:** характеристики аудиторий (их тип и вместимость) точно соответствуют требованиям проводимых занятий.

- **Учет приоритетов и ограничений:** максимально учтены пожелания преподавателей и установленные учебные рамки.

- **Адаптивность и устойчивость:** расписание обладает устойчивостью к возможным изменениям и позволяет оперативно вносить корректировки без необходимости полной его реструктуризации.

Заключение

В статье выделены и содержательно охарактеризованы 5 групп факторов эффективности: нормативно-управленческие, кадровые, материально-технические, процессуально-технологические, социально-психологические. Сформирован перечень из 8 жестких ограничений (время начала занятий для трех форм обучения, вместимость и специализация аудиторий, запрет на наложение занятий) и 6 мягких ограничений (минимизация «окон», стабильность расписания, учет предпочтений

преподавателей и др.). Кроме того, разработана система из пяти критериев оценки качества расписания (временная равномерность, территориальная связность, ресурсная оптимальность, учет приоритетов, адаптивность).

Литература

1. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. // М.: Педагогика, 1989.

2. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. // М.: Высшая школа, 1991.

3. Осипчук Е.В. Организация учебного процесса в вузе: противоречие между регламентацией и индивидуализацией // М.: Педагогика и просвещение, 2015.

LUKINA Anastasia Aleksandrovna

Undergraduate Student, Russian New University, Russia, Moscow

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Information Systems
in Economics and Management of the Russian New University,
Candidate of Pedagogical Sciences Stepanova Evgeniya Nikolaevna*

SCHEDULING CLASSES AT A UNIVERSITY: FACTORS, LIMITATIONS, AND QUALITY ASSESSMENT CRITERIA

Abstract. *Drawing up an academic schedule at a university is a task with a high degree of combined complexity. The quality of education, the psychological atmosphere in the staff of teachers and students, as well as the rational use of material and time resources of the university depend on its successful solution. On the scale of a modern higher education institution, where thousands of students study, many disciplines are taught, and geographically distributed buildings operate, manual or semi-automatic planning becomes ineffective and leads to inevitable mistakes: the appearance of "windows", teacher overload, and suboptimal use of classroom resources.*

The article analyzes the factors of efficiency and limitations that must be taken into account when making a schedule, and also describes a system of five criteria for the quality of drinking.

Keywords: *organization of the educational process, schedule of classes, hard constraints, soft constraints.*

СМИРНОВ Кирилл Игоревич

студент, Южно-Уральский государственный университет,
Россия, г. Челябинск

*Научный руководитель – доцент кафедры туризма и социально-культурного сервиса
Южно-Уральского государственного университета,
кандидат педагогических наук Котлярова Оксана Владимировна*

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ТУРИЗМА

Аннотация. В статье рассматривается роль геоинформационных систем (ГИС) в обеспечении устойчивого развития рекреационного туризма. Особое внимание уделяется электронным картографическим сервисам (Яндекс.Карты, Google Карты, QGIS) как наиболее доступным и функциональным инструментам. Анализируются возможности ГИС по оптимизации туристских потоков, мониторингу рекреационной нагрузки, сохранению природного и культурного наследия. Предлагаются практические рекомендации по внедрению ГИС-технологий в деятельность региональных туристских организаций.

Ключевые слова: геоинформационные системы, рекреационный туризм, устойчивое развитие, электронные карты, туристско-рекреационное природопользование, QGIS, Яндекс.Карты.

В последние десятилетия рекреационный туризм стал одним из наиболее динамично развивающихся секторов мировой экономики. Однако рост туристских потоков сопровождается усилением антропогенной нагрузки на природные и культурные ландшафты, что противоречит принципам устойчивого развития. В этих условиях особую значимость приобретают инструменты пространственного анализа и управления территориями. Геоинформационные системы (ГИС), включая общедоступные электронные карты (Яндекс.Карты, Google Карты, 2ГИС) и профессиональные платформы (QGIS, ArcGIS), предоставляют эффективные решения для планирования, мониторинга и регулирования рекреационной деятельности. Цель данной статьи – обосновать роль ГИС как ключевого фактора устойчивого развития рекреационного туризма.

Актуальность темы обусловлена рядом противоречий. С одной стороны, рекреационный туризм способствует социально-экономическому развитию регионов, созданию рабочих мест и сохранению культурного наследия. С другой – неконтролируемый рост туристских потоков ведёт к деградации экосистем, потере аутентичности территорий и снижению качества рекреационных услуг. По данным Всемирной туристской организации (UNWTO), до 60%

прибрежных зон и 40% особо охраняемых природных территорий испытывают критическую рекреационную нагрузку [1, с. 112].

Традиционные методы управления туризмом (бумажные карты, статические отчёты) не позволяют оперативно реагировать на изменения. Внедрение ГИС-технологий открывает возможность для перехода к адаптивному управлению, основанному на актуальных пространственных данных. Электронные карты, такие как Яндекс.Карты и Google Карты, уже используются туристами для навигации, однако их потенциал для устойчивого развития рекреации реализован далеко не полностью. Профессиональные ГИС (QGIS) позволяют моделировать сценарии развития территорий, оценивать ёмкость троп и прогнозировать риски. Таким образом, исследование ГИС как фактора устойчивости рекреационного туризма является своевременным и практически значимым.

1. Классификация ГИС, используемых в рекреационном туризме

Геоинформационные системы, применяемые в сфере рекреационного туризма, можно разделить на три группы.

К первой группе относятся общедоступные веб-картографические сервисы (Яндекс.Карты, Google Карты, 2ГИС). Их преимущества – бесплатность, интуитивно понятный интерфейс,

наличие API для интеграции с туристскими порталами. Недостаток – ограниченные аналитические возможности.

Вторая группа – профессиональные ГИС с открытым кодом (QGIS, GRASS GIS). QGIS позволяет выполнять сложный пространственный анализ: строить зоны рекреационной доступности, вычислять уклоны местности для прокладки экологических троп, оверлейный анализ землепользования. При этом QGIS не требует лицензионных отчислений, что важно для региональных бюджетов.

Третья группа – коммерческие ГИС (ArcGIS, MapInfo). Они обладают расширенными модулями 3D-моделирования и сетевым анализом,

но их стоимость ограничивает массовое внедрение.

На практике для целей устойчивого развития рекреационного туризма оптимальным является комбинирование QGIS для аналитических задач и публичных карт для навигации туристов.

2. Основные направления применения ГИС для устойчивого развития рекреационного туризма

Устойчивое развитие рекреационного туризма включает три взаимосвязанных аспекта: экологический, социально-экономический и институциональный. ГИС вносят вклад в каждый из них (табл. 1).

Таблица 1

Вклад ГИС в компоненты устойчивого развития рекреационного туризма

Компонент устойчивости	Задачи, решаемые с помощью ГИС	Пример реализации
Экологический	Оценка рекреационной ёмкости территорий, мониторинг деградации почв и растительности, контроль за соблюдением охранных зон	Создание в QGIS модели предельно допустимой нагрузки на тропу на основе данных NDVI
Социально-экономический	Оптимизация размещения объектов туристской инфраструктуры, анализ туристских потоков, оценка доступности для маломобильных групп	Использование Яндекс.Карт для построения изохрон транспортной доступности до природных достопримечательностей
Институциональный	Пространственное планирование ООПТ, зонирование территорий, информирование туристов о правилах поведения	Интерактивные слои в Google Картах с указанием зон запрета разведения костров и мест сбора мусора

Одним из ключевых методов является картографирование рекреационной нагрузки. На основе данных дистанционного зондирования и полевых наблюдений в QGIS можно построить карту плотности туристских троп. Например, в национальном парке "Лосиный остров" (Московская область) с помощью ГИС выявлены участки с превышением нормативной нагрузки, что позволило перемаршрутизировать потоки и создать временные экологические коридоры [2, с. 45].

Другое важное направление – создание рекреационных кадастров. Геоинформационный кадастр включает слои: рельеф, гидрография, растительность, объекты культурного наследия, точки размещения кемпингов, источники питьевой воды, места утилизации отходов. Такой кадастр, реализованный на базе QGIS с публикацией через веб-интерфейс (например,

через платформу NextGIS), становится основой для принятия управленческих решений.

3. Роль электронных карт в повседневной туристской практике

Электронные карты (Яндекс.Карты, Google Карты) уже стали неотъемлемым инструментом большинства рекреантов. Их функции выходят далеко за рамки простой навигации.

Современные картографические сервисы позволяют:

- получать информацию о загруженности маршрутов в реальном времени (через анализ треков мобильных устройств);
- строить экологичные маршруты с минимальным воздействием на природу (функция "избегать грунтовых дорог" в сезон распутицы);
- получать уведомления о погодных условиях и природных рисках;

- передавать координаты экстренным службам через кнопку "Сообщить о проблеме".

Однако существуют и риски. Чрезмерная популярность определённой точки, опубликованной на карте, может вызвать "эффект толпы" – резкое увеличение посетителей, для которых не подготовлена инфраструктура. Примером служит озеро Сельгер в Тверской области: после массового распространения меток на Google Картах количество стихийных туристов возросло в 3 раза, что привело к загрязнению береговой линии [3, с. 208]. Таким образом, электронные карты требуют курирования со стороны органов управления туризмом: нанесение официальных парковок, обозначение границ охранных зон, маркировка разрешённых мест разведения огня.

4. Практические рекомендации по внедрению ГИС в регионах

На основе проведённого анализа можно предложить следующие шаги по интеграции ГИС в управление рекреационным туризмом:

- Создание регионального геопортала туристских ресурсов на базе QGIS Server или NextGIS с открытым доступом для граждан и бизнеса. Портал должен содержать слои: особо охраняемые природные территории, объекты культурного наследия, маркированные тропы, места размещения, пункты экстренной связи.
- Обучение персонала (сотрудников национальных парков, туристско-информационных центров) основам работы в QGIS – цифрованию объектов, наложению буферных зон, созданию карт рекреационной нагрузки.
- Интеграция с мобильными приложениями – разработка легковесного мобильного ГИС-клиента (на основе API Яндекс.Карт или Google Карт), где турист сможет не только видеть разрешённые маршруты, но и отмечать нарушения (кострища, несанкционированные свалки) с отправкой координат в управляющую организацию.
- Периодический мониторинг с использованием данных дистанционного зондирования (например, спутников Sentinel-2) для

оценки изменений растительного покрова в зонах рекреации. QGIS позволяет автоматизировать расчёт индексов (NDVI, MSAVI2) для выявления участков деградации.

Заключение

Геоинформационные системы, включая как профессиональные платформы (QGIS), так и общедоступные электронные карты (Яндекс.Карты, Google Карты), выступают действенным фактором устойчивого развития рекреационного туризма. Они позволяют решать ключевые задачи: оценку рекреационной ёмкости, оптимизацию пространственного планирования, оперативный мониторинг нарушений и информирование туристов. При этом внедрение ГИС не требует значительных финансовых вложений благодаря наличию свободного ПО и открытых данных. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку унифицированных методик расчёта предельно допустимых рекреационных нагрузок с использованием ГИС и на создание систем раннего предупреждения о чрезмерной посещаемости уязвимых природных комплексов.

Литература

1. Кузнецов Ю.В., Орлова Н.С. Геоинформационные системы в управлении рекреационным природопользованием // Известия Русского географического общества. 2023. Т. 155. № 2. С. 110–124.
2. Петрова Т.А. Применение QGIS для оценки рекреационной нагрузки на особо охраняемых природных территориях (на примере национального парка «Лосиный остров») // Геодезия и картография. 2024. № 3. С. 42–49.
3. Смирнов А.В. Цифровые карты и их влияние на распределение рекреационных потоков в Российской Федерации // Туризм и рекреация. 2022. № 4. С. 204–212.
4. UNWTO. Global Report on Tourism and Spatial Data Infrastructure. Madrid: World Tourism Organization, 2021. 158 p. URL: <https://www.unwto.org> (дата обращения: 18.05.2026).

SMIRNOV Kirill Igorevich

Student, South Ural State University, Russia, Chelyabinsk

Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Tourism and Social and Cultural Services at the South Ural State University, Candidate of Pedagogical Sciences Kotlyarova Oksana Vladimirovna

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AS A FACTOR OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RECREATIONAL TOURISM

Abstract. *The article examines the role of geographic information systems (GIS) in ensuring sustainable development of recreational tourism. Special attention is paid to electronic mapping services (Yandex.Maps, Google Maps, QGIS) as the most accessible and functional tools. The possibilities of GIS for optimizing tourist flows, monitoring recreational load, preserving natural and cultural heritage are analyzed. Practical recommendations for the implementation of GIS technologies in the activities of regional tourist organizations are proposed.*

Keywords: *geographic information systems, recreational tourism, sustainable development, electronic maps, tourist and recreational nature management, QGIS, Yandex.Maps.*

ТЕРЕНТЬЕВ Антон Константинович

студент, Московский университет имени С. Ю. Витте, Россия, г. Москва

СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА В МИРЕ АЛГОРИТМОВ

Аннотация. Рассматривается проблема ограниченности алгоритмического подхода при анализе и управлении сложными социально-техническими системами. Цель исследования – обосновать системное мышление как ключевую компетенцию человека в условиях цифровой среды. Методологической основой выступает системный анализ и сравнительный анализ алгоритмического и системного типов мышления. Показано, что эффективность интеллектуальных систем зависит от способности человека учитывать контекст, нелинейные эффекты и долгосрочные последствия решений. Сделан вывод о смещении роли человека от исполнителя алгоритмов к интерпретатору и носителю ответственности в алгоритмизированной среде.

Ключевые слова: алгоритмизация, системное мышление, искусственный интеллект, принятие решений, социально-технические системы, цифровая среда, ответственность человека, когнитивная автоматизация.

Введение

Стремительное развитие цифровых технологий и интеллектуальных систем приводит к тому, что алгоритмы становятся неотъемлемой частью повседневной жизни человека. Они формируют информационные потоки, участвуют в принятии управленческих решений, влияют на профессиональную деятельность и способы взаимодействия с окружающей реальностью. В этих условиях технологии перестают рассматриваться исключительно как инструменты и все чаще выступают в роли среды, в которой осуществляется человеческое мышление и деятельность.

Алгоритмизация процессов управления и анализа данных ориентирована на повышение эффективности, предсказуемости и скорости принятия решений.

В контексте устойчивого развития цифровые технологии рассматриваются как ключевой драйвер трансформации социально-экономических систем. Однако эффективность их внедрения зависит не только от технических характеристик алгоритмов, но и от способности человека интерпретировать, адаптировать и системно осмысливать их результаты.

Однако подобный подход неизбежно опирается на формализацию и упрощение реальности, что становится проблематичным в условиях сложных социально-технических систем, характеризующихся нелинейностью, неопределенностью и контекстной зависимостью. В результате возникает противоречие между возрастающей сложностью реальных

процессов и ограниченной способностью алгоритмов учитывать их целостную структуру.

В научных исследованиях все чаще поднимается вопрос о границах применения алгоритмических решений и о рисках утраты человеком активной субъектной позиции в условиях автоматизации. Человек все чаще оказывается включенным в алгоритмические цепочки в роли исполнителя предписанных действий, не обладая полным пониманием логики системы и возможных последствий принимаемых решений. Это создает угрозу когнитивной автоматизации, при которой способность к осмыслению и критическому анализу постепенно вытесняется следованием алгоритмическим рекомендациям. Методологической основой исследования является теоретический анализ, системный и сравнительный подходы, а также концептуальное моделирование.

В данной связи особую актуальность приобретает системное мышление как форма интеллектуальной деятельности, позволяющая человеку работать с комплексностью, выявлять взаимосвязи между элементами системы и учитывать долгосрочные эффекты принимаемых решений. Системное мышление рассматривается не как альтернатива алгоритмам, а как необходимое условие их осмысленного использования в сложной цифровой среде.

Целью настоящей статьи является обоснование системного мышления как необходимого условия сохранения субъектности и ответственности человека в алгоритмизированных социально-технических системах человека в

мире алгоритмов. В рамках исследования ставится задача выявить ограничения алгоритмического подхода, определить различия между алгоритмическим и системным типами мышления и показать значение человеческого участия в обеспечении устойчивости и осмысленности цифровых систем.

1. Алгоритмизация как доминирующая тенденция современной цифровой среды

1.1. Понятие алгоритмизации и интеллектуальных систем

Под алгоритмизацией в контексте цифровой трансформации понимается процесс формализации деятельности человека и организаций в виде последовательностей правил, моделей и вычислительных процедур, реализуемых с использованием информационных технологий. Алгоритмизация направлена на автоматизацию обработки информации, анализа ситуаций и поддержки принятия решений. В отличие от традиционных программных решений, современные алгоритмы все чаще опираются на методы машинного обучения и анализа больших данных, что позволяет им адаптироваться к изменяющимся условиям.

Интеллектуальные системы представляют собой класс алгоритмических систем, способных выполнять функции, ранее считавшиеся прерогативой человека: распознавание образов, прогнозирование, классификацию, рекомендацию вариантов действий. Их особенностью является использование статистических моделей и вероятностных оценок, а не жестко заданных правил. При этом интеллектуальность таких систем носит функциональный характер и не предполагает наличия понимания или целеполагания в человеческом смысле.

Алгоритмизация и развитие интеллектуальных систем формируют основу современной цифровой среды, в которой значительная часть решений принимается на основе вычислительных моделей. Человек встраивается в эту среду как пользователь, оператор или контролер, взаимодействующий с результатами работы алгоритмов через интерфейсы и визуализации.

1.2. Расширение сфер применения алгоритмов в управлении и принятии решений

Первоначально алгоритмы использовались преимущественно в технических и производственных процессах, где задачи обладали высокой степенью формализации. В настоящее время наблюдается устойчивый тренд на распространение алгоритмических методов в управлении социально-экономическими и

организационными системами. Алгоритмы применяются при планировании ресурсов, оценке рисков, управлении персоналом, финансовом анализе, логистике и контроле исполнения решений.

Особую роль алгоритмы играют в системах поддержки управленческих решений. Они позволяют обрабатывать большие массивы разнородных данных, выявлять корреляции и предлагать управленческие сценарии на основе заданных критериев эффективности. В условиях высокой неопределенности и дефицита времени такие системы воспринимаются как инструмент повышения рациональности управления.

Однако расширение сфер применения алгоритмов сопровождается ростом сложности управляемых систем. Социально-экономические процессы характеризуются нелинейностью, множественностью целей и наличием трудно формализуемых факторов, таких как ценности, мотивации и институциональные ограничения. В результате алгоритмические модели неизбежно упрощают реальность, сводя ее к набору измеримых показателей, что влияет на характер принимаемых решений.

Подобный подход согласуется с представлениями об ограниченной рациональности и концепцией алгоритмического управления, в рамках которых подчёркивается зависимость решений от формализованных моделей и исходных допущений [5; 8].

1.3. Иллюзия универсальности алгоритмического подхода

Широкое распространение алгоритмов в управлении формирует представление об их универсальности и объективности. Формальная корректность вычислений и использование количественных метрик создают ощущение нейтральности и научной обоснованности результатов. В результате алгоритмические рекомендации нередко воспринимаются как оптимальные решения, не требующие дополнительной интерпретации или критического анализа.

Иллюзия универсальности алгоритмического подхода связана с неявным перенесением логики технических систем на сложные социальные процессы. Алгоритмы эффективно работают в условиях стабильных правил и повторяющихся ситуаций, однако при изменении контекста или появлении новых факторов их предсказательная способность снижается. При этом ограничения моделей часто остаются скрытыми от пользователей, что повышает

риск некритичного следования алгоритмическим выводам.

Дополнительную проблему представляет смещение ответственности за решения. Когда выбор формально основан на рекомендациях алгоритмической системы, ответственность за последствия может восприниматься как распределенная или обезличенная. Это снижает роль человеческого суждения и затрудняет осмысление долгосрочных эффектов принимаемых решений. В таких условиях возникает необходимость в инструментах, позволяющих интегрировать алгоритмические методы с системным и критическим мышлением человека.

Подобная иллюзия универсальности алгоритмического подхода ранее описывалась в работах, посвящённых ограниченной рациональности и формализации управленческих решений [4; 7].

2. Ограничения алгоритмического мышления в условиях сложных социально-технических систем

2.1. Линейность и формализация как базовые свойства алгоритмов

Алгоритм в классическом понимании представляет собой конечную последовательность формализованных шагов, направленных на получение заранее определённого результата. Его фундаментальными свойствами являются однозначность, повторяемость и детерминированность, что обеспечивает воспроизводимость вычислений и предсказуемость поведения системы при заданных входных данных.

Данные свойства делают алгоритмы особенно эффективными в задачах с чётко определённой структурой, стабильными зависимостями и ограниченным числом переменных. Однако формализация неизбежно предполагает упрощение объекта исследования и исключение факторов, не поддающихся точному описанию. В результате алгоритмическая модель отражает не саму систему, а её формализованное представление, заданное разработчиком.

Линейная логика алгоритмов ориентирована на причинно-следственные цепочки вида «вход – обработка – выход». Такая логика плохо согласуется с реальными управленческими и социальными процессами, где наблюдаются множественные обратные связи, задержки во времени и эффекты накопления. Следствием этого является ограниченная применимость алгоритмов при работе с динамическими и эволюционирующими системами.

2.2. Нелинейность, неопределённость и контекст как характеристики реальных систем

Сложные социально-технические системы характеризуются нелинейным характером взаимодействий между элементами, высокой степенью неопределённости и зависимостью от контекста. Изменение одного параметра может приводить к непропорциональным последствиям, а одинаковые управленческие воздействия – к различным результатам в зависимости от внешних условий [6].

Неопределённость в таких системах связана не только с недостатком данных, но и с принципиальной непредсказуемостью поведения факторов. Нелинейный характер сложных систем и принципиальная ограниченность прогнозирования подробно рассматриваются в рамках теории сложных систем и концепции «чёрных лебедей» [2, 7]. Человеческие решения формируются под влиянием ценностей, мотиваций и субъективных интерпретаций, которые трудно формализовать и включить в алгоритмическую модель. Даже при наличии больших массивов данных алгоритм фиксирует прошлое состояние системы, но не способен в полной мере учитывать возникающие качественные изменения.

Контекстуальная зависимость решений является ещё одним ключевым фактором. То, что является оптимальным в одних условиях, может оказаться неэффективным или даже разрушительным в других. Алгоритмы, ориентированные на универсальные правила и шаблоны, слабо адаптируются к уникальности конкретных ситуаций, что ограничивает их применимость в стратегическом управлении и принятии решений.

2.3. Риски автоматизированных решений без системного анализа

Использование алгоритмических решений без опоры на системный анализ повышает риск принятия локально оптимальных, но системно неэффективных решений. Алгоритм, оптимизирующий отдельный показатель, не учитывает влияние своего функционирования на другие элементы системы и на её долгосрочную динамику.

Одним из ключевых рисков является подмена анализа системы анализом данных. Наличие больших объёмов информации создаёт иллюзию полноты знания, в то время как причинно-следственные связи остаются невыявленными. В отсутствие системного анализа

алгоритмические решения начинают восприниматься как объективные и нейтральные, хотя фактически они отражают заложенные в модель допущения и ограничения.

Данная проблема соотносится с критикой редукции сложных систем к набору измеримых параметров в системной теории [1; 6; 7].

Дополнительную угрозу представляет снижение роли человека как субъекта принятия решений. Передача критически важных функций автоматизированным системам без осмысления их места в общей архитектуре управления приводит к утрате целостного взгляда на систему. В таких условиях системный анализ выступает необходимым методологическим основанием, позволяющим интегрировать алгоритмические инструменты в процесс управления без утраты управляемости и ответственности.

Подобные эффекты подробно описываются в рамках теории сложных адаптивных систем, где подчёркивается невозможность полного прогнозирования поведения системы на основе анализа отдельных компонентов [6; 7].

3. Системное мышление как форма интеллектуальной деятельности человека

3.1. Сущность и основные принципы системного мышления

Системное мышление представляет собой форму интеллектуальной деятельности, ориентированную на целостное восприятие объектов и процессов, выявление взаимосвязей между элементами системы и анализ их совместного функционирования во времени. В отличие от редукционистских подходов, системное мышление рассматривает объект исследования не как сумму отдельных компонентов, а как динамическую целостность, обладающую собственными свойствами.

К ключевым принципам системного мышления относятся учет иерархичности систем, наличие обратных связей, множественность целей и ограничений, а также признание открытого характера систем. Особое значение придаётся анализу взаимодействия системы с внешней средой и способности системы к адаптации и развитию. В этом контексте важным является понимание, что поведение системы определяется не только свойствами её элементов, но и структурой связей между ними.

Системное мышление опирается на вероятностное и сценарное представление будущего, допуская существование нескольких возможных траекторий развития. Это позволяет

учитывать неопределённость и изменчивость условий функционирования системы, что особенно актуально для социально-технических и управленческих объектов.

Понимание системного мышления как особого типа интеллектуальной деятельности сформировано в рамках общей теории систем и последующих междисциплинарных исследований [1; 3; 4].

3.2. Отличие системного мышления от алгоритмического

Алгоритмическое мышление ориентировано на формализацию задачи, построение последовательности шагов и получение однозначного результата при заданных условиях. Оно эффективно в ситуациях, где структура задачи стабильна, а правила и ограничения могут быть явно заданы. В таких условиях алгоритмизация снижает когнитивную нагрузку и повышает производительность деятельности.

Системное мышление, напротив, ориентировано на работу с неформализуемыми аспектами реальности: противоречиями, конфликтами целей, латентными эффектами и изменяющимся контекстом. Его целью является не столько получение точного ответа, сколько понимание устройства системы и возможных последствий вмешательства в неё. В этом смысле системное мышление дополняет, а не заменяет алгоритмический подход.

Принципиальное отличие заключается также в отношении к ошибке. В алгоритмическом подходе ошибка рассматривается как отклонение от корректного выполнения процедуры. В системном мышлении ошибка может служить источником нового знания о системе и её скрытых свойствах. Это делает системное мышление более устойчивым в условиях высокой неопределённости и сложных взаимозависимостей.

3.3. Роль системного мышления в работе со сложностью

Современные социально-технические системы характеризуются высоким уровнем сложности, обусловленным множественностью акторов, пересечением интересов и ускорением технологических изменений. В таких условиях управление на основе исключительно алгоритмических решений становится недостаточным и потенциально рискованным.

Системное мышление позволяет выявлять ключевые точки воздействия, оценивать долгосрочные эффекты управленческих решений

и предотвращать нежелательные побочные последствия. Оно обеспечивает переход от локальной оптимизации к управлению целостным развитием системы, что особенно важно при проектировании крупных информационных платформ и организационных структур.

В условиях активного внедрения интеллектуальных систем системное мышление приобретает дополнительную значимость как когнитивный инструмент человека, обеспечивающий контроль над технологиями. Человек, обладающий системным мышлением, выступает не исполнителем алгоритмов, а архитектором взаимодействия между техническими и социальными компонентами, что позволяет сохранять управляемость и ответственность в мире растущей алгоритмизации.

4. Человек в мире алгоритмов: трансформация роли и ответственности

4.1. Смещение роли человека от исполнителя к интерпретатору

В условиях широкого внедрения алгоритмических и интеллектуальных систем происходит существенная трансформация роли человека в процессах управления и принятия решений. Если ранее человек выступал непосредственным исполнителем процедур и операций, то в современных социально-технических системах его функция всё чаще смещается в сторону интерпретации результатов, формируемых алгоритмами.

Алгоритмы берут на себя выполнение рутинных, формализуемых и вычислительно сложных задач, включая анализ больших массивов данных, прогнозирование и оптимизацию. Человек при этом сохраняет роль субъекта, отвечающего за постановку целей, интерпретацию рекомендаций и оценку их применимости в конкретном контексте. Таким образом, принятие решений всё чаще приобретает характер совместного процесса, в котором алгоритмическая система выступает инструментом, а не автономным агентом.

Данная трансформация требует от человека новых когнитивных компетенций, связанных с критическим осмыслением выводов интеллектуальных систем, пониманием их ограничений и потенциальных искажений. Без развития таких навыков существует риск утраты субъектности, при которой решения формально принимаются человеком, но фактически определяются алгоритмической логикой.

4.2. Ответственность и принятие решений в условиях автоматизации

Одной из ключевых проблем алгоритмизации становится перераспределение ответственности между человеком и интеллектуальной системой. Формально алгоритмы не являются субъектами ответственности, однако на практике автоматизация может приводить к размыванию границ ответственности и снижению уровня осознанного контроля.

В условиях, когда решения принимаются на основе рекомендаций алгоритмов, возникает эффект «переноса доверия», при котором человек склонен воспринимать результат работы системы как объективно верный. Это снижает готовность к критической проверке и может приводить к ошибкам с серьёзными социальными и управленческими последствиями. Особенно высоки такие риски в критически значимых областях – управлении инфраструктурой, образовании, социальной политике.

Вопросы распределения ответственности и доверия в условиях автоматизированных решений активно обсуждаются в исследованиях по этике цифровых технологий и искусственного интеллекта [8].

Ответственность в алгоритмизованных системах требует осознанного проектирования процессов принятия решений, при котором человек сохраняет право и обязанность окончательного выбора. Это предполагает не только техническую прозрачность моделей, но и организационные механизмы, обеспечивающие подотчётность и возможность пересмотра решений.[8]

4.3. Человеческий фактор как источник устойчивости систем

В отличие от распространённого представления о человеческом факторе как источнике ошибок, в условиях сложных социально-технических систем именно человек часто выступает фактором устойчивости и адаптивности. Способность к интуитивному пониманию ситуации, работе с неполной информацией и учёту неформализуемых аспектов среды позволяет человеку компенсировать ограничения алгоритмических моделей.

Человеческое системное мышление позволяет трансформировать алгоритмы из инструментов автоматизации в инструменты устойчивого развития, обеспечивая адаптивность, этичность и устойчивость цифровых систем управления.

Человеческий фактор проявляется в способности распознавать аномалии, выходящие за рамки обучающих данных, учитывать ценностные и этические измерения решений, а также адаптироваться к изменениям контекста, не предусмотренным системой. Эти качества особенно важны в ситуациях кризиса, нестабильности и быстрых трансформаций, где формализованные правила оказываются недостаточными.

Таким образом, устойчивость современных систем во многом определяется не степенью их автоматизации, а качеством взаимодействия между человеком и интеллектуальными технологиями. Сохранение активной роли человека как носителя системного мышления и ответственности становится ключевым условием безопасного и устойчивого развития мира алгоритмов.

Заключение

Проведённое исследование позволило выявить ключевые особенности взаимодействия человека и алгоритмических систем в современных социально-технических средах. Анализ показал, что алгоритмизация и внедрение интеллектуальных систем существенно трансформируют роль человека, смещая её от исполнителя к интерпретатору и критическому оценщику решений. Одновременно выявлены ограничения алгоритмического подхода, связанные с линейностью, формализацией, локальной оптимизацией и снижением роли человеческого суждения при отсутствии системного анализа.

Гипотеза о том, что сохранение управляемости, ответственности и устойчивости систем возможно только при интеграции системного мышления как метакомпетенции, подтверждена. Системное мышление выступает инструментом, позволяющим человеку осмысленно использовать интеллектуальные системы, учитывать контекст и потенциальные побочные эффекты алгоритмических решений, а также компенсировать ограничения формализованных моделей. Оно обеспечивает когнитивную гибкость, критическую оценку результатов и способность к стратегическому планированию в условиях неопределённости.

Результаты исследования имеют практическое значение для образования и профессиональной подготовки специалистов в цифровую эпоху. Формирование системного мышления следует рассматривать как приоритетное направление развития метакомпетенций,

обеспечивающее эффективное взаимодействие человека с алгоритмизированной средой и поддерживающее интеллектуальную автономию.

Дальнейшие исследования могут быть сосредоточены на разработке методологических и инструментальных подходов к интеграции системного мышления в образовательные программы, оценке его влияния на качество управленческих решений и изучении динамики адаптации человека в условиях ускоренной цифровизации и расширения функций ИИ. Особое внимание следует уделять экспериментальным моделям взаимодействия человека и интеллектуальных систем, позволяющим количественно измерять вклад системного мышления в устойчивость и эффективность сложных социально-технических систем.

Таким образом, информационные технологии выступают драйвером устойчивого развития лишь при наличии системного мышления у субъектов управления. В противном случае алгоритмизация может усиливать нестабильность и создавать новые системные риски.

Литература

1. Берталанфи Л. фон. Общая теория систем / Л. фон Берталанфи. – М.: Прогресс, 1969. – 289 с.
2. Ackoff R. Redesigning the Future: A Systems Approach to Societal Problems / R. Ackoff. – New York: Wiley, 1974. – 312 p.
3. Checkland P. Systems Thinking, Systems Practice / P. Checkland. – Chichester: Wiley, 1999. – 330 p.
4. Meadows D. Thinking in Systems: A Primer / D. Meadows. – White River Junction: Chelsea Green Publishing, 2008. – 218 p.
5. Simon H.A. Administrative Behavior: A Study of Decision-Making Processes in Administrative Organizations / H.A. Simon. – New York: Free Press, 1997. – 368 p. (Рус. изд.: Саймон Г. Административное поведение. – М.: Экономика, 1995.)
6. Holland J. Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity / J. Holland. – Reading: Addison-Wesley, 1995. – 204 p.
7. Taleb N.N. The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable / N. N. Taleb. – New York: Random House, 2007. – 366 p.
8. Floridi L. The Ethics of Artificial Intelligence / L. Floridi. – Oxford: Oxford University Press, 2019. – 240 p.

TERENTYEV Anton Konstantinovich

Student, Witte Moscow University, Russia, Moscow

SYSTEM THINKING OF HUMAN IN THE WORLD OF ALGORITHMS

Abstract. *The contemporary digital environment is characterized by the increasing role of algorithms and intelligent systems in decision-making processes. This study examines the limitations of the algorithmic approach in complex socio-technical systems and substantiates system thinking as a key human competence in the algorithmic environment. The methodological framework is based on system analysis and comparative analysis of algorithmic and system thinking. The results show that the effectiveness of digital systems depends on the human ability to maintain holistic understanding, contextual reasoning, and responsibility for long-term consequences of decisions.*

Keywords: *algorithmization, system thinking, artificial intelligence, decision-making, socio-technical systems, digital environment, human responsibility, cognitive automation.*

ШУШУГИНА Светлана Владимировна

студентка, Московский институт электроники и математики имени А. Н. Тихонова,
Россия, г. Москва

ВИЗУАЛЬНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПЛАТФОРМ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ПРОЗРАЧНОСТИ ЦИФРОВЫХ ФИНАНСОВЫХ СЕРВИСОВ

Аннотация. В статье рассматриваются визуальные интерфейсы инвестиционных платформ как фактор повышения прозрачности цифровых финансовых сервисов. Показано, что прозрачность зависит не только от объема раскрываемой информации, но и от логики ее визуального представления. Выделены рыночный, транзакционный, портфельный и операционный контуры интерфейсной прозрачности. Сделан вывод о том, что интерфейс выступает инструментом объяснения, проверки и сопоставления финансовой информации.

Ключевые слова: визуальные интерфейсы, инвестиционные платформы, цифровые финансовые сервисы, прозрачность, пользовательский интерфейс, информационная асимметрия, доверие пользователей, визуализация данных.

Введение

Расширение цифровых платежей и мобильного доступа изменило характер взаимодействия пользователя с финансовой системой. По данным Global Findex 2025 г., в развивающихся экономиках доля лиц, совершавших или получавших цифровые платежи, выросла с 55% в 2021 г. до 62% в 2024 г., а доля лиц, хранивших сбережения на финансовом счете, достигла 40% [1]. Это указывает на то, что цифровой финансовый сервис стал основной средой принятия финансовых решений.

В инвестиционном сегменте доступ к активам, рыночной информации и операциям все чаще осуществляется через интерфейс платформы. Крупнейшие цифровые платформы уже обслуживают многомиллионную аудиторию и значительные объемы активов [2, 3, 4, 5]. В этих условиях интерфейс выступает механизмом представления информации о стоимости, риске, статусе операции и последовательности действий пользователя. При этом интерфейс не только передает сведения, но и влияет на поведение инвестора.

Цель статьи состоит в анализе визуального интерфейса инвестиционной платформы как фактора прозрачности цифрового финансового сервиса.

Интерфейсная прозрачность как архитектурное свойство инвестиционной платформы

Под интерфейсной прозрачностью понимается способность визуального слоя платформы переводить внутренние данные, статусы и ограничения сервиса в наблюдаемую и сопоставимую форму. Для инвестиционной платформы это означает ясное отображение цены, комиссий, этапа исполнения операции, структуры портфеля, уровня риска и возможности последующей проверки действия.

Пользователь взаимодействует не с самой рыночной инфраструктурой, а с ее визуальным представлением. Поэтому прозрачность определяется не только объемом данных, но и способом их отображения [6, с. 40-46].

Интерфейсная прозрачность включает несколько взаимосвязанных контуров: рыночный, транзакционный, портфельный и операционный. Они охватывают читаемость котировок, понятность стоимости и маршрута сделки, сопоставимость структуры и риска портфеля, а также корректность статусов, уведомлений и истории действий. Для цифровых сервисов показано, что предсказуемость пользовательского пути и прозрачность статусов снижают когнитивную нагрузку и повышают управляемость взаимодействия [7, с. 145-151]. Логика формирования такой прозрачности представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Контур формирования интерфейсной прозрачности цифровой инвестиционной платформы

Схема показывает, что прозрачность не сводится к отдельному экрану с графиком или карточкой актива. Она формируется как результат последовательного преобразования данных: от рыночного события и внутреннего расчета к визуальному представлению, подтверждению действия и последующей проверке результата. Существенную роль играет обратная связь, при которой пользовательские действия вызывают новые расчеты и изменения статусов, а логирование и аналитика позволяют объяснить последствия совершенных операций.

Такой подход особенно важен для платформ, где в одном интерфейсе совмещены инвестиционные, платежные и сберегательные сценарии. Непрозрачность может возникать даже при формальной полноте данных, если комиссия раскрывается слишком поздно, статус исполнения отображается с задержкой, а риск показывается без связи с ожидаемой доходностью. В подобных случаях интерфейс создает видимость контроля, но не обеспечивает проверяемость решения. Поэтому прозрачность должна рассматриваться как свойство всей цепочки: данные, расчет, визуализация, подтверждение и история операции.

Следовательно, визуальный интерфейс инвестиционной платформы представляет собой самостоятельный слой цифрового финансового сервиса. Он обеспечивает не только доступ к

операции, но и условия для сопоставления альтернатив, понимания стоимости действия и восстановления логики уже совершенной операции. В этом смысле интерфейсная прозрачность выступает механизмом снижения информационной асимметрии.

Платформенные практики визуализации и масштаб цифрового взаимодействия

Современные инвестиционные платформы действуют в условиях масштабного цифрового взаимодействия, при котором интерфейс становится основным средством представления финансовой информации пользователю. Именно через него воспринимаются цена, статус операции, уровень риска и последовательность действий, что определяет общее понимание логики сервиса.

С ростом аудитории, объема операций и продуктового охвата возрастает значение единообразия визуальной структуры, обозначения статусов и способов раскрытия ключевых параметров. Поэтому прозрачность инвестиционного сервиса должна обеспечиваться не на уровне отдельных экранов, а на уровне устойчивых интерфейсных решений, воспроизводимых в различных пользовательских сценариях. Сопоставление масштаба платформ и типовых требований к интерфейсной прозрачности представлено в таблице.

Таблица

Публичные показатели масштаба и интерфейсные требования отдельных цифровых финансовых платформ [2, 3, 4, 5]

Платформа	Публичный показатель масштаба	Контекст цифрового взаимодействия	Требование к прозрачности интерфейса
Robinhood	27 млн клиентов с пополненными счетами и 324 млрд долларов совокупных активов	Высокая частота сделок и быстрое подтверждение действий	До подтверждения должны быть понятны цена, комиссия, статус исполнения и режим продукта
Coinbase	376 млрд долларов активов на платформе и 1,2 трлн долларов годового торгового оборота	Многоактивная среда и повышенная волатильность	Необходимы различие торгового, сетевого и кастодиального статуса, ясное отображение издержек и рисков
Fidelity	43,4 млн уникальных цифровых пользователей и 18 трлн долларов активов под администрированием	Сложные сценарии планирования и долгий горизонт решения	Требуются сопоставимость показателей портфеля, история действий, документированность и ясное раскрытие параметров
Revolut	68,3 млн розничных клиентов и 67,5 млрд долларов клиентских остатков	Интеграция банковских, платежных и инвестиционных сценариев в одном приложении	Критична согласованность терминов, переходов и статусов между разными финансовыми продуктами

Из таблицы 1 следует, что на платформах с высокой скоростью операций особое значение приобретает предсделочная прозрачность: пользователю необходимо понимать не только доступное действие, но и его последствия после подтверждения. В приложениях, объединяющих платежные, банковские и инвестиционные функции, возрастает роль межэкранной согласованности, поскольку непрозрачность нередко возникает при переходе между различными сервисными модулями. Для зрелых инвестиционных сервисов с крупными объемами активов решающим становится не количество визуальных элементов, а проверяемость показателей и возможность восстановить историю принятого решения. При этом приведенные метрики следует рассматривать как публичные показатели масштаба, а не как основу для прямого сопоставления платформ.

Это позволяет точнее определить функциональную роль визуализации в инвестиционном сервисе. Исследования, посвященные влиянию визуального представления данных на решения в сфере децентрализованных финансов, а также работы о связи маркетинговой аналитики с визуальными интерфейсами в процессах продаж и инвестиционного выбора, показывают, что интерфейс влияет на решение не только содержанием данных, но и порядком их предъявления, сопоставимостью и аналитической ясностью [8, с. 62-70]. Поэтому

интерфейсная прозрачность предполагает объединение визуализации, аналитики и пользовательского сценария в единую систему, в которой данные не просто отображаются, а становятся понятными для интерпретации.

Метрики оценки прозрачности и проектные ориентиры

Оценка прозрачности интерфейса не должна сводиться к субъективному восприятию удобства. Для инвестиционных платформ целесообразно использовать измеримые показатели: время, необходимое для понимания стоимости операции; долю экранов, на которых комиссия и риск раскрываются до подтверждения; долю состояний с однозначно понимаемым статусом; полноту истории операции и возможность повторной проверки ее параметров; частоту обращений в поддержку, связанных не со сбоями системы, а с непониманием логики интерфейса. Такой подход особенно важен в условиях разрыва между масштабом цифровизации и уровнем цифровой финансовой грамотности: по данным OECD, 40% людей, совершавших покупки товаров и услуг онлайн, не достигли минимального целевого уровня в этой сфере [9].

Следовательно, интерфейс инвестиционной платформы должен не переносить сложность сервиса на пользователя, а частично компенсировать ее за счет структурированного раскрытия информации. Массовое распространение

цифровых финансовых сервисов лишь усиливает данное требование. В развивающихся экономиках в период с 2021 по 2024 г. доля лиц, совершавших или получавших цифровые

платежи, увеличилась с 55 до 62%, а доля формальных сбережений – с 24 до 40% взрослого населения [1]. Динамика этих показателей представлена на рисунке 2.

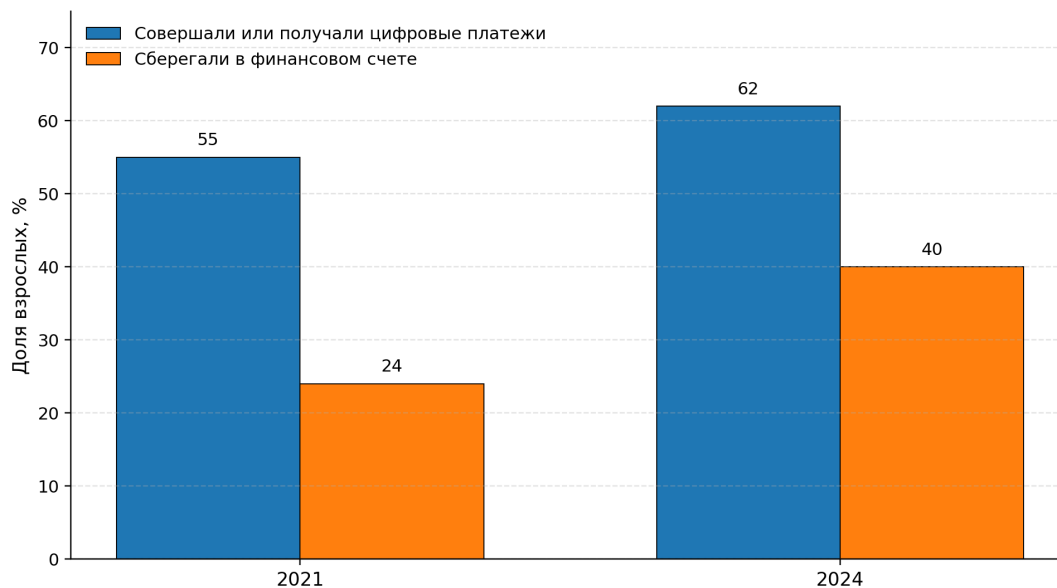


Рис. 2. Динамика отдельных индикаторов цифровизации финансового поведения в развивающихся экономиках

Рисунок 2 показывает, что цифровое финансовое поведение расширяется одновременно в двух направлениях: использование цифровых платежей растет устойчиво, а формальные сбережения увеличиваются еще быстрее. Для инвестиционных платформ это означает приток пользователей, знакомых с мобильными финансовыми сервисами, но не всегда готовых самостоятельно интерпретировать информацию о комиссиях, риске и статусе операции [10, с. 71-79]. По мере роста аудитории прозрачность интерфейса становится не только характеристикой качества сервиса, но и условием снижения операционных и поведенческих рисков.

Ключевые параметры операции должны раскрываться до подтверждения действия, даже если информация подается поэтапно. Обозначения статусов и логика их отображения должны быть единообразными во всех продуктовых модулях платформы. Интерфейс также должен обеспечивать возможность последующей проверки результата: доступ к истории операции, параметрам расчета и понятным уведомлениям при изменении состояния. Прозрачность должна сохраняться и на этапе разрешения проблемных ситуаций, поскольку качество работы с обращениями влияет на общее восприятие сервиса.

Таким образом, визуальный интерфейс повышает прозрачность цифрового финансового

сервиса тогда, когда он объединяет раскрытие данных, их интерпретацию пользователем и последующую проверку результата в единую последовательную систему.

Заключение

Анализ показал, что прозрачность инвестиционной платформы зависит не только от объема данных, но и от способа их визуального представления. Значение имеют логика структуры, последовательность раскрытия параметров и понятность их интерпретации. Ключевыми элементами прозрачности являются отображение структуры актива и портфеля, раскрытие комиссий и ограничений, предупреждения о риске, а также возможность проверки параметров и истории операции. Следовательно, интерфейс инвестиционной платформы выполняет не только навигационную, но и объясняющую функцию: чем выше согласованность между расчетами и их визуальным представлением, тем ниже вероятность ошибок восприятия.

Литература

1. World Bank. The Global Findex Database 2025. URL: <https://www.worldbank.org/en/publication/global-findex/report> (дата обращения: 12.04.2026).
2. Robinhood. Robinhood Reports Fourth Quarter and Full Year 2025 Results. 2026. URL: <https://investors.robinhood.com/news->

releases/news-release-details/robinhood-reports-fourth-quarter-and-full-year-2025-results (дата обращения: 12.04.2026).

3. Coinbase. Coinbase Investor Relations: Company Highlights, data as of 12/31/25. URL: <https://investor.coinbase.com/home/default.aspx> (дата обращения: 12.04.2026).

4. Fidelity. 2025 Annual Report. 2025. URL: <https://about.fidelity.com/data-and-insights/2025-annual-report> (дата обращения: 12.04.2026).

5. Revolut. Revolut reports record profit of \$2.3bn for 2025 as revenue surges to \$6bn. 2026. URL: https://www.revolut.com/en-US/news/revolut_reports_record_profit_of_2_3bn_for_2025_as_revenue_surges_to_6bn/ (дата обращения: 12.04.2026).

6. Ulyanov V. Digital visualization of investment activity in the EOS (Vaulta) blockchain ecosystem // Professional Bulletin. Information Technology and Security. 2025. №3/2025. P. 40-46.

7. Lim E. Formation of customer loyalty in the banking sector based on the implementation of intuitive digital interfaces // Economy and Business: Theory and Practice. 2026. Vol. 2 (132). P. 145-151.

8. Tikhomirov A.P. Digital growth tools: marketing analytics and visual interfaces in sales management and investment decision-making // Cold Science. 2025. № 24. P. 62-70.

9. OECD. Supporting informed and safe use of digital payments through digital financial literacy. 2025. URL: <https://doi.org/10.1787/21de47d1-en> (дата обращения: 12.04.2026).

10. Ulyanov V. Impact of interface data visualization on investment decisions in decentralized finance // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2025. № 51. P. 71-79. URL: <https://doi.org/10.26160/2474-5901-2025-51-71-79> (дата обращения: 12.04.2026).

SHUSHUGINA Svetlana Vladimirovna

Student, Tikhonov Moscow Institute of Electronics and Mathematics, Russia, Moscow

VISUAL INTERFACES OF INVESTMENT PLATFORMS AS A FACTOR OF INCREASING TRANSPARENCY OF DIGITAL FINANCIAL SERVICES

Abstract. *The article examines visual interfaces of investment platforms as a factor in enhancing the transparency of digital financial services. It is shown that transparency depends not only on the amount of disclosed information, but also on the logic of its visual presentation. The study identifies market, transactional, portfolio, and operational dimensions of interface transparency. It is concluded that the interface serves as a tool for explaining, verifying, and comparing financial information.*

Keywords: *visual interfaces, investment platforms, digital financial services, transparency, user interface, information asymmetry, user trust, data visualization.*

Актуальные исследования

Международный научный журнал

2026 • № 21 (307)

Часть 1

ISSN 2713-1513

Подготовка оригинал-макета: Орлова М.Г.

Подготовка обложки: Ткачева Е.П.

Учредитель и издатель: ООО «Агентство перспективных научных исследований»

Адрес редакции: 308000, г. Белгород, пр-т Б. Хмельницкого, 135

Email: info@apni.ru

Сайт: <https://apni.ru/>

Отпечатано в ООО «ЭПИЦЕНТР».

Номер подписан в печать 26.05.2026г. Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

308010, г. Белгород, пр-т Б. Хмельницкого, 135, офис 40