



ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕВОЛЮЦИИ: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

Часть 2

**Сборник статей
по итогам**

**Международной научно-практической конференции
29 мая 2026 г.**

Стерлитамак, Российская Федерация
Агентство международных исследований
Agency of international research
2026

УДК 00(082) + 001.18 + 001.89
ББК 94.3 + 72.4: 72.5
Ц 752

**Ц 752 ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕВОЛЮЦИИ:
СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ: Сборник статей
по итогам Международной научно-практической конференции
(Воронеж, 29 мая 2026 г.). / в 2 ч. Ч. 2 - Стерлитамак: АМИ, 2026. -
362 с.**

ISBN 978-5-908102-62-9 ч.2
ISBN 978-5-908102-63-6

Сборник статей подготовлен на основе докладов Международной научно-практической конференции «ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕВОЛЮЦИИ: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ», состоявшейся 29 мая 2026 г. в г. Воронеж.

Научное издание предназначено для докторов и кандидатов наук различных специальностей, преподавателей вузов, докторантов, аспирантов, магистрантов, практикующих специалистов, студентов учебных заведений, а также всех, проявляющих интерес к рассматриваемой проблематике с целью использования в научной работе, педагогической и учебной деятельности.

Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей, за соблюдение законов об интеллектуальной собственности и за сам факт их публикации. Редакция и издательство не несут ответственности перед авторами и / или третьими лицами и / или организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Полнотекстовая электронная версия сборника размещена в свободном доступе на сайте <https://ami.im>

Издание постатейно размещено в научной электронной библиотеке elibrary.ru по договору № 1152 - 04 / 2015К от 2 апреля 2015 г.

ISBN 978-5-908102-62-9 ч.2
ISBN 978-5-908102-63-6
УДК 00(082) + 001.18 + 001.89
ББК 94.3 + 72.4: 72.5

Ответственный редактор:**Сукиасян Асатур Альбертович, к.э.н.****В состав редакционной коллегии и организационного комитета входят:**

- Абдуллин Тимур Зуфарович, к.т.н.
Абидова Гулмира Шухратовна, д.т.н.
Авазов Сардоржон Эркин угли, д.с. - х.н.
Агафонов Юрий Алексеевич, д.м.н.
Алейникова Елена Владимировна, д.гос.упр.
Алиев Закир Гусейн оглы, д.фил.агр.н.
Андрейчев Алексей Владимирович, к.б.н.
Бабаян Анжела Владиславовна, д.пед.н.
Баишева Зия Вагизовна, д.фил.н.
Байгузина Люза Закиевна, к.э.н.
Булатова Айсылу Ильдаровна, к.соц.н.
Бурак Леонид Чеславович, к.т.н., PhD
Ванесян Ашот Саркисович, д.м.н.
Васильев Федор Петрович, д.ю.н., член РАЮН
Вельчинская Елена Васильевна, д.фарм.н.
Виневская Анна Вячеславовна, к.пед.н.
Габрус Андрей Александрович, к.э.н.
Галимова Гузалия Абкадировна, к.э.н.
Гетманская Елена Валентиновна, д.пед.н.
Гимранова Гузель Хамидуллоевна, к.э.н.
Григорьев Михаил Федосеевич, д.с. - х.н.
Грузинская Екатерина Игоревна, к.ю.н.
Гулиев Игбал Адилевич, к.э.н.
Датий Алексей Васильевич, д.м.н.
Долгов Дмитрий Иванович, к.э.н.
Дусматов Абдурахим Дусматович, к. т. н.
Ежкова Нина Сергеевна, д.пед.н.,
Екшикеев Тагер Кадырович, к.э.н.
Ефхиева Марина Константиновна, к.пед.н.
Ефременко Евгений Сергеевич, к.м.н.
Закиров Мунавир Закиевич, к.т.н.
Зарипов Хусан Баходирович, PhD.
Иванова Нионила Ивановна, д.с. - х.н.
Калужина Светлана Анатольевна, д.х.н.
Канарейкин Александр Иванович, к.т.н.
Касимова Дилара Фаритовна, к.э.н.
Киракосян Сусана Арсеновна, к.ю.н.
Киркимбаева Жумагуль Слямбековна, д.вет.н.
Кленина Елена Анатольевна, к.филос.н.
Клещина Марина Геннадьевна, к.э.н.,
Козлов Юрий Павлович, д.б.н.,
Кондрашихин Андрей Борисович, д.э.н.
Конопацкова Ольга Михайловна, д.м.н.
Куликова Татьяна Ивановна, к.псих.н.
Курбанаева Лилия Хамматовна, к.э.н.
Курманова Лилия Рашидовна, д.э.н.
Ларионов Максим Викторович, д.б.н.
Мальшкіна Елена Владимировна, к.и. н.
Маркова Надежда Григорьевна, д.пед.н.
Мещерякова Алла Брониславовна, к.э.н.
Мухаммадеева Зинфира Фанисовна, к.соц.н.
Мухамедова Гулчехра Рихсибаевна, к.пед.н.
Набиев Тухтамурод Сахобович, д.т.н.
Нурдавлятова Эльвира Фанизовна, к.э.н.
Песков Аркадий Евгеньевич, к.полит.н.
Половня Сергей Иванович, к.т.н.
Пономарева Лариса Николаевна, к.э.н.
Почивалов Александр Владимирович, д.м.н.
Прошин Иван Александрович, д.т.н.
Равшанов Махмуд, д.филол. н.
Саттарова Рано Кадыровна, к.биол.н.,
Сафина Зия Закировна, к.э.н.
Симонович Надежда Николаевна, к.псих. н.
Симонович Николай Евгеньевич, д.псих. н.
Сирик Марина Сергеевна, к.ю.н.
Смирнов Павел Геннадьевич, к.пед.н.
Старцев Андрей Васильевич, д.т.н.
Танаева Замфира Рафисовна, д.пед.н.
Терзиев Венелин Кръстев, д.э.н., член РАЕ
Трифопова Елена Николаевна, к.э.н.
Умаров Бехзод Тургунпулатович, д.т.н.
Хайров Расим Золимжон углы, к.пед.н.
Хамзаев Иномжон Хамзаевич, к. т. н.
Хасанов Сайдинаби Сайдивалиевич, д.с. - х.н.
Чернышев Андрей Валентинович, д.э.н.
Чиладзе Георгий Бидзинович, д.э.н., д.ю.н.
Шилкина Елена Леонидовна, д.соц.н.
Шкирмонтов Александр Прокопьевич, д.т.н.
Шляхов Станислав Михайлович, д.физ. - мат.н.
Шошин Сергей Владимирович, к.ю.н.
Юсупов Рахимьян Галимьянович, д.и. н.
Яковишина Татьяна Федоровна, д.т.н.
Янгиров Азат Вазирович, д.э.н.
Яруллин Рауль Рафаэллович, д.э.н., член РАЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



TECHNICAL SCIENCE

Берёзкина И.А.

канд. пед. наук, доцент
ФГБОУ ВО «ЛГМУ им. Свт. Луки»
Минздрава России
г. Луганск, ЛНР

Стройный А.А.

студент 4 курса
факультета компьютерных технологий
и прикладной математики
ФГБОУ ВО Кубанский государственный университет
г. Краснодар, Российская Федерация

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аннотация. В статье исследуется применение технологий искусственного интеллекта для автоматизации организации и управления проектной деятельностью. Описаны основные направления использования ИИ: структуризация мышления, визуализация мышления, создание облачных хранилищ. Показано, что внедрение ИИ - решений позволяет сократить время на 20 - 30 % и повысить успешность завершения проектов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, проектная деятельность, управление проектами, автоматизация планирования, интеллект - карты, канбан - доски, коллаборация.

Актуальность исследования. Проектная деятельность – это метод организации работы, направленный на достижение конкретного, измеримого результата в условиях ограниченных ресурсов. Её ключевыми аспектами являются: чёткое планирование и контроль этапов выполнения, инновационность, улучшение коммуникации. Современные проекты генерируют огромные массивы неструктурированной информации.

Искусственный интеллект (ИИ) — это инструмент, способный анализировать эти данные в реальном времени, выявлять скрытые риски, мгновенно распределять задачи, обрабатывать протоколы встреч, генерировать отчеты, что значительно экономит время и человеческие затраты. Кроме того, ИИ повышает точность планирования, прогнозирования, предсказывает влияние изменений.

Поэтому изучение того, как внедрить ИИ в управление проектами — актуальная задача, которая находится в стадии активного изучения. Но несмотря на многочисленность и разнообразие публикаций, посвященных теме нашего исследования, вопросы применения технологий искусственного интеллекта на всех стадиях организации проектной деятельности освещены недостаточно.

Цель исследования – обоснование возможностей технологий искусственного интеллекта для повышения эффективности проектной деятельности, включая автоматизацию процессов планирования, распределения ресурсов, контроля сроков и анализа рисков.

Материалы и методы. В данной работе были использованы методы анализа возможностей нейросетей для эффективной организации проектной деятельности.

Результаты исследования. Проектная деятельность — это целенаправленная, ограниченная во времени и ресурсах деятельность, направленная на получение результата для решения конкретной проблемы или достижения заранее поставленной цели. Ключевыми признаками проектной деятельности являются: цель и результат — заранее известно, что должно быть получено; ограниченность во времени — есть чёткие даты начала и окончания; ограниченность ресурсов — бюджет, материалы, команда; уникальность — каждый проект не является рутинной операцией; цикличность — проходит этапы: идея → планирование → реализация → презентация → рефлексия [2, с. 124].

Как показано в работе [3], проектная деятельность включает 6 основных этапов.

1. Подготовительный – постановка цели, выбор темы, выявление проблемы.
2. Планирование – разработка плана работы, прогнозирование рисков, выбор способа сбора и обработки информации.
3. Реализация проекта – сбор и анализ информации, разработка продукта, документирование хода работы.
4. Оформление результатов - структурирование материала, подготовка отчета, создание визуальных материалов (презентация, графики, таблицы, буклет).
5. Презентация – представление проекта аудитории или заказчику, демонстрация продукта.
6. Рефлексия и оценка – анализ достижений, оценка трудностей, выводы [3, с. 53].

Технологии ИИ обеспечивают: автоматизацию рутинных операций (сбор данных, распределение задач, формирование отчётности); повышение точности прогнозов; интеллектуальную поддержку принятия решений (рекомендательные системы, оптимизация ресурсов, выявление скрытых зависимостей); персонализацию проектных ролей [1]. Цифровое управление проектной деятельности включает: структуризацию мышления (интеллект - карты), визуализацию мышления (канбан - доски), коллаборацию (создание облачных хранилищ). Применение нейросетей в проектной деятельности позволяет преодолеть фундаментальные ограничения человеческого познания (объём памяти, скорость расчёта, подверженность усталости и предубеждениям) и справиться с растущей сложностью проектов.

На основе анализа возможностей нейросетей в процессе автоматизации проектной деятельности, проведем обзор российских и зарубежных технологий искусственного интеллекта: для генерации идей, структурирования планов, документации эффективны ChatGPT (GPT 4), Claude 3.5 Sonnet, Notion AI; для управления задачами и сроками – Asana AI, ClickUp AI, Project.co; для анализа

рисков, прогнозирования, составления отчётов – Project Lad, Forecast, Power BI + Copilot; для коммуникации и автоматического составления протоколов – Otter.ai, Motion.

При всех преимуществах искусственного интеллекта, его внедрение сталкивается с рядом трудностей: потребность в высококачественных структурированных данных; юридические и этические проблемы; ИИ не может заменить качества, незаменимые при управлении людьми и отношениями с партнёрами, например, креативность и эмпатию.

Вывод. Искусственный интеллект — это мощный инструмент повышения эффективности проектной деятельности, но не её самостоятельный субъект. Наиболее результативной становится гибридная модель, где ИИ берёт на себя расчёты, контроль и шаблонные действия, а человек сохраняет стратегическое целеполагание, этическую оценку и гибкое управление в неопределённых ситуациях. Дальнейшее развитие технологий сделает проектную деятельность более адаптивной, прозрачной и результативной. Только при таком комплексном подходе искусственный интеллект раскроет свой потенциал как катализатор инноваций в управлении проектами.

Список использованной литературы

1. Гузенко О.И. ИИ - агенты в управлении проектами: возможности, ограничения и стратегии интеграции / Гузенко О.И., Балябин Д.С. – Вестник проектного управления. 2025; 1(2):71 - 78. <https://doi.org/10.26425/3034-6916-2025-1-2-71-78>.
2. Киселев А. А. Основы управления проектами и организация проектной деятельности. — М: КноРус, 2025. — 282 с.
3. Михалкина Е. В. Организация проектной деятельности: учебное пособие / Е. В. Михалкина, А. Ю. Никитаева, Н. А. Косолапова – Ростов - на - Дону: Изд - во ЮФУ, 2016. – 146 с.

© Березкина И.А., Стройный А.А., 2026

Берский Л.М., студент 4 - го курса,
ФГАОУ ВО "Московский Государственный Технический Университет
Имени Н.Э. Баумана (Национальный Исследовательский Университет)",
г. Москва

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РОБОТОТЕХНИКЕ: ОБУЧЕНИЕ, УПРАВЛЕНИЕ И АВТОНОМНОСТЬ

Аннотация

В статье рассматриваются современные нейросетевые технологии, применяемые в робототехнических системах. Особое внимание уделяется использованию нейросетей для обучения роботов, обработки сенсорных данных, управления

движением, планирования действий и адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды. Рассмотрены основные подходы к обучению роботов, включая обучение с учителем, имитационное обучение, обучение с подкреплением и перенос навыков из симуляционной среды в реальную. Также описаны области применения нейросетевой робототехники в промышленности, медицине, логистике, гражданской инфраструктуре и экстремальных условиях. Отдельно выделены ключевые проблемы внедрения таких технологий: нехватка данных, сложность интерпретации решений, требования к безопасности, вычислительные ограничения и различие между виртуальной и реальной средой.

Ключевые слова

Робототехника, нейросети, искусственный интеллект, обучение роботов, машинное обучение, обучение с подкреплением, автономные системы, техническое зрение, сенсорные данные, интеллектуальное управление.

Робототехника является одной из наиболее активно развивающихся областей современной науки и техники. Если ранее большинство роботов работали по заранее заданным алгоритмам, то современные робототехнические системы всё чаще требуют способности к самостоятельному анализу окружающей среды, адаптации и принятию решений. Это особенно важно для мобильных роботов, промышленных манипуляторов, беспилотных платформ, медицинских ассистентов и сервисных устройств. Нейросетевые технологии позволяют роботам не только выполнять команды, но и обучаться на данных. Робот может распознавать объекты, определять их положение, анализировать препятствия, выбирать траекторию движения и корректировать своё поведение в зависимости от внешних условий. В отличие от жёстко запрограммированных систем, нейросетевые модели способны учитывать большое количество факторов, которые сложно описать вручную. Особое значение нейросети имеют в задачах, где невозможно заранее предусмотреть все варианты поведения среды. Например, складской робот должен учитывать движение людей и других машин, промышленный манипулятор — работать с объектами разной формы, а мобильная платформа — перемещаться по сложной и меняющейся территории. В таких условиях нейросети становятся важным инструментом повышения автономности и гибкости робототехнических систем.

В робототехнике применяются разные типы нейросетевых моделей. Свёрточные нейросети используются для обработки изображений, распознавания объектов и анализа визуальной информации. Рекуррентные и трансформерные модели применяются для анализа последовательностей, прогнозирования движения и построения сложных сценариев поведения. Глубокие нейросети могут использоваться для связи входных данных от сенсоров с командами управления приводами. Одним из основных подходов является обучение с учителем. В этом случае нейросеть обучается на заранее подготовленных примерах. Например, модель может получать изображения объектов и разметку их положения, после

чего учится определять, где расположен объект и как к нему подвести захват. Важное место занимает имитационное обучение. При таком подходе робот учится на действиях человека или другого управляющего алгоритма. Оператор демонстрирует выполнение задачи, а система записывает последовательность наблюдений и управляющих команд. После этого нейросеть обучается воспроизводить похожее поведение. Отдельное значение имеет обучение с подкреплением. В этом случае робот или его виртуальная модель обучается через взаимодействие со средой. За успешные действия система получает вознаграждение, а за ошибки — штраф. Такой подход применяется при обучении навигации, захвату объектов, удержанию равновесия и выполнению сложных манипуляционных действий. Поскольку обучение на реальном роботе может быть дорогим и рискованным, часто используются виртуальные среды. В симуляции можно безопасно моделировать большое количество ситуаций, после чего полученные навыки переносятся на реальное устройство. Однако между виртуальной и реальной средой существует разрыв, связанный с отличиями в физике, освещении, трении, шумах датчиков и задержках управления.

Одной из ключевых задач робототехники является управление движением. Робот должен перемещаться, удерживать равновесие, обходить препятствия, управлять манипуляторами и выполнять точные действия с объектами. В классических системах для этого используются методы кинематики, динамики и автоматического управления. Нейросети при этом не всегда заменяют классические алгоритмы, но часто дополняют их. Например, классический регулятор может отвечать за устойчивость и базовое управление приводами, а нейросеть — за выбор траектории, распознавание ситуации и адаптацию поведения. Такой подход позволяет сочетать надёжность инженерных методов с гибкостью машинного обучения. В мобильной робототехнике нейросети применяются для навигации, обхода препятствий, оценки проходимости поверхности и выбора маршрута. Робот может анализировать данные с камеры, лидара, ультразвуковых датчиков, энкодеров и инерциальных модулей, после чего определять безопасное направление движения. В манипуляционной робототехнике нейросети используются для захвата предметов, сортировки деталей, сборки и перемещения объектов. Особенно важны такие технологии при работе с предметами неопределённой формы, мягкими материалами или объектами, положение которых заранее неизвестно. Нейросеть помогает определить точку захвата, предсказать результат действия и скорректировать движение манипулятора.

Для эффективной работы робот должен получать информацию об окружающей среде и собственном состоянии. Источниками данных являются камеры, лидары, радары, ультразвуковые датчики, энкодеры, инерциальные модули, датчики силы и касания. Каждый сенсор даёт только часть информации, поэтому важной задачей является объединение данных в единую систему восприятия. Нейросети позволяют обрабатывать такие данные и формировать более точное представление о среде.

Камеры помогают распознавать объекты и их положение, энкодеры фиксируют перемещение механизмов, IMU определяет углы наклона и ускорения, а датчики силы позволяют учитывать контакт с объектами. Объединение этих данных повышает устойчивость системы. Например, камера может работать хуже при плохом освещении, но лидар продолжит измерять расстояния. Энкодер может давать ошибку при проскальзывании колеса, но эти данные можно корректировать по информации от других датчиков. Благодаря этому робот получает более надёжную оценку ситуации и может принимать более точные решения. Особое значение имеет обработка данных в реальном времени. Для мобильных роботов и беспилотных платформ важно, чтобы вычисления выполнялись непосредственно на борту устройства, без постоянной передачи данных на сервер. Поэтому всё большее значение приобретают компактные нейросетевые модели и специализированные вычислители.

Нейросетевые технологии активно применяются в промышленной робототехнике. Они используются для автоматической сборки, контроля качества, выявления брака, сортировки деталей, управления манипуляторами и обслуживания производственных линий. Нейросети позволяют роботам работать с объектами, которые отличаются по форме, размеру, цвету и положению. В логистике такие системы применяются для перемещения товаров, комплектации заказов, навигации по складу и распознавания упаковок. В медицине робототехнические комплексы используются как хирургические ассистенты, реабилитационные устройства и системы помощи пациентам. В сельском хозяйстве нейросетевые роботы могут применяться для мониторинга растений, оценки состояния урожая и автоматизации отдельных операций. В гражданской среде нейросетевые роботы используются для уборки помещений, доставки, охраны объектов, помощи людям и взаимодействия с пользователями. Для таких систем особенно важны безопасное движение среди людей, понимание команд и способность реагировать на непредсказуемые ситуации. Отдельное значение имеют роботы, работающие в опасных или труднодоступных условиях. К ним относятся инспекционные роботы, беспилотные платформы, роботы для работы в зонах аварий, на пожарах, под водой или в разрушенных зданиях. В таких случаях нейросети позволяют анализировать обстановку, распознавать препятствия, выявлять повреждения и снижать риск для человека.

Несмотря на значительные преимущества, внедрение нейросетей в робототехнику связано с рядом проблем. Одна из главных — нехватка качественных данных. Для обучения требуется большое количество примеров, но в робототехнике сбор данных часто связан с физическими экспериментами, затратами времени и риском повреждения оборудования. Второй проблемой является перенос моделей из симуляции в реальный мир. Даже если робот успешно выполняет задачу в виртуальной среде, в реальности могут возникнуть отличия в трении, массе объектов, освещении, задержках управления и шумах датчиков. Поэтому важным направлением остаётся повышение точности

симуляторов и разработка методов адаптации моделей к реальным условиям. Также важной задачей является интерпретируемость решений. В критически важных системах недостаточно получить правильное действие — необходимо понимать, почему робот выбрал именно его. Это особенно важно в промышленности, медицине и системах, работающих в опасной среде. Перспективы развития связаны с созданием более компактных и энергоэффективных нейросетей, развитием встроенных вычислителей, улучшением симуляционных сред и появлением универсальных моделей, способных выполнять разные задачи без полного перепрограммирования. В будущем нейросетевые технологии будут всё активнее использоваться для создания автономных, адаптивных и безопасных робототехнических систем.

Нейросетевые технологии являются одним из ключевых направлений развития современной робототехники. Они позволяют роботам анализировать окружающую среду, обучаться на данных, адаптироваться к новым условиям и выполнять сложные действия с объектами. Наиболее важными областями применения являются техническое зрение, сенсорное восприятие, управление движением, навигация и манипуляционные задачи. При этом полноценное внедрение нейросетей требует решения вопросов безопасности, надёжности, интерпретируемости и вычислительной эффективности. Поэтому наиболее перспективным является сочетание нейросетевых методов с классическими алгоритмами управления и инженерными средствами контроля. Такой подход позволяет создавать более автономные и устойчивые робототехнические системы нового поколения.

Список использованной литературы:

1. Бирюков В. Г., Терехов С. А., Черемных С. В. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. — М.: Финансы и статистика, 2004.
2. Соловьева Е. Б., Абдуллах А. Система управления на основе нейронных сетей при обучении с подкреплением для робота - манипулятора // Информационно - управляющие системы. — 2020. — № 5. — С. 24–32.
3. Серебряков М. Ю. Глубокое обучение с подкреплением в управлении манипуляционными роботами // научная статья. — 2022.
4. Сидоренко А. В. Обучение с подкреплением при навигации мобильных роботов // научная статья. — 2021.
5. Залогин Н. Е., Григорьев Д. С. Об обучении интеллектуальных агентов в виртуальной среде для задачи управления роботом - манипулятором // Известия Томского политехнического университета. Промышленная кибернетика. — 2024. — Т. 2. — № 3. — С. 1–8.
6. Цао И. Метод захвата движущегося объекта манипулятором на основе обучения с подкреплением // Вестник кибернетики. — 2025. — Т. 24. — № 2.
7. Sutton R. S., Barto A. G. Reinforcement Learning: An Introduction. — 2nd ed. — Cambridge: MIT Press, 2018.

Бирев М. Э.

Аспирант
ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»
Московский государственный технологический университет

Волкова Г. Д.

Доктор технических наук, профессор
ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»
Московский государственный технологический университет

АНАЛИЗ И ГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖИЗНЕННЫХ ЦИКЛОВ РАЗНОРОДНЫХ НАУКОЕМКИХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация

В статье рассматриваются состав и структура соподчиненных жизненных циклов разнородных наукоемких изделий специального назначения. В соответствии с отраслевыми стандартами, выявлены ключевые особенности отрасли, влияющие на организацию состава и структуры этапов ЖЦ. Представлены результаты графического моделирования, отражающие последовательную передачу документов между этапами и информационные связи между жизненными циклами головного изделия и его составных частей.

Ключевые слова

жизненный цикл, наукоемкие изделия, этапы создания, графическое моделирование, документооборот, кооперация, системный анализ.

Состав жизненных циклов наукоемких изделий

В наукоемких отраслях промышленности, состав и структура жизненного цикла изделия строго регламентирована и стандартизирована базой нормативной документации и внутренними отраслевыми стандартами. Если рассматривать наукоемкие производства, то помимо общих стандартов производства: ГОСТов и ЕСКД, их деятельность также регулируется внутренними отраслевыми стандартами, под контролем государства.

Состав этапов ЖЦ головного изделия:

1. Аванпроект (техническое предложение) – в ряде нормативных документов также именуемый техническим предложением, является начальным и одним из наиболее ответственных этапов жизненного цикла сложной технической системы. Основная цель, преследуемая на данном этапе, заключается в технико - экономическом обосновании целесообразности создания комплекса или изделия, формировании его перспективного технического облика, а также в предварительной оценке принципиальной возможности реализации заданных тактико - технических характеристик (ТТХ). Кроме того, на этапе аванпроекта определяются укрупнённая кооперация головного исполнителя и соисполнителей,

а также ориентировочные сроки и стоимость последующей опытно - конструкторской разработки.

Входные данные:

- Тактико - техническое задание (ТТЗ) государственного заказчика (или ТЗ инициативной разработки).
- Результаты предварительных НИР (в том числе по обоснованию целесообразности создания изделия, патентные исследования по ГОСТ Р 15.011 - 96).
- Данные о существующих отечественных и зарубежных аналогах, о передовых технологиях.
- Информация о предприятиях - соисполнителях (для конкурсного отбора, если конкурс проводится).

Выходные данные:

- Аванпроект (техническое предложение) в составе:
 - пояснительная записка;
 - ведомость аванпроекта;
 - чертеж общего вида (при необходимости);
 - габаритный чертеж;
 - схемы (структурные, функциональные, принципиальные);
 - таблицы и расчёты (масс, энергопотребления, надёжности и др.).
- Предварительный генеральный (сквозной) график создания (сетевая модель).
 - Проект технического задания (ТЗ) на выполнение ОКР.
 - Карта технического уровня и качества продукции (по ГОСТ 2.116 - 2013).
 - Экспертное заключение (по результатам рассмотрения аванпроекта заказчиком).

2. Эскизный проект – является логическим продолжением аванпроекта и представляет собой ключевой этап, на котором происходит комплексное теоретическое и экспериментальное обоснование всех основных характеристик, технических и технологических решений, принимаемых при создании высокотехнологичного изделия и его составных частей. Главная цель данного этапа заключается в детальной проработке технико - экономических показателей изделия, разработке комплексной программы экспериментальной отработки, а также в подготовке и выдаче организациям - соисполнителям исходных данных для проектирования, оформляемых в виде технических заданий (ТЗ) на каждую составную часть.

Входные данные:

- Утверждённый аванпроект (или техническое предложение по ГОСТ 2.118 - 2013).
 - Уточнённое техническое задание (ТЗ) на ОКР (выданное после защиты аванпроекта).
 - Протокол рассмотрения аванпроекта (с замечаниями и предложениями).
-

- Результаты дополнительных НИР (при необходимости).
- Исходные данные для компоновки (габариты, места стыковки, условия эксплуатации).

Выходные данные:

- Комплект документов эскизного проекта (по ГОСТ 2.119 - 2013):
 - пояснительная записка;
 - ведомость эскизного проекта;
 - чертежи общего вида, габаритные, сборочные (для сложных узлов);
 - схемы (структурные, функциональные, принципиальные, соединений).
- Макеты (при необходимости) и протокол макетной комиссии.
- Комплексная программа экспериментальной отработки (КПЭО).
- Технические задания (ТЗ) на все составные части (ключевой выходной документ для кооперации).
 - Уточнённый генеральный (сквозной) график.
 - Перечень соисполнителей.
 - Ориентировочные расчёты затрат на последующие этапы.

3. Разработка рабочей документации (РД) на опытные изделия и макеты – представляет собой процесс создания полного, непротиворечивого и технологически обеспеченного комплекта документации, который в дальнейшем служит единственным основанием для изготовления опытных образцов, проведения автономных испытаний и последующей корректировки. Главная цель данного этапа заключается в обеспечении всех видов производственной и испытательной деятельности необходимым объёмом конструкторских, технологических и программных материалов, достаточным для материального воплощения разработанного изделия.

Входные данные:

- Утверждённый эскизный проект (комплект документов с literой «Э»).
- Техническое задание на ОКР (утверждённое заказчиком).
- Протокол макетной комиссии (замечания по макетам).
- Нормативные документы: стандарты ЕСКД, ЕСТД, отраслевые нормалы (РК - 98, РК - 11).

Выходные данные:

- Полный комплект рабочей конструкторской документации (РКД):
 - чертежи деталей, сборочные чертежи, спецификации (ГОСТ 2.102 - 68, 2.108 - 68);
 - ведомости покупных изделий, ссылочных документов, допуска;
 - технические условия (ТУ).
- Технологическая документация (ТД) – маршрутные и операционные карты, ведомости оснастки (по ЕСТД).
 - Программы и методики испытаний (ПМ) – для автономных и совместных испытаний.
 - Программная документация (при наличии ПО).

• Черновик эксплуатационной документации (руководств по эксплуатации, формуляров).

4. Изготовление макетов и опытных изделий комплексов, автономные испытания (АИ) и корректировка рабочей документации – знаменует собой переход от чисто проектной деятельности к материальному воплощению разработанной технической документации. Главная цель данного этапа заключается в проверке базовой работоспособности каждой составной части изделия в отдельности, выявлении и устранении конструктивных и производственных дефектов, а также в отработке критичных технологических процессов в условиях, приближенных к реальным.

Входные данные:

- Рабочая документация (РД) литеры «Э» (или «без литеры»).
- Программы и методики автономных испытаний.
- План - график изготовления и испытаний.
- Материалы, комплектующие, оснастка, оборудование.
- Квалифицированный персонал (технологи, испытатели).

Выходные данные:

- Изготовленные макеты и опытные образцы (с паспортами, маркировкой).
- Протоколы автономных испытаний (по каждому изделию) – фиксируют режимы, измеренные параметры, выявленные неисправности.
- Акты приёмки - передачи между цехами / между разработчиком и испытательной бригадой.
- Отчёты о результатах АИ (сводный анализ причин дефектов, предложения по доработке).

• Откорректированная рабочая документация (КД и ТД) с литерой «О».

5. Изготовление опытных изделий, комплексные испытания (КИ), межведомственные испытания (МВИ) и корректировка рабочей документации – после успешного завершения автономных испытаний отдельных составных частей возникает необходимость проверить их совместное функционирование в составе единого комплекса. Этой цели служит этап комплексных (КИ) и межведомственных испытаний (МВИ). Главная задача этапа – подтверждение соответствия изделия требованиям тактико - технического задания (ТТЗ) или технического задания (ТЗ), а также оценка технической готовности комплекса к натурным испытаниям. Итоговое заключение даёт межведомственная комиссия (МВК), назначаемая заказчиком.

Входные данные:

- Опытные изделия (с РД литеры «О»).
- Программа комплексных испытаний (входит в КПЭО).
- Программа МВИ (разрабатывается организацией - разработчиком, согласовывается с участниками).
- Приказ (решение) государственного заказчика о создании Межведомственной комиссии.
- Частные программы испытаний систем.

Выходные данные:

- Протоколы КИ (фиксируют параметры, отклонения, аварийные ситуации, имитированные в наземных условиях).
- Акты МВК (с оценкой соответствия требованиям ТТЗ и рекомендацией о готовности к ЛИ).
- Итоговый технический отчёт о готовности комплекса к лётным испытаниям (подписывается генеральным конструктором).
- Откорректированная РД с литерой «О1».
- Решение МВК о допуске комплекса к лётным испытаниям или о направлении на доработку.

6. Натурные испытания – представляют собой завершающий и наиболее ответственный этап экспериментальной отработки комплекса перед принятием решения о его серийном производстве и вводе в эксплуатацию. Цель этапа – окончательная проверка комплекса в реальных условиях эксплуатации, подтверждение всех заявленных тактико - технических характеристик, а также получение разрешения государственной комиссии на серийный выпуск и передачу изделия заказчику.

Входные данные:

- Опытные изделия с РД литеры «О1».
- Программа лётных испытаний (ПЛИ), утверждённая Госкомиссией.
- Частные программы ЛИ (для отдельных систем, например, для БЦВМ, для СЭП).
- Акты об устранении всех замечаний предыдущих этапов.
- Решение Госкомиссии о начале ЛИ (принимается после заслушивания докладов о готовности).
- Готовый стартовый комплекс и наземные измерительные пункты.

Выходные данные:

- Акт о результатах лётных испытаний (основной итоговый документ), содержащий:
 - оценку выполнения ПЛИ;
 - перечень проведённых пусков и их результаты;
 - соответствие фактических ТТХ заданным;
 - заключение о возможности принятия комплекса в эксплуатацию и запуска серийного производства. Акт утверждается Председателем Госкомиссии.
 - Протоколы и отчёты по каждому пуску (подробные данные телеметрии, анализ отказов).
 - Решение Госкомиссии о завершении ЛИ и передаче материалов заказчику.
 - Откорректированная рабочая документация (РД) – после успешных ЛИ документации присваивается литера «А» (для серийного производства) или «А1», «А2» при наличии доработок.
 - Скорректированная эксплуатационная документация (руководства по эксплуатации, формуляры) для передачи заказчику.
-

Состав этапов ЖЦ составной части

1. Эскизный проект (составной части) – является соподчиненным с этапом эскизного проекта головного изделия и представляет собой ключевой этап, который запускает жизненный цикл составной части головного изделия. Главная цель данного этапа заключается в детальной проработке технико - экономических показателей изделия, разработке комплексной программы экспериментальной отработки, а также в подготовке и выдаче исходных данных в виде ТЗ для проектирования КПА, с помощью которого будет осуществляться регулировка и автономные испытания данной составной части.

Входные данные:

- Эскизный проект на головное изделие.
- Техническое задание (ТЗ).
- Уточнённый генеральный график.
- Результаты дополнительных НИР.
- Исходные данные для компоновки.

Выходные данные:

- Эскизный проект.
- Макеты и протокол макетной комиссии.
- Программа экспериментальной отработки (ПЭО).
- ТЗ на разработку КПА.
- Уточнённый генеральный график.
- Перечень исполнителей.
- Ориентировочные расчёты затрат на последующие этапы.

2. Разработка рабочей документации (РД) на опытные изделия и макеты (составной части) – представляет собой процесс создания полного, непротиворечивого и технологически обеспеченного комплекта документации, который в дальнейшем служит единственным основанием для изготовления опытных образцов, проведения автономных испытаний и последующей корректировки. Главная цель данного этапа заключается в обеспечении всех видов производственной и испытательной деятельности необходимым объёмом конструкторских, технологических и программных материалов, достаточным для материального воплощения разработанного изделия.

Входные данные:

- Утверждённый эскизный проект.
- Техническое задание на ОКР.
- Протокол макетной комиссии.
- Нормативные документы: стандарты ЕСКД, ЕСТД, внутренние отраслевые стандарты.

Выходные данные:

- Рабочая конструкторская документация (РКД).
- ПМ - для АИ и КИ.
- Программная документация (при наличии ПО).

- Черновик эксплуатационной документации (руководств по эксплуатации, формуляров).

3. Изготовление макетов и опытных изделий, автономные испытания (АИ) и корректировка рабочей документации (составной части) – знаменует собой переход от чисто проектной деятельности к материальному воплощению разработанной технической документации. Главная цель данного этапа заключается в проверке базовой работоспособности, выявлении и устранении конструктивных и производственных дефектов, а также в отработке критичных технологических процессов в условиях, приближенных к реальным. Выходные данные этого этапа являются частью исходных данных для этапа «Изготовление макетов и опытных изделий комплексов, автономные испытания (АИ) и корректировка рабочей документации» головного изделия. Данный этап является заключительным для жизненного цикла составной части головного изделия.

Входные данные:

- Рабочая документация (РД) литеры «Э» (или «без литеры»).
- Программы и методики АИ.
- План - график изготовления и испытаний.
- Материалы, комплектующие, оснастка, оборудование.
- Квалифицированный персонал.

Выходные данные:

- Изготовленные макеты и опытные образцы.
- Протоколы АИ.
- Акты приёмки - передачи.
- Отчёты о результатах АИ.
- Откорректированная РД с литерой «О».

Графическое моделирование жизненных циклов

На основании принципов системного подхода процесс создания сложной технической системы может быть представлен как иерархически организованная совокупность взаимосвязанных процессов, каждый из которых соответствует определённому этапу жизненного цикла наукоемкого изделия. В рамках такого представления каждый этап рассматривается как целенаправленный процесс преобразования входных данных, в выходные. Входные данные задают ограничения, исходные требования и ресурсы, необходимые для выполнения работ. Выходные данные представляют собой результаты этапа, которые передаются на последующие стадии или служат основой для инициирования параллельных процессов.

Графическое моделирование структуры этапов жизненного цикла позволяет не только упорядочить последовательность работ, но и выявить возникающие связи между жизненными циклами разнородных изделий — например, между головным изделием и его составными частями. Такие связи носят характер информационного и организационного сопряжения, без которого невозможно обеспечить единство проектных решений в условиях кооперации.

На графической схеме представленной на рисунке 1 эта связь обозначена как «Связь 1»: она идёт от выходных данных эскизного проекта головного изделия, к входным данным эскизного проекта составной части. Данная связь отражает фундаментальный принцип системного проектирования: любая сложная техническая система может быть разбита на подсистемы, жизненные циклы которых протекают параллельно, но координируются через единую систему технических заданий и сквозных графиков. Аналогичным образом могут возникать и другие связи. Например, на более поздних этапах результаты испытаний составных частей (протоколы автономных испытаний, акты приёмки) передаются в контур головного изделия для корректировки документации или формирования итоговых отчётов.

Выводы

Предложенное графическое моделирование позволяет наглядно представить не только вертикальную иерархию этапов (от аванпроекта до натуральных испытаний), но и горизонтальные связи между жизненными циклами изделий разного уровня декомпозиции. Это особенно важно при управлении кооперацией, когда головной разработчик и организации - соисполнители должны синхронизировать свои работы по срокам, информационному обмену и критериям приёмки. Таким образом, системное представление ЖЦ в виде взаимосвязанных процессов с чётко определёнными входами и выходами служит методологической основой для организации, контроля и оптимизации всего процесса создания высокотехнологичных изделий.

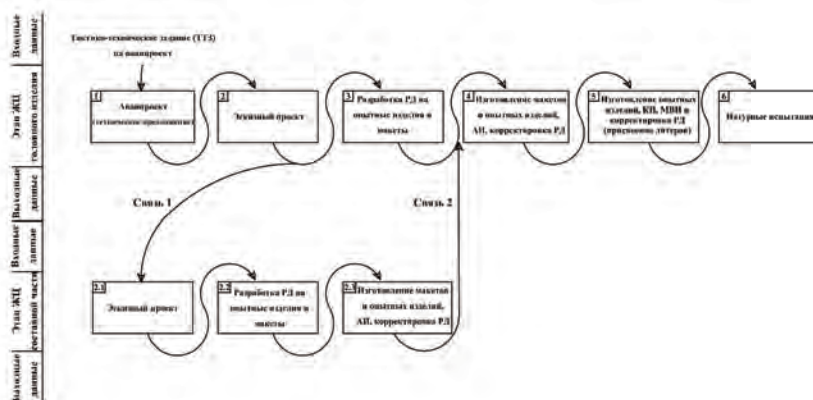


Рисунок 1 – Увязка графических моделей ЖЦ разнородных объектов

Список использованной литературы

1. Романов А. А. Смена парадигмы разработки инновационной продукции: от разрозненных НИОКР к цифровым проектам полного жизненного цикла, 2017. Том

4. Выпуск 2. – С.68 - 84. – Текст: электронный // spacedevice.ru: [сайт]. – URL: [https:// spacedevice.ru / wp - content / uploads / 2019 / 04 / 8 _ p68 _ 0402.pdf](https://spacedevice.ru/wp-content/uploads/2019/04/8_p68_0402.pdf);

2. Буш Г.Я. Методы технического творчества / Г.Я. Буш. – Рига: Издательство "Лиесма", 1972. – 73с.

3. Качала В.В. Основы теории систем и системного анализа.. / Качала В.В.; Учебное пособие для вузов. – 2 - е изд., испр. – М.: Горячая линия –Телеком, 2012. – 210 с.

© Бирев М. Э., Волкова Г. Д. 2026

Бушуев Н.Д.

магистрант 2 курса ФГБОУ ВО «Санкт - Петербургский государственный архитектурно - строительный университет»
г. Санкт - Петербург, РФ

ОРКЕСТРАЦИЯ ПРОЦЕССОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛЁННЫХ MLOPS - СИСТЕМАХ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ APACHE AIRFLOW, DAGSTER И PREFECT

Аннотация

В статье рассматриваются платформы оркестрации процессов машинного обучения Apache Airflow, Dagster и Prefect. Проведён сравнительный анализ их архитектуры, производительности, потребления ресурсов и применимости в распределённых MLOps - системах. На основе экспериментального конвейера определены особенности использования каждой платформы.

Ключевые слова

MLOps, Apache Airflow, Dagster, Prefect, оркестрация процессов, Data Engineering, автоматизация.

Bushuev N.D.

2nd - year master's student,
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
Saint Petersburg, Russia

ORCHESTRATION OF MACHINE LEARNING PROCESSES IN DISTRIBUTED MLOPS SYSTEMS: COMPARATIVE ANALYSIS OF APACHE AIRFLOW, DAGSTER AND PREFECT

Annotation

The article examines Apache Airflow, Dagster and Prefect as orchestration platforms for machine learning processes. Their architecture, performance, resource consumption

and applicability in distributed MLOps systems are compared. The experimental pipeline is used to identify the main application scenarios for each platform.

Keywords

MLOps, Apache Airflow, Dagster, Prefect, orchestration, Data Engineering, automation.

Введение

Современные системы машинного обучения всё чаще становятся частью промышленных информационных систем, что требует автоматизации процессов подготовки данных, обучения моделей и сопровождения результатов. Подобный подход к организации жизненного цикла моделей является одной из ключевых концепций методологии MLOps [11].

В рамках подхода MLOps особую роль играют инструменты оркестрации, обеспечивающие управление зависимостями между задачами, мониторинг выполнения процессов и воспроизводимость вычислений [1].

Для построения MLOps - конвейеров широко используются платформы Apache Airflow, Dagster и Prefect. Несмотря на схожее назначение, данные решения отличаются архитектурными принципами, подходами к организации вычислительных процессов и требованиями к инфраструктуре. Выбор конкретной платформы оказывает влияние на удобство сопровождения, масштабируемость и эксплуатационные характеристики системы.

Целью настоящего исследования является сравнительный анализ Apache Airflow, Dagster и Prefect на примере распределённого MLOps - конвейера для задач финансовой аналитики. Основное внимание уделяется архитектурным особенностям платформ, времени выполнения процессов, потреблению вычислительных ресурсов и практической применимости в промышленной эксплуатации.

Обзор архитектур платформ оркестрации

Для автоматизации процессов машинного обучения и управления вычислительными конвейерами в современных MLOps - системах широко используются специализированные платформы оркестрации. Наиболее распространёнными решениями являются Apache Airflow, Dagster и Prefect, каждая из которых реализует собственный подход к организации выполнения задач, управлению зависимостями и мониторингу процессов.

Apache Airflow является одной из наиболее распространённых платформ оркестрации вычислительных процессов. В основе системы лежит представление рабочих процессов в виде направленного ациклического графа (DAG), где задачи связаны зависимостями и выполняются в заданной последовательности [2]. Архитектура платформы включает планировщик задач, веб - интерфейс для мониторинга, базу метаданных и исполнительные компоненты, обеспечивающие запуск и контроль выполнения задач. Благодаря развитой экосистеме и большому количеству готовых интеграций Airflow широко применяется в проектах Data Engineering и MLOps.



Рисунок 1. Архитектура Apache Airflow
Источник: разработано автором

Dagster использует иной подход к организации процессов по сравнению с традиционными системами оркестрации. Вместо концентрации на отдельных задачах платформа рассматривает данные как основной объект управления. Для этого применяется концепция data assets, позволяющая явно задавать зависимости между наборами данных и отслеживать их изменение на различных этапах обработки [3]. Подобный механизм упрощает контроль качества данных и помогает быстрее выявлять проблемы в конвейерах обработки. Архитектура Dagster включает веб - интерфейс, сервис управления выполнением процессов, хранилище метаданных и вычислительные компоненты, отвечающие за запуск операций.

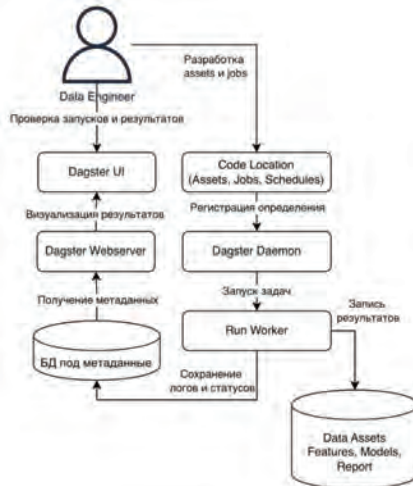


Рисунок 2. Архитектура Dagster
Источник: разработано автором

Платформа Prefect ориентирована на упрощение разработки и сопровождения вычислительных процессов. Основной системы является поток выполнения (flow), в рамках которого определяются задачи и правила их взаимодействия [4]. В состав архитектуры входят сервер управления, рабочие пулы и агенты выполнения, которые могут запускать процессы в различных вычислительных средах. Практика использования показывает, что Prefect требует меньше времени на первоначальную настройку по сравнению с более сложными системами оркестрации, что делает его удобным решением для небольших команд и пилотных проектов.

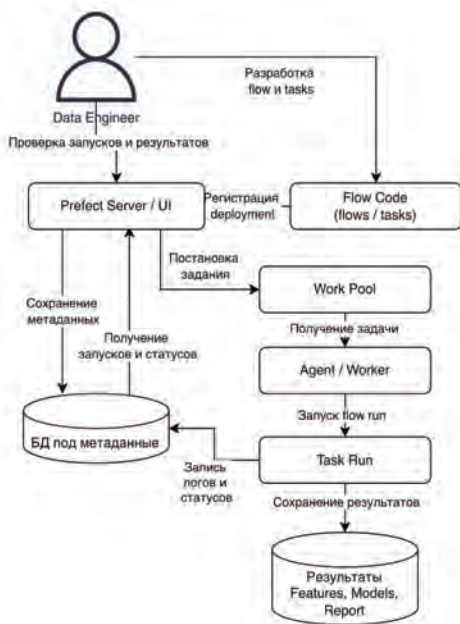


Рисунок 3. Архитектура Prefect
Источник: разработано автором

Проведённый анализ показал, что рассматриваемые платформы ориентированы на разные сценарии применения. Airflow предоставляет широкий набор готовых интеграций и хорошо подходит для крупных промышленных решений. Dagster делает акцент на управлении данными и отслеживании их жизненного цикла, что особенно востребовано в аналитических проектах. Prefect, в свою очередь, предлагает более простой подход к разработке и эксплуатации конвейеров. Поэтому выбор платформы определяется не только техническими характеристиками, но и особенностями команды, инфраструктуры и задач, решаемых в рамках проекта.

Методика экспериментального исследования

Для проведения сравнительного анализа был смоделирован распределённый MLOps - конвейер, предназначенный для задач финансовой аналитики. В качестве базового сценария рассматривался процесс, включающий загрузку исторических котировок, обработку данных, формирование признаков, выполнение трансформаций, обучение моделей, сохранение артефактов и публикацию результатов через API.

Важной особенностью эксперимента являлось то, что сравнивались не математические модели, а инфраструктурные характеристики систем оркестрации. Такой подход соответствует современным принципам проектирования распределённых систем обработки данных и аналитических платформ [10]. Для всех трёх платформ использовался одинаковый набор этапов обработки, одинаковая структура данных и сопоставимые параметры вычислительной среды. Это позволило оценить влияние самой платформы оркестрации на время выполнения процесса, потребление ресурсов и сложность сопровождения.

Обобщённая архитектура экспериментального MLOps - конвейера представлена на рисунке 4.

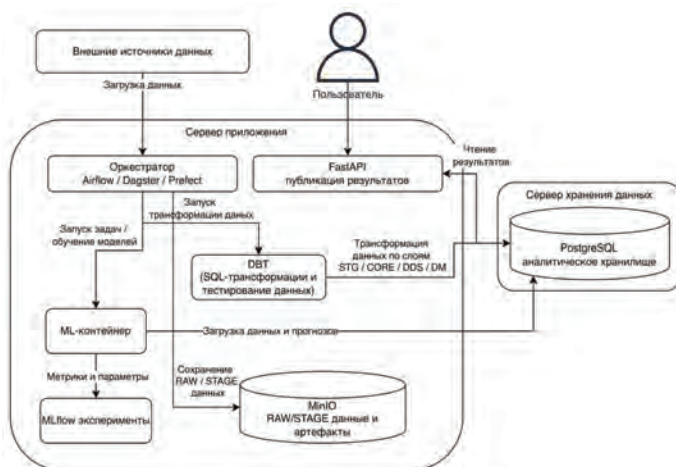


Рисунок 4. Архитектура распределённого MLOps - конвейера
Источник: разработано автором

Экспериментальный стенд включал сервер приложений и СУБД PostgreSQL 16 [6]. В качестве объектного хранилища для размещения артефактов и промежуточных результатов обработки данных использовалась платформа MinIO [7]. Контейнеризация вычислительных компонентов обеспечивала воспроизводимость среды выполнения и независимость отдельных сервисов системы [8].

Для моделирования промышленного сценария использовался набор из 250 тыс. записей финансовых временных рядов. Обучение моделей выполнялось с использованием стандартных подходов машинного обучения, широко применяемых в современных аналитических системах [12].

Во всех трёх платформах была реализована идентичная логика обработки данных, включающая загрузку данных, подготовку признаков, dbt - трансформации [5], обучение моделей и публикацию результатов через API. Для регистрации экспериментов и хранения метаданных моделей использовалась платформа MLflow [9].

Конфигурация стенда приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Конфигурация экспериментального стенда

Параметр	Значение
CPU	8 vCPU
RAM	16 GB
PostgreSQL	16
MinIO	RELEASE.2025
MLflow	3.1
Docker	28
Объём набора данных	250 тыс. записей
Количество DAG / Flows	8
Количество ML - моделей	6
Количество признаков	42

Источник: разработано автором

Результаты сравнительного анализа платформ

После реализации идентичного MLOps - конвейера средствами Apache Airflow, Dagster и Prefect было проведено сравнение времени выполнения основных этапов обработки данных. Во всех случаях использовалась одинаковая инфраструктура, единый набор данных и идентичная логика выполнения задач. Это позволило минимизировать влияние внешних факторов и сосредоточиться непосредственно на особенностях рассматриваемых платформ оркестрации.

Результаты измерения среднего времени выполнения конвейера представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Среднее время выполнения MLOps - конвейера

Этап	Airflow	Dagster	Prefect
Загрузка данных	42 с	39 с	40 с
Подготовка признаков	2 мин 35 с	2 мин 21 с	2 мин 25 с
dbt - трансформации	3 мин 48 с	3 мин 31 с	3 мин 36 с
Обучение моделей	7 мин 42 с	7 мин 15 с	7 мин 18 с

Регистрация артефактов	18 с	17 с	17 с
Публикация результатов	11 с	10 с	10 с
Общее время	14 мин 16 с	13 мин 13 с	13 мин 26 с

Источник: разработано автором

Полученные результаты показывают, что наименьшее суммарное время выполнения конвейера продемонстрировал Dagster. Его преимущество объясняется более компактной архитектурой обработки зависимостей между задачами и меньшими накладными расходами на планирование выполнения процессов. Prefect показал сопоставимые результаты, уступив Dagster менее чем на две процента. Apache Airflow продемонстрировал несколько большее время выполнения, однако разница по сравнению с конкурентами не превысила восьми процентов.

Следует отметить, что основная часть времени выполнения приходилась не на работу самого оркестратора, а на выполнение вычислительных операций подготовки данных и обучения моделей. Это подтверждает, что выбор платформы оркестрации оказывает ограниченное влияние на общую производительность конвейера и должен основываться не только на скорости выполнения задач, но и на эксплуатационных характеристиках системы.

Для наглядного сравнения времени выполнения основных этапов обработки данных результаты представлены в графическом виде на рисунке 5.

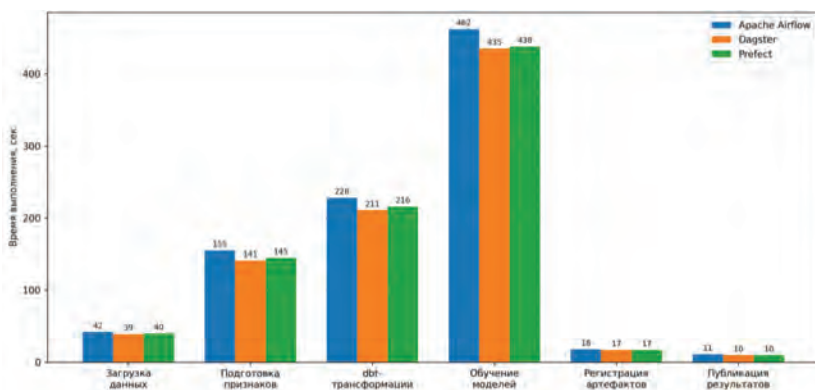


Рисунок 5. Сравнение времени выполнения этапов MLOps - конвейера

Источник: разработано автором

Графическое представление результатов подтверждает, что различия во времени выполнения между рассматриваемыми платформами являются незначительными. Наименьшее суммарное время выполнения продемонстрировал Dagster, однако разрыв по сравнению с Airflow и Prefect не оказывает существенного влияния на практическую эксплуатацию MLOps - конвейера.

Для оценки эффективности использования вычислительных ресурсов дополнительно был проведён анализ средней загрузки процессора и потребления оперативной памяти. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Использование вычислительных ресурсов

Показатель	Airflow	Dagster	Prefect
Средняя загрузка CPU	47 %	43 %	42 %
Пиковая загрузка CPU	68 %	61 %	60 %
Использование RAM	3,8 GB	3,2 GB	3,0 GB
Количество сервисов	5	6	4

Источник: разработано автором

Анализ потребления ресурсов показал, что наименьшую нагрузку на инфраструктуру создаёт Prefect, тогда как Airflow требует большего объёма ресурсов из-за наличия дополнительных сервисов управления и мониторинга. При этом различия не являются критичными для промышленной эксплуатации и могут компенсироваться преимуществами в области масштабируемости и администрирования.

Помимо количественных показателей был проведён анализ эксплуатационных характеристик рассматриваемых платформ. Особое внимание уделялось масштабируемости, зрелости экосистемы, количеству готовых интеграций и удобству сопровождения.

Таблица 4 – Сравнение эксплуатационных характеристик платформ

Критерий	Airflow	Dagster	Prefect
Масштабируемость	высокая	высокая	средняя
Интеграции с внешними системами	высокая	средняя	средняя
Развитость сообщества	высокая	средняя	средняя
Простота внедрения	средняя	средняя	высокая
Средства мониторинга	высокая	высокая	средняя
Поддержка Kubernetes	полная	полная	полная
Распространённость в Enterprise	высокая	средняя	низкая
Зрелость экосистемы	высокая	средняя	средняя

Источник: разработано автором

Сравнение эксплуатационных характеристик показывает, что Airflow обладает наиболее зрелой экосистемой и широким набором интеграций, Dagster обеспечивает высокий уровень наблюдаемости данных и управления их жизненным циклом, а Prefect отличается простотой внедрения и гибкостью настройки процессов.

Заключение

В статье проведён сравнительный анализ платформ Apache Airflow, Dagster и Prefect для оркестрации процессов машинного обучения в распределённых MLOps - системах. Рассмотрены архитектурные особенности решений, требования к инфраструктуре, показатели времени выполнения конвейера и потребления вычислительных ресурсов.

Результаты исследования показали, что различия во времени выполнения идентичного MLOps - конвейера между рассматриваемыми платформами являются незначительными. Наименьшее суммарное время выполнения продемонстрировал Dagster, Prefect показал минимальное потребление вычислительных ресурсов, а Apache Airflow подтвердил преимущества за счёт зрелой экосистемы, широкого набора интеграций и высокой применимости в промышленных Data Engineering - процессах.

Таким образом, выбор платформы оркестрации должен определяться не только производительностью, но и требованиями к сопровождению, масштабируемости и интеграции с существующей инфраструктурой. Для небольших и быстро развиваемых проектов может быть рационален Prefect, для задач управления жизненным циклом данных – Dagster, а для промышленных MLOps - систем с развитой инфраструктурой наиболее универсальным решением остаётся Apache Airflow.

Полученные результаты могут быть использованы при проектировании распределённых систем машинного обучения, аналитических платформ и инфраструктуры Data Engineering, а также при выборе инструментов оркестрации для задач промышленной эксплуатации моделей машинного обучения.

Список использованной литературы:

1. Гриновецкий Н.В. MLOps: построение жизненного цикла моделей машинного обучения. М.: ДМК Пресс, 2023. 256 с.
2. Apache Airflow Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://airflow.apache.org/docs/> (дата обращения: 28.05.2026).
3. Dagster Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.dagster.io/> (дата обращения: 28.05.2026).
4. Prefect Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.prefect.io/> (дата обращения: 28.05.2026).
5. dbt Labs Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.getdbt.com/> (дата обращения: 28.05.2026).
6. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.postgresql.org/docs/> (дата обращения: 28.05.2026).
7. MinIO Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://min.io/docs/> (дата обращения: 28.05.2026).

8. Turnbull J. The Docker Book: Containerization is the New Virtualization. Australia: James Turnbull, 2023. 362 p.
9. Zaharia M., Chen A., Davidson A. [и др.] Accelerating the Machine Learning Lifecycle with MLflow // IEEE Data Engineering Bulletin. 2018. Vol. 41. № 4. P. 39–45.
10. Kleppmann M. Designing Data - Intensive Applications. Sebastopol: O'Reilly Media, 2017. 614 p.
11. Treveil M., Omont N., Stojnic R. Introducing MLOps. Sebastopol: O'Reilly Media, 2020. 356 p.
12. Raschka S., Mirjalili V. Machine Learning with PyTorch and Scikit - Learn. Birmingham: Packt Publishing, 2022. 770 p.

© Бушуев Н.Д., 2026

Васин А.А.

Студент 2 - го курса магистратуры
ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте»
Кафедра информационных технологий
г. Москва

Научный руководитель: Простомолотов А.С.

кандидат экономических наук
ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте»
Кафедра информационных технологий
г. Москва

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ: АНАЛИЗ ПОТРЕБНОСТЕЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ И ОБЗОР ПУБЛИКАЦИЙ

Аннотация

В статье поднимается вопрос автоматизации бизнес - процесса создания и разработки радиоэлектронных схем. На основе анализа потребностей пользователей, выполняющих разные задачи в выбранном процессе, выявлены ключевые требования к системе. Проведен обзор научных публикаций и интернет - источников, посвященных системам автоматизированного проектирования. Обоснована необходимость перехода от разложенных повсюду файлов к единой управляемой информационной системе, связывающей схемы, компоненты, требования, отчетность и всех участников процесса в одном месте.

Ключевые слова

Радиоэлектронные схемы, автоматизация, бизнес - процесс, пользователи, управление разработкой, KiCad, Python, САПР, ECAD.

Введение

В наши дни разработка радиоэлектронных средств представляет не только лишь создание графических схем, но и постановку требований, распределение задач для совместной работы над проектом, подбор компонентной базы, контроль качества, управление версиями схем, ведение документации и создание отчетов. В ходе анализа организации был сделан вывод, что проблема внутреннего подхода к разработке радиоэлектронных схем заключается не в отсутствии инструментов, а в отсутствии единого автоматизированного подхода: актуальные версии теряются, прозрачности в истории версий проекта нет, а передача проекта между участниками разработки затруднена.

Цель данной работы - анализ потребностей конечных пользователей и обзор публикаций по теме автоматизации процессов управления разработкой радиоэлектронных схем.

1. Анализ и формализация потребностей конечного пользователя

Для выявления требований к системе были определены четыре участника процесса разработки радиоэлектронных схем: руководитель проекта, инженер - схемотехник, контролер качества и администратор. Каждая из этих ролей имеет свою зону ответственности и определенные требования к функционалу автоматизированной системы.

Руководителю проекта необходимы инструменты для осуществления управленческого контроля. В них входят следующие аспекты: состав и состояние проектов, сроки, перечень требований и отчеты о проведенных испытаниях. Система должна быть не только хранилищем радиоэлектронных схем, а инструментом оперативного доступа к информации о текущем состоянии проекта.

Инженеру - схемотехнику необходим набор функций для непосредственной разработки: создание схемы, расстановка элементов на схеме, указание обозначений, формирование перечня компонентов, ведение версий проекта.

Контролеру качества редактирование схемы не требуется. Ему нужен функционал для проверки результата работы схемотехника и регистрации испытаний

Администратор должен управлять пользователями и их ролями, настройками системы, резервным копированием данных и анализировать журнал действий пользователей.

Следовательно, можно сделать вывод, что главной потребностью пользователей автоматизированной системы является создание единого информационного пространства, в котором все артефакты проекта будут логически связаны, что позволит устранить пропасть между инженерами и управленцами.

2. Обзор научных и интернет - публикаций

В ходе анализа научных публикаций по теме автоматизации процесса разработки радиоэлектронных схем было выделено три группы публикаций.

Первая группа включает публикации по обзору систем автоматизированного проектирования. В статье К.А. Остроуха и А.Г. Пикулевой представлен

сравнительный анализ существующих систем автоматизированного проектирования, подтверждающий необходимость выбора инструмента проектирования под конкретные задачи предприятия [1]. Д.Ю. Пономарев, показывает, что современные ECAD - системы являются не только графическим редактором, но и системой ведения проектов, библиотек и хранения документации [2]. Исследования Д.Н. Новомейского демонстрируют развитие направления, в котором, автоматизация представляет собой непрерывную цепочку инженерных решений, а не исключительно графическую разработку схем [3].

Вторая группа источников показывает необходимость процесса внедрения специализированного программного обеспечения. Статья А.А. Горбунова об опыте использования EPLAN Electric P8 показывает, что автоматизация может помочь значительно снизить ручной труд и повысить качество документации [4].

Третья группа относится к инструментальным средствам реализации. Официальная документация по Python, PyCharm и SQLite подтверждает, что данный стек технологий является адекватным выбором для создания прикладных систем с графическим интерфейсом, локальной базой данных и модульной архитектурой [5–7]. Информация о KiCad как о свободной EDA - среде позволяет рассматривать ее в качестве инженерного ориентира [8].

Обзор показывает, что задача создания автоматизированной системы остается актуальной и может быть решена путем создания собственного решения на базе open - source компонентов.

Заключение

На основе анализа потребностей пользователей и обзора существующих научных публикаций можно сделать вывод, что автоматизация процесса создания радиоэлектронных схем должна быть направлена на создание единого инженерно - управленческого решения. Разрабатываемая система должна обеспечивать разделение по ролям, целостность данных, поддержку процессов контроля качества и формирования отчетности. Поэтому был выбран путь разработки собственной системы на Python с использованием SQLite и KiCad в качестве референса.

Список литературы

1. Остроух К. А., Пикулева А. Г. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ // Вестник науки. 2024. №6 (75).
2. Пономарев, Д. Ю. Опыт использования ECAD - систем при разработке электронных схем беспилотных летательных аппаратов / Д. Ю. Пономарев, А. А. Лацинник // Вестник Военного инновационного технополиса "Эра". – 2024. – Т. 5, № 1. – С. 29 - 33. – DOI 10.56304 / S2782375X24010145. – EDN GFFOAV.
3. Методика синтеза топологии платы узла радиочастотного тракта / Д. Н. Новомейский, М. Н. Пиганов, А. А. Лупцов, Д. С. Богданов // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2025. – Т. 28, № 3. – С. 49 - 55. – DOI 10.18469 / 1810 - 3189.2025.28.3.49 - 55. – EDN XJVTPC.

4. Горбунов А. А. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОСРЕДСТВОМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПО EPLAN ELECTRIC P8 2024 // Вестник науки. 2025. №6 (87).

5. Python Software Foundation. Python Documentation [Электронный ресурс]. - URL: <https://docs.python.org/> (дата обращения: 10.05.2026).

6. JetBrains. PyCharm: The Python IDE [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.jetbrains.com/pycharm/> (дата обращения: 10.05.2026).

7. SQLite. About SQLite [Электронный ресурс]. - URL: <https://sqlite.org/about.html> (дата обращения: 10.05.2026).

8. KiCad. About KiCad: open - source software suite for Electronic Design Automation [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.kicad.org/about/kicad/> (дата обращения: 10.05.2026).

© Васин А.А., 2026

Васин А.А.

Студент 2 - го курса магистратуры

ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте»

Кафедра информационных технологий

г. Москва

Научный руководитель: Простомолотов А.С.

кандидат экономических наук

ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте»

Кафедра информационных технологий

г. Москва

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ

Аннотация

В статье рассматриваются аспекты проектирования автоматизированной системы управления разработкой радиоэлектронных схем. На основе анализа типовых проблем предметной области предлагается подход к разработке, включающий в себя этапы проектирования базы данных, модель доступа и методологию управления проектом. Основное внимание уделено связи радиоэлектронной схемы с проектными данными и организации версииности.

Ключевые слова

автоматизированная система, радиоэлектронные схемы, управление разработкой, проектирование ИС, ролевая модель, база данных, UML, методика проектирования.

Введение

Процесс разработки радиоэлектронных схем включает в себя два связанных направления работы: инженерное и управленческое. Первое направление отвечает за создание принципиальных схем, подбор элементов схемы и формирование перечня элементов. Второе – за сбор требований, отслеживания соответствия разрабатываемой схемы этим требованиям, планирование задач, проведение испытаний и сбор отчетов. На практике люди, участвующие в эти процессах, используют разные инструменты: CAD - системы для построения схем и системы управления проектами.

Такое разделение порождает следующие системные проблемы:

1. Дублирование информации.
2. Отсутствие прозрачного жизненного цикла схем
3. Сложность контроля качества.

Цель данной статьи - предложить подход к проектированию единой информационной системы, которая объединяет оба направления.

1. Этапы проектирования

Разработку предлагаемой системы можно разделить на следующие этапы:

1. Функциональное моделирование.

На этом этапе фиксируется, что система должна делать, без привязки к технической реализации. Используются дерево функций - иерархический список возможностей и DFD - диаграммы - показывают потоки данных между внешними сущностями и хранилищами.

2. Сценарное моделирование.

Определяется, кто и при каких условиях использует систему. Включает в себя Use - Case диаграмму, которая связывает роли пользователей со сценариями использования и Activity - диаграмму для описания конкретных сценариев работы.

3. Моделирование поведения объектов.

Для сущностей, имеющих сложный жизненный цикл строится диаграмма состояний, которая задает допустимые переходы: «Черновик - На согласовании - Утверждена» или «Открыта - В работе - Закрыта».

4. Проектирование базы данных.

ER - диаграмма сущностей и связей без привязки к конкретной СУБД. Определение таблиц, первичных и внешних ключей, нормализация. Выбор СУБД, создание индексов, определение наиболее частых запросов.

5. Обеспечение безопасности.

Определяются роли пользователей, матрица прав доступа к операциям и механизм журналирования.

6. Календарное планирование.

Для управления сроками используется диаграмма Ганта, связывающая между собой все этапы создания автоматизированной системы.

2. Модель данных

Главный вопрос в проектировании - как хранить графическую схему, чтобы она была не просто картинкой, а структурированным объектом, связанным с проектными метаданными. Предлагается разделение схемы на три логические части:

1. Паспортная часть

Код схемы, версия, статус, дата создания, автор, принадлежность к проекту.

2. Составная часть

Перечень элементов с позиционными обозначениями, количеством, ссылкой на справочник компонентов.

3. Топологическая часть

Узлы и проводники между ними.

Такое решение позволяет повторно открывать схему в редакторе, автоматически получать отчет по WOM, отслеживать изменения узлов и проводников, а также соединять испытания и замечания с конкретным элементом схемы. В базе данных рекомендуется организовать разделение между компонентами, узлами и проводниками.

3. Ролевая модель и безопасность

Для систем подобного класса эффективна модель с внешней проверкой прав. Даже если интерфейс скрывает действия, на которые у пользователя нет прав, все операции должны проверяться на уровне бизнес - логики.

Набор рекомендуемых ролей:

Таблица 1 - роли в проекте

Роль	Область ответственности	Типовые разрешения
Администратор	Сопровождение системы, пользователи, настройки	Полный доступ, просмотр журнала
Руководитель проекта	Планирование, контроль сроков, управление требованиями и рисками	Редактирование проектной части; чтение схем и WOM
Инженер	Разработка схем, ведение WOM, техническая документация	Полный доступ к схемотехнической части
Контролер качества	Проверка соответствия требованиям, испытания	Чтение схем, создание испытаний и замечаний

Матрица прав задаётся в конфигурационном файле или таблице прав и проверяется перед выполнением каждой значимой операции. Все действия фиксируются в журнале аудита с указанием пользователя, времени, типа операции и идентификатора объекта.

4. Выбор методологии управления разработкой

Для проектов по созданию подобных систем не подходит чисто каскадная модель (жёсткое ТЗ на всё сразу), но и чистый Scrum (полная гибкость) тоже не оптимален - слишком велика связность данных и зависимость от начального анализа. Рациональным является комбинированный подход:

- Плановые стадии: обследование, формирование требований, проектирование архитектуры БД, разработка, испытания, внедрение.
- Итерационная разработка внутри стадий: база и авторизация, CRUD - формы, визуальный редактор схем, отчётность и экономика.

Такая схема позволяет получить работающее приложение после каждой итерации, но сохраняет контроль над документацией и сроками.

Для управления задачами на уровне команды достаточно простого бэклога с приоритетами и коротких циклов. Это не требует внедрения полноценного Scrum, но даёт основные преимущества гибких методов.

Заключение

Предложенный методический подход охватывает основные аспекты проектирования информационной системы управления разработкой радиоэлектронных схем:

1. От функционального и сценарного моделирования - к последовательному проектированию базы данных.
2. Ключевое архитектурное решение - разделение схемы на три части, что обеспечивает связность с управленческими объектами.
3. Ролевая модель с серверной проверкой прав и журналированием действий - основа информационной безопасности для локальной системы.
4. Комбинированная методология управления проектом - каскадное планирование с итерационной.

Данный подход может служить методической основой для разработчиков, сталкивающихся с задачей автоматизации управления техническими разработками.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 34.601 - 90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания. - Москва: Стандартинформ.
2. ГОСТ 34.602 - 2020. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы. - Москва: Стандартинформ.

3. Schwaber K., Sutherland J. The Scrum Guide. The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game. - 2020.

4. Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide).

5. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152 - ФЗ «О персональных данных».

© Васин А.А., 2026

Васин А.А.

Студент 2 - го курса магистратуры

ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте»

Кафедра информационных технологий

г. Москва

Научный руководитель: Простомолотов А.С.

кандидат экономических наук

ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте»

Кафедра информационных технологий

г. Москва

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ВОЛОКОННО - ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ STM - 64: ПРОБЛЕМЫ ДИСПЕРСИИ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Аннотация

В данной статье рассматриваются методы модернизации волоконно - оптических линий связи для увеличения скорости передачи данных до 10 Гбит / с. В ходе анализа текущего состояния линий связи была выявлена проблема - при наращивании пропускной способности влияние хроматической дисперсии приводит к ухудшению качества работы линии связи. Были так же описаны принципы синхронной цифровой иерархии и частотного уплотнения. Сформулирован подход к компенсации дисперсии для реализации высокоскоростной передачи без замены кабельной инфраструктуры.

Ключевые слова

STM - 64, ВОЛС, компенсация дисперсии, хроматическая дисперсия, DCF - модули, высокоскоростная передача данных.

Введение

Современное состояние телекоммуникационной отрасли характеризуется стремительным ростом трафика и увеличением числа пользователей. Объемы передаваемых данных растут очень быстро, а полоса пропускания увеличивается не настолько высокими темпами. В этих условиях волоконно - оптические линии

связи стали основой как для протяженных магистралей, так и для локальных сетей благодаря своей широкой полосе пропускания и защищенностью от помех.

Следовательно, необходимо увеличивать скорость передачи информации в линиях связи до приемлемого уровня, что можно достичь модификацией линии связи.

Технологическая основа: SDH и FDM

Для понимания путей решения проблемы в работе анализируются принципы синхронной цифровой иерархии, которая стала эволюционным развитием устаревшей плезиохронной иерархии. Синхронная цифровая иерархия обеспечивает:

- Универсальность передачи любых цифровых потоков через контейнеры;
- Простоту ввода / вывода потоков;
- Легкость модернизации.

Минимальный уровень скорости в системе SDH - STM - 1 (155,52 Мбит / с). Следующие уровни скорости формируются путем умножения первой скорости потока на 4, 16, 64, 256. Таким образом, SDH включает в себя еще 4 скоростных уровня: STM - 4, STM - 16, STM - 64 и STM - 256. Их скорость составляет 622 Мбит / с, 2,5 Гбит / с, 10 Гбит / с, 40 Гбит / с соответственно. Более быстрые потоки создаются путем мультиплексирования четырех предыдущих модулей. Например, STM - 16 состоит из четырех модулей STM - 4, который в свою очередь состоит из четырех модулей STM - 1.

Метод частотного уплотнения заключается в том, что каналы из разных источников объединяются в один канал, в котором за каждым существующим до этого каналом закрепляется отдельная полоса частот в спектре общего канала. Спектр этого сигнала содержит несколько частотных поднесущих компонентов, количество которых соответствует числу компонентных информационных потоков. FDM в сочетании с SDH создает фундамент для построения масштабируемых сетей, однако именно при высоких скоростях становится критичной проблема дисперсии, особенно если линия связи имеет значительную протяженность.

Анализ ограничений

В ходе анализа выявлено, что стандартное одномодовое волокно (типа G.652) обладает положительной хроматической дисперсией в рабочем диапазоне 1550 нм. При исходной длительности импульса 25 пс для STM - 64 и общем уширении за счет дисперсии итоговая длительность может превысить допустимый битовый интервал (100,5 пс). Следовательно, необходима компенсация дисперсии, так как передача сигнала на скорости 10 Гбит / с становится невозможной.

Замена кабеля на более современные типы экономически нецелесообразна на уже существующей линии. Поэтому предпочтительным решением является использование методов компенсации хроматической дисперсии без замены кабельной инфраструктуры.

Компенсация дисперсии DCF - модулями

В работе рассматриваются два основных метода компенсации дисперсии:

1. На основе волоконных брэгговских решеток.
2. С использованием компенсирующего волокна – DCF - модули.

В основе волоконной брэгговской решётки лежит принцип периодического изменения коэффициента преломления внутри или в оболочке оптоволокна. Компенсирующие свойства устройства проявляются благодаря тому, что световые волны с разными длинами отражаются от разных зон решётки и преодолевают неодинаковое расстояние.

DCF - модули представляют собой отрезки специального волокна с отрицательной дисперсией. Включаясь в линию, они приводят дисперсию к нулю или допустимо малому значению.

В качестве примера в работе обоснован выбор модуля DK - 80 Lucent Technologies, который:

- Компенсирует дисперсию для линии длиной до 80 км;
- Вносит удовлетворительный уровень затухание (около 7,9 дБ);
- Обеспечивает итоговую длительность импульса после компенсации ниже допустимого порога (~25 пс).

На практике принято компенсировать дисперсию по всему линейному тракту после каждого оптического усилителя. Но так как в данной ВОЛС усилители входят в состав приемопередающей аппаратуры, то оптимальным является размещение модуля между оптическим усилителем передающего оборудования и оптическим кабелем. Полная отрицательная дисперсия модуля компенсации: $\tau_{DC} = (-1360) \cdot 0,04 = -54,4$, $\tau_{DC} = (-1360) \cdot 0,04 = -54,4$ (пс). Следовательно, полная скомпенсированная дисперсия в каждом ОВ линии связи будет. $\tau_{резC} = \tau_{рез} + \tau_{DC} = 57,8 - 54,4 = 3,4$ (пс). В результате, конечная длительность импульса на выходе оптического кабеля при скорости передачи $B0 = 9953,28$ Мбит / с (STM - 64) будет: $\tau_C = \sqrt{(25,125)^2 + (3,4)^2} = 25,35$ (пс), что намного меньше допустимого значения. Поскольку компенсатор дисперсии вносит дополнительные достаточно большие потери, необходимо рассчитать энергетический бюджет с учетом этих потерь: $A_{эб} = P_{вых} - P_{фпр} - A_{за} - A_{зк} - A - ADC = +13 - (-25) - 3 - 3 - 21,045 - 7,9 = 3,055$ (дБ),

где ADC потери, вносимые модулем компенсации дисперсии.

Таким образом, из полученных значений параметров можно заключить, что после компенсации дисперсии энергетический бюджет остается положительным, а конечная длительность импульса находится в допустимых пределах. Следовательно, передача информации со скоростью 10 Гбит / с на данной ВОЛС становится осуществимой.

Заключение

Исходя из анализа, проведенного в данной работе, можно сделать вывод, что задача повышения скорости передачи данных на оптоволоконных линиях до 10 Гбит / с полностью реализуема. Главная проблема, с которой придется бороться -

это хроматическая дисперсия, из-за которой рост скорости затрудняется. Её компенсация выполняется DCF - модулями без замены кабелей. Предложенный подход позволяет увеличить пропускную способность линии связи там, где применяются устаревшие методы передачи информации, закрыть вопрос растущего спроса на связь и продлить актуальность инфраструктуры.

Список используемой литературы:

1. Скляров О. К. Волоконно - оптические сети и системы связи. - СПб.: Лань, 2023.

2. Грачев А.И., Горлов Н. И. Исследования влияния хроматической и поляризационной модовой дисперсий... // Современные проблемы телекоммуникаций. - Новосибирск: СибГУТИ, 2022.

3. Стадник А. М., Павловская К. А. Преимущества и перспективы развития волоконно - оптических линий связи. - 2023.

4. Задерновский А. А., Сафронов А. А., Козис Е. В. Компенсация хроматической дисперсии в волоконно - оптических линиях связи. - М.: МИРЭА, 2021.

© Васин А.А., 2026

Гаврилов А.Ю.

слесарь по ремонту т / у 4 р
ООО «Газпром добыча Ямбург»
г. Салават, РФ

СМОЛИСТО - АСФАЛЬТЕНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА: ОТ ПРОБЛЕМЫ ДО ПОЛЕЗНОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Аннотация

В статье рассматривается двойственная природа смолисто - асфальтеновых веществ – одних из наиболее проблемных компонентов тяжелых нефтей. Проанализированы основные проблемы, связанные с их присутствием: образование отложений, осложняющих добычу и переработку нефти, и экологические риски традиционной утилизации. Описаны химический состав и структура асфальтенов, объяснены причины их склонности к агрегации и осаждению.

Ключевые слова

Смолисто - асфальтеновые вещества, асфальтены, отложения, модификация битума, углеродные материалы, тяжелые нефти.

Смолисто - асфальтеновые вещества представляют собой наиболее тяжелую и сложную по составу группу компонентов нефти. Изначально они рассматривались

как нежелательные примеси, ответственные за большое количество технологических проблем при добыче, транспортировке и переработке углеводородного сырья. Осаждение асфальтенов приводит к засорению пластов, трубопроводов и технологического оборудования, что влечет за собой значительные экономические потери [1]. Однако в последние десятилетия взгляд на них начал меняться, они стали все чаще рассматриваются не как отходы, подлежащие утилизации, а как потенциальное сырье для получения ценных продуктов

Асфальтены – это наиболее высокомолекулярная и гетероатомная (содержащая S, O, N) часть нефти, нерастворимая в легких алканах (n - пентане, n - гексане) но растворимая в ароматических углеводородах (толуоле, бензоле). Они представляют собой сложные полициклические ароматические структуры, содержащие алифатические цепи и гетероатомные функциональные группы [1].

Основная проблема, вызываемая смолисто - асфальтеновыми веществами, – их склонность к агрегации и осаждению при изменении термобарических условий или химического состава системы. В процессе добычи это происходит при снижении пластового давления или при попадании в пласт несовместимых реагентов (например, при газлифте или кислотных обработках). Образующиеся отложения снижают проницаемость призабойной зоны пласта и дебит скважин [2].

Склонность асфальтенов к образованию агрегатов и последующему осаждению обусловлена нарушением коллоидного равновесия в нефтяной системе. Смолы в нефти играют роль природных стабилизаторов, адсорбируясь на поверхности частиц асфальтенов и предотвращая их агрегацию за счет стерических и электростатических эффектов. При изменении условий (например, при добавлении большого количества алкана при разбавлении нефти) смолы могут растворять асфальтены хуже, что приводит к их слипанию, росту агрегатов и, в конечном счете, к осаждению [2, 5].

На нефтеперерабатывающих заводах САВ вызывают интенсивное коксообразование и закоксовывание теплообменных аппаратов, печных змеевиков и каталитических реакторов, особенно в процессах термкрекинга и гидроочистки тяжелых остатков. Это приводит к сокращению межремонтных промежутков установок, росту энергозатрат и необходимости частых остановок для механической или химической очистки.

Традиционными методами утилизации асфальтеносодержащих отходов (например, нефтяных шламов) являются захоронение на полигонах или сжигание. Оба способа сопряжены с серьезными экологическими рисками. При захоронении существует опасность вымывания токсичных полиароматических соединений в грунтовые воды. Сжигание без специальных газоочистных сооружений приводит к выбросам в атмосферу сажи, оксидов серы и азота. Таким образом, разработка экологически безопасных методов переработки САВ является главной задачей [3].

Наиболее крупнотоннажным и экономически оправданным направлением утилизации САВ является их использование для модификации дорожных битумов.

Сам битум по своей природе близок к тяжелым нефтяным остаткам, богатым асфальтенами. Целенаправленное введение дополнительного количества асфальтенов позволяет существенно улучшить эксплуатационные свойства покрытия: повышение термостойкости битума, улучшение реологических свойств.

Список литературы

1. Гуреев, А.А. Химия нефтяных смол и асфальтенов: методы анализа и модификации / А.А. Гуреев, И.М. Желтов. – М.: Химия, 2021. – 288 с.
2. Speight, J.G. *Asphaltenes: Chemical Transformation during Hydroprocessing* / J.G. Speight. – Cham: Springer, 2020. – 210 p.
3. Новые способы утилизации асфальтенов в дорожном строительстве // Реферативный журнал «Химия». – 2023. – № 5. – С. 45–52.
4. Патент RU 2758901 С1. Способ получения модифицированного битума на основе тяжелых нефтяных фракций / С.И. Иванов, П.Д. Сидоров; заявл. 15.03.2021; опубл. 10.11.2022. – 6 с.
5. Mullins, O.C. *Asphaltenes: Fundamentals and Applications* / O.C. Mullins, E.Y. Sheu, A. Hammami, A.G. Marshall. – New York: Springer, 2015. – 400 p

© Гаврилов А.Ю. 2026

Головкин П. Р.

курсант 1 курса факультета лётной эксплуатации и управления воздушным движением, Ульяновский Институт Гражданской Авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева, ул. Можайского, 8 / 8, 432071, Ульяновск, Россия

Брокерт В. В.

кандидат технических наук, доцент кафедры УКАСИОПД, Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П.Бугаева

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ПРОЕКЦИРОВАНИЯ, СЕЧЕНИЯ И ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ЗАДАЧАХ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Аннотация

Работа посвящена программной реализации основных методов начертательной геометрии. В качестве объекта исследования рассматриваются пространственные геометрические тела и способы их отображения на плоскостях проекций. Основное внимание уделено построению ортогональных проекций, выполнению пространственных преобразований и нахождению сечений многогранников горизонтальной плоскостью. Для практической реализации разработано учебное приложение, позволяющее визуализировать трёхмерную модель объекта, его горизонтальную, фронтальную и профильную проекции, а также результат пересечения с плоскостью. Предлагаемый подход ориентирован на повышение

наглядности изучения начертательной геометрии и может быть использован как в учебном процессе, так и при самостоятельной подготовке.

Ключевые слова

начертательная геометрия, ортогональное проецирование, пространственные объекты, сечение, геометрические преобразования, Python, визуализация, учебное приложение.

Введение. Начертательная геометрия является одной из базовых дисциплин инженерной подготовки [2,3,4], так как формирует навыки пространственного мышления, анализа формы объектов и построения их точных изображений на плоскости. Особое значение эта дисциплина имеет в тех направлениях, где необходимо работать с техническими чертежами, схемами, пространственными моделями и инженерными конструкциями. Несмотря на важность данного раздела геометрии, изучение начертательной геометрии у студентов нередко сопровождается трудностями, связанными с переходом от трёхмерного представления объекта к его плоским изображениям [2].

В традиционной практике значительная часть задач по начертательной геометрии решается вручную. Такой подход полезен для формирования базовых навыков, однако он не всегда обеспечивает достаточную наглядность. Особенно это заметно при изучении пространственных преобразований, построении сечений и анализе взаимного положения объектов в пространстве. Учитывая вышеперечисленные факторы, будет целесообразно использование программной реализации [7,8].

В данном исследовании ставится вопрос о создании программного обеспечения, основанного на применении основных методов начертательной геометрии. Выбор языка программирования обусловлен возможностью объединить в одной программе математическое представление объекта, алгоритм его преобразования и графику. Это позволяет показать связь между теорией и ее компьютерной реализацией.

Постановка задачи. Основная цель исследования — создание программного обеспечения для визуализации пространственных объектов и применения основных методов начертательной геометрии. Эффективность и наглядность предложенного метода оцениваются на примере таких геометрических тел, как куб, пирамида, призма и временная пространственная модель сложной формы. Особое внимание уделяется тому, чтобы итоговая программа была не только математически корректной, но и пригодной для учебной демонстрации.

Методика исследования. На первом этапе исследования был проведён анализ теоретических основ начертательной геометрии, связанных с методами ортогонального проецирования, пространственными преобразованиями и построением сечений [1,2,3,4]. В качестве математической основы использовались методы аналитической геометрии и линейной алгебры [5,6]. Пространственный объект задавался в виде набора вершин с декартовыми координатами, списка рёбер, соединяющих соответствующие вершины, и списка граней, используемых для визуального отображения поверхности многогранника.

Для построения ортогональных проекций использовался классический подход [1,2], при котором каждая точка пространства проецируется на одну из координатных плоскостей. Горизонтальная проекция определялась переходом

от координат (x, y, z) к (x, y) , фронтальная — к (x, z) , профильная — к (y, z) . После проецирования всех вершин между ними проводились отрезки в соответствии со структурой рёбер объекта. Это позволяло получить взаимосвязанные изображения одного и того же тела на разных плоскостях проекций.

Для реализации пространственных преобразований использовались матрицы вращения [6] вокруг координатных осей OX , OY и OZ , а также операция параллельного переноса. Каждая вершина объекта представлялась как вектор в трёхмерном пространстве, к которому последовательно применялись матричные преобразования. Такой подход позволил исследовать изменение положения объекта в пространстве и проследить, как при этом изменяются его ортогональные проекции.

Построение сечения осуществлялось фронтально проецирующей плоскостью (перпендикулярно P_2). Для каждого ребра проверялось, пересекает ли оно заданную плоскость. Если пересечение существовало, вычислялась соответствующая точка. Если же всё ребро оказывалось в секущей плоскости, то оно использовалось как один сегмент сечения. В результате анализа каждого ребра и точки сечения, формировалась пространственная фигура в виде многоугольника.

На заключительном этапе выполнялась программная реализация приложения на языке Python. Для аналитических вычислений использовалась библиотека `numpy` [10], для построения графиков и визуализации — `matplotlib` [8,11], а для выполнения UI - интерфейса (пользовательского интерфейса) — вначале `tkinter`, а затем создавалась веб - страница с использованием `streamlit` [12], что позволило получить наглядный результат, доступный как на персональных компьютерах, так и в мобильных версиях браузеров.

Разработанная программа включает в себя несколько режимов работы: просмотр фигуры, поворот, перенос, построение сечения и учебный демонстрационный режим. Пользователь может выбирать фигуры, изменять углы поворота, параметры переноса и положение секущей плоскости. В результате получается трёхмерная модель объекта, его горизонтальные, фронтальные и профильные проекции. Данный метод позволяет рассмотреть фигуру как в пространстве, так и на эюре в учебном процессе.

В заключении была проведена оценка полученных результатов разработки приложения. Анализ проводился с особым вниманием на визуальность и наглядность полученных проекций и изображений, а также был сделан упор на интуитивность использования интерфейса приложения. В дополнение, была рассмотрена возможность применения приложения как внеурочного способа дополнительного обучения для дальнейшего углубленного изучения дисциплины [1].

Результат исследования. Разработанное приложение использует в себе алгоритмы, которые используют основные правила и методы начертательной геометрии, что, в конечном итоге, позволяет строить модели в пространстве, производить их ортогональные проекции, выполнять различные геометрические преобразования. В качестве исходных данных, для упрощения алгоритмов

программирования, являлись координаты вершин, их соединения и границы моделей, задающие пространственный объект.

На первом этапе были разработаны алгоритмы для первоначального описания геометрических моделей. Для каждой фигуры создаются массивы координат всех точек объекта, его рёбер и граней, что позволяет унифицировать работу с различными типами тел – простыми многоугольниками (куб, пирамида, призма) или более сложными структурами (например, условный летательный аппарат).

Перед визуализацией выполняется преобразование координат вершин – поворот на определённое количество градусов вокруг оси и перенос на некоторое расстояние параллельно ей. Результатом является отображение точек относительно выбранного параметра.

Для выполнения ортогональных проекций используются известные преобразования координат, соответствующие горизонтальной, фронтальной и профильной проекции. Этот способ позволяет получить корректное изображение геометрического объекта в этих плоскостях проекций [1,2,3].

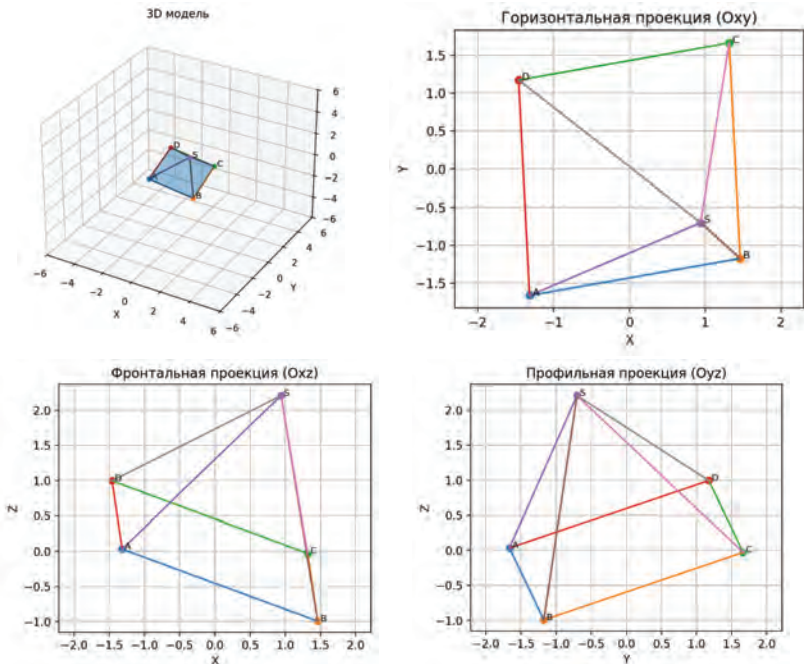


Рисунок 1. Пространственная модель и её проекции

На рисунке 1 представлен результат работы программы в режиме отображения фигуры на примере пирамиды. С левой стороны изображена трёхмерная модель фигуры, с правой и ниже – её проекции. На каждом изображении можно увидеть, что фигура правильно проецируется – горизонтальная проекция отражает

положение основания фигуры; фронтальная – её высоту и форму боковых граней; профильная – фигуру на виде слева. Таким образом, можно сделать вывод, что применяемые в работе программы алгоритмы проекции корректны и согласуются с теоретическими положениями начертательной геометрии [1,2,3].

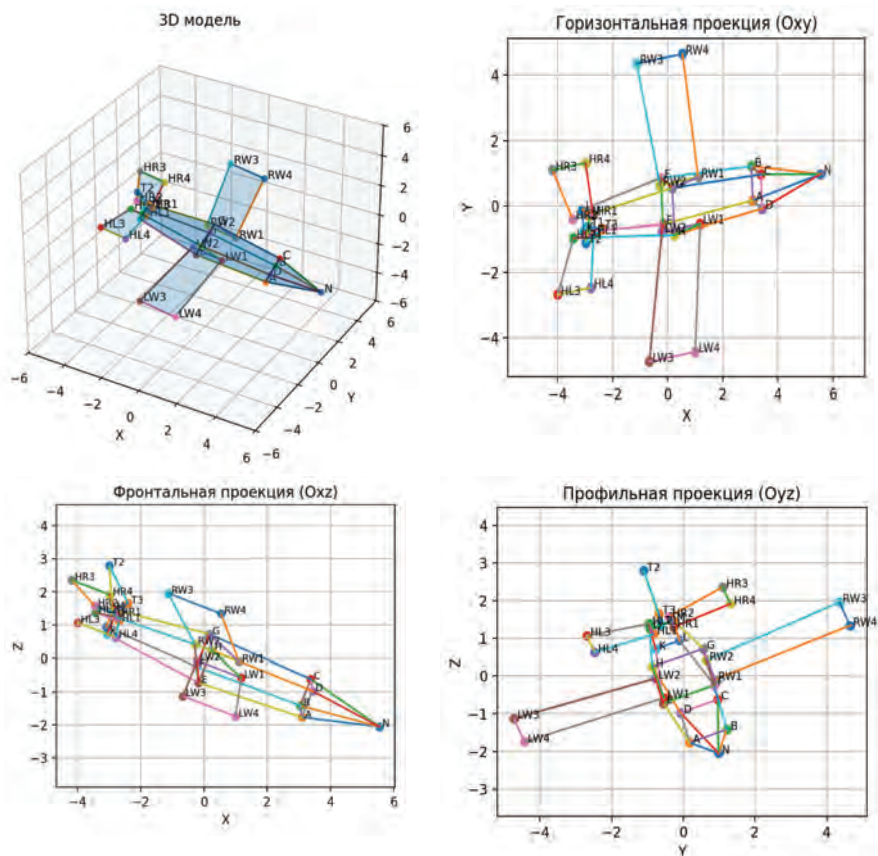


Рисунок 2. Моделирование сложной геометрической формы

На рисунке 2 показана более сложная модель объекта – условный летательный аппарат, который представляет собой набор точек, составляющий многогранную фигуру. Анализ этого результата доказывает, что программа корректно отображает и более сложные объекты; не теряется связность рёбер и граней объекта; проекции остаются информативными, даже если сложность фигуры возрастает. Этим подтверждается универсальность созданного алгоритма и возможности его применения к реальным объектам предметной практики [1].

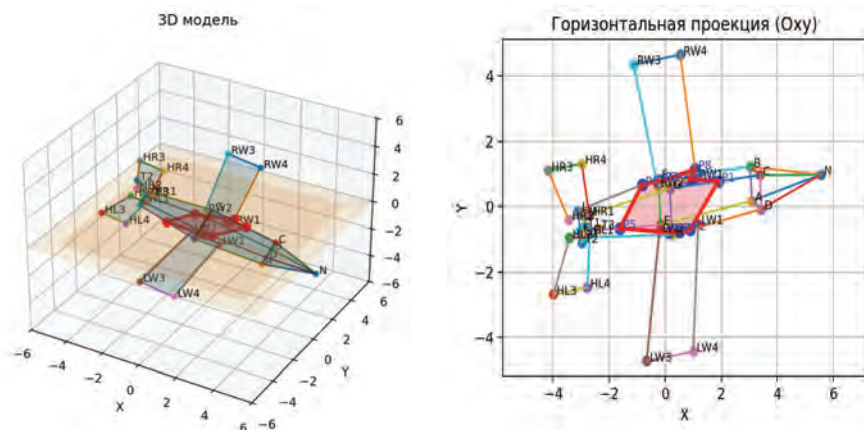


Рисунок 3. Построение сечения плоскостью

На рисунке 3 представлен результат пересечения пространственного объекта с горизонтальной плоскостью, описываемой как $z = const$. При этом отображается как сама секущая плоскость (фигура сечения представляет собой многоугольник, образованный точками пересечения: P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 P8 P9 P10 P11 P1), так и линия их пересечения. Для каждого ребра сначала вычисляется точка его пересечения с плоскостью, затем она определяется на соответствующем отрезке, что в итоге формирует множество всех точек пересечения.

В ходе исследования было выявлено, что разработанное приложение выполняет в соответствии с правилами начертательной геометрии и инженерной графики не только методы ортогонального проецирования и пространственные преобразования, но и такие задачи как вращение вокруг главных линий плоскости и перенос в другие плоскости проекций, что в дальнейшем сохраняет геометрическую структуру моделей и корректно обеспечивает построение сечений многогранников.

Конечные результаты позволяют сделать вывод о том, что программное воплощение методов начертательной геометрии и инженерной графики создает наглядность и простоту в понимании технических наук. Одновременное отображение 3 - Д моделей и соответствующие им проекции на главные плоскости чертежа дает однозначное представление фигуры и показывает взаимосвязь между пространственным объектом и его проекционными изображениями. Таким образом, полученное в ходе разработки приложение — веб - страница, может быть действительно использовано как отдельная, эффективная часть обучения специалистов по инженерным специальностям, а также послужить начальным этапом в освоении и последующем решении инженерных задач.

Список использованной литературы

1. Брокерт В. В., Лемаева М. Н. Прикладная геометрия: учебное пособие. — Ульяновск: УВАУ ГА (И), 2012. — 105 с.
2. Гордон В. О., Семенцов - Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии: учебник. — М.: Высшая школа, 2009. — 320 с.
3. Чекмарёв А. А. Начертательная геометрия и инженерная графика: учебник. — М.: Юрайт, 2020. — 400 с.
4. Фролов С. А. Начертательная геометрия: учебник. — М.: Машиностроение, 2015. — 350 с.
5. Погорелов А. В. Аналитическая геометрия: учебник. — М.: Наука, 1983. — 256 с.
6. Кудрявцев Л. Д. Курс математического анализа. — М.: Высшая школа, 2003. — 640 с.
7. McKinney W. Python for Data Analysis. — 3rd ed. — Sebastopol: O'Reilly Media, 2022. — 544 p.
8. Hunter J. D. Matplotlib: A 2D Graphics Environment // Computing in Science & Engineering. — 2007. — Vol. 9, № 3. — P. 90–95.
9. Python Documentation [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.python.org> (дата обращения: 11.04.2026).
10. NumPy Documentation [Электронный ресурс]. — URL: <https://numpy.org> (дата обращения: 10.04.2026).
11. Streamlit Documentation [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.streamlit.io> (дата обращения: 12.04.2026).

© Головкин П. Р., Брокерт В. В., 2026

Гончареня М.А., аспирант,
Российский новый университет, РФ, г. Москва
E - mail: simpleicestorm@gmail.com

Степанова Е. Н.,
научный руководитель,
доцент, кандидат педагогических наук,
доцент кафедры информационных систем в экономике и управлении,
Российский новый университет, РФ, г. Москва

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В УПРАВЛЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

Аннотация:

В современном мире информация стала одним из ключевых ресурсов, обеспечивающих функционирование экономики, государства и общества. С

каждым годом возрастают объёмы обрабатываемых и передаваемых данных, усложняются информационные системы и сети, а вместе с ними и способы воздействия на них со стороны злоумышленников. В условиях постоянного роста числа киберугроз традиционные методы защиты информации, основанные на применении отдельных технических или организационных мер, уже не обеспечивают достаточного уровня безопасности. Для эффективной защиты необходимо рассматривать информационную систему, как сложный объект, состоящий из взаимосвязанных элементов, находящихся во взаимодействии с внешней средой. Такой подход предполагает использование системного анализа, позволяющего выявлять наиболее значимые уязвимости и определять оптимальные меры противодействия угрозам.

В настоящей статье рассмотрены методы системного анализа применительно к сфере информационной безопасности, выявлены их особенности и значимость для практической деятельности.

Ключевые слова: системный анализ, методы, информационная безопасность.

Введение:

Системный анализ представляет собой междисциплинарный метод исследования сложных объектов и процессов, ориентированный на принятие оптимальных решений в условиях неопределённости и множественности факторов. Его развитие началось в середине XX века в связи с необходимостью решения комплексных научно - технических задач, а также управленческих проблем в экономике и обороне [1]. Применение методов системного анализа в информационной безопасности имеет важное практическое значение, так как позволяет не только выявлять уязвимости и угрозы, но и формировать эффективную стратегию защиты с учётом специфики конкретной организации.

Основная часть:

Государственные структуры. В государственных информационных системах, где обрабатываются персональные данные и сведения ограниченного доступа, *системный анализ применяется для выполнения требований законодательства Российской Федерации в области защиты информации.* Например, Федеральный закон «О персональных данных» и нормативные документы ФСТЭК и ФСБ регламентируют необходимость разработки моделей угроз и оценки рисков. Эти процедуры базируются именно на системном подходе: определяется структура системы, её критические компоненты, возможные угрозы и уязвимости [2].

Банковская сфера. В финансовом секторе *системный анализ используется для защиты электронных платёжных систем, банкоматных сетей, мобильного банкинга и клиентских сервисов.* Основное внимание уделяется моделированию атак, прогнозированию сценариев мошенничества и оценке рисков финансовых потерь. Банки применяют системный анализ для выявления наиболее вероятных каналов реализации угроз и построения многоуровневой защиты - от технических средств (шифрование, аутентификация) до организационных мер (разделение полномочий, мониторинг транзакций) [3].

Корпоративные информационные системы. В крупных компаниях *системный анализ используется для управления информационной безопасностью на уровне бизнес - процессов.* Он позволяет связать требования к безопасности с

целями бизнеса и ресурсными ограничениями. В рамках методики проводится инвентаризация информационных ресурсов, оценка значимости бизнес - процессов, построение карт рисков и разработка мер защиты. Такой подход позволяет рационально распределять бюджет на безопасность, сосредотачивая усилия на наиболее критических участках [4].

Сравнение системного и фрагментарного подходов. Практика показывает, что использование системного анализа значительно эффективнее, чем фрагментарный или интуитивный подход к защите. В последнем случае часто реализуются несогласованные меры, не учитывающие всю систему в целом, что приводит к наличию «слабых звеньев». Системный анализ, напротив, обеспечивает согласованность технических, организационных и нормативных мер, что подтверждается опытом как государственных, так и коммерческих структур [5].

Преимущества системного анализа. К основным преимуществам практического применения системного анализа относятся:

- комплексный учёт всех элементов информационной системы;
- выявление наиболее критических угроз и уязвимостей;
- возможность количественной оценки рисков;
- оптимизация затрат на безопасность;
- повышение управляемости системы защиты информации [6].

Практический опыт показывает, что *системный анализ является ключевым инструментом при построении надёжных систем информационной безопасности, обеспечивающих устойчивость функционирования государственных и корпоративных структур.*

Современные вызовы и развитие методик системного анализа.

Современный этап развития информационных технологий характеризуется усложнением архитектуры информационных систем и ростом числа киберугроз. Это требует совершенствования методологии системного анализа и адаптации её к новым условиям [7].

Новые угрозы информационной безопасности. К числу наиболее значимых современных угроз относятся:

- **кибершпионаж** и целевые атаки (АРТ), направленные на хищение конфиденциальной информации;
- **атаки на критическую инфраструктуру** (энергетика, транспорт, медицина), способные парализовать жизненно важные процессы;
- **использование искусственного интеллекта злоумышленниками** для автоматизации атак (фишинг с генерацией текста, подбор паролей, обход средств защиты);
- **интернет вещей (IoT)**, расширяющий поверхность атаки и создающий новые уязвимости [8].

Эти угрозы требуют постоянного обновления методик анализа и адаптации системного подхода к динамично изменяющейся среде.

Развитие методологий системного анализа. Современные направления развития системного анализа в ИБ включают:

- использование **моделей угроз нового поколения**, которые учитывают не только технические, но и социально - организационные факторы;

- развитие **сценарного моделирования**, позволяющего прогнозировать последствия реализации атак и оценивать комплексные риски;
- внедрение **risk - based approach** - риск - ориентированного подхода, при котором меры защиты выбираются на основе количественной оценки вероятности угроз и масштабов ущерба [9].

Автоматизация системного анализа. Серьёзным направлением развития является автоматизация системного анализа с использованием **экспертных систем и технологий искусственного интеллекта**. Создаются программные комплексы, которые:

- автоматически собирают данные о состоянии информационной системы;
- выявляют аномалии и потенциальные угрозы;
- строят прогнозы на основе машинного обучения;
- формируют рекомендации по реагированию [10].

Такой подход позволяет сократить человеческий фактор, повысить оперативность реагирования и адаптировать систему защиты к новым условиям.

Перспективы развития. В перспективе системный анализ будет всё активнее интегрироваться с концепциями **киберустойчивости (cyber resilience), Zero Trust архитектуры** и управления рисками в условиях неопределённости. Эти направления предполагают постоянный мониторинг угроз, автоматическую адаптацию мер защиты и тесное взаимодействие ИБ с бизнес - стратегией организации [11].

Заключение:

Введение в работу методов системного анализа позволяет рассматривать информационную безопасность не как совокупность отдельных мер, а как комплексную задачу, включающую технические, организационные и правовые аспекты. Такой подход обеспечивает согласованность мероприятий, их соответствие целям организации и законодательным требованиям.

В отличие от фрагментарного подхода, системный анализ позволяет учитывать взаимосвязи между элементами системы и предотвращать появление «слабых мест», которые могут быть использованы злоумышленниками.

Современные вызовы информационной безопасности, такие как кибершпионаж, атаки на критическую инфраструктуру, использование искусственного интеллекта в киберугрозах, а также рост числа уязвимостей в системах интернета вещей, требуют совершенствования методологии системного анализа. В этой связи перспективными направлениями его развития являются автоматизация анализа, интеграция с системами искусственного интеллекта, внедрение риск - ориентированного подхода и концепции киберустойчивости.

Системный анализ занимает центральное место в теории и практике обеспечения информационной безопасности. Он позволяет обеспечить комплексный и научно обоснованный подход к управлению рисками, повысить эффективность мер защиты и адаптировать их к постоянно меняющейся структуре угроз. Его применение является необходимым условием построения надёжных, устойчивых и безопасных информационных систем в современном обществе.

Список источников

1. Глушков В. М. Введение в системный анализ. - М.: Наука, 1988. - 528 с.

2. Федеральный закон № 152 - ФЗ от 27.07.2006 (ред. от 24.02.2021) «О персональных данных».
3. Артамонов А. В. Информационная безопасность в банковской сфере. - М.: Финансы и статистика, 2016. - 284 с.
4. Патракеев А. В., Митрофанов В. П. Информационная безопасность корпоративных систем: методы и средства защиты. - М.: ДМК Пресс, 2018. - 344 с.
5. Евсеев С. П. Организация защиты информации в автоматизированных системах. - М.: Горячая линия – Телеком, 2017. - 320 с.
6. Липаев В. В. Системный анализ и управление безопасностью информационных технологий. - М.: СИНТЕГ, 2015. - 276 с.
7. Поляков С. В. Современные угрозы информационной безопасности и методы их анализа. - М.: Академический проект, 2019. - 312 с.
8. ГОСТ Р 56939 - 2016. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Руководство по обеспечению безопасности интернета вещей. - М.: Стандартиформ, 2016. - 54 с.
9. Герасименко В. А. Управление рисками информационной безопасности: теория и практика. - М.: КНОРУС, 2020. - 280 с.
10. Воробьев А. И., Ситников В. В. Искусственный интеллект в обеспечении кибербезопасности. - СПб.: Питер, 2021. - 336 с.
11. Чекмарев А. В. Киберустойчивость и системный анализ информационной безопасности. - М.: ДМК Пресс, 2022. - 248 с.

© Гончареня М.А. 2026

Городнов В.А.

студент 4 курса ПензГТУ,
г. Пенза, Россия

Петроченко И.В.

студент 4 курса ПензГТУ,
г. Пенза, Россия

Попенов А.Д.

студент 4 курса ПензГТУ,
г. Пенза, Россия

Научный руководитель: Зупарова В.В.

ассистент, ПензГТУ
г. Пенза, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Аннотация

В статье рассматриваются направления применения нейросетевых моделей в системах человеко-машинного взаимодействия. Показано, что современные

нейросетевые методы используются в задачах распознавания речи, жестов, действий пользователя, анализа контекста и построения интеллектуальных интерфейсов.

Ключевые слова

Нейросетевые модели, интеллектуальный интерфейс, распознавание речи, компьютерное зрение, адаптивные системы.

Системы человеко-машинного взаимодействия в настоящее время развиваются в направлении повышения естественности, адаптивности и контекстной чувствительности интерфейсов. В этой связи особую значимость приобретают нейросетевые модели, способные обрабатывать сложные, слабоструктурированные и многомодальные данные, поступающие от пользователя в виде речи, текста, изображений, жестов и поведенческих паттернов. Их применение позволяет перейти от жестко заданных сценариев управления к более гибким интеллектуальным интерфейсам, в которых система не только реагирует на команды, но и интерпретирует намерения пользователя, особенности ситуации и параметры среды взаимодействия [1].

Одним из наиболее распространенных направлений выступает использование нейросетевых моделей в речевых интерфейсах. Технологии распознавания и синтеза речи формируют основу голосового взаимодействия с цифровыми ассистентами, робототехническими платформами, навигационными и промышленными системами, где требуется быстрый и интуитивно понятный обмен информацией. Нейросетевые архитектуры позволяют учитывать вариативность произношения, шумовую обстановку, темп речи и индивидуальные особенности пользователя, благодаря чему повышается точность интерпретации команд и удобство эксплуатации интерфейса. В результате голосовой канал становится не вспомогательным, а полноценным инструментом управления сложными техническими объектами.

Не менее важным направлением является применение нейросетей в визуальных и жестовых интерфейсах. В системах человеко-машинного взаимодействия компьютерное зрение используется для распознавания поз, жестов, мимики и действий пользователя, что особенно востребовано в интеллектуальных терминалах, робототехнических комплексах, медицинских и реабилитационных системах. Так, в исследовании, основанном на графовых нейронных сетях и последовательностных моделях, предложен подход к распознаванию действий пользователя, обеспечивший высокую точность классификации и снижение задержки при взаимодействии. Практическая значимость подобных решений состоит в том, что они позволяют строить бесконтактные и интуитивные интерфейсы, расширяющие возможности управления в ситуациях, где использование клавиатуры, мыши или сенсорного экрана ограничено [2].

Перспективным направлением является интеграция нейросетевых моделей в адаптивные интерфейсы, способные учитывать контекст деятельности

пользователя. В таких системах анализируются история действий, типовые сценарии работы, параметры окружающей среды и характеристики текущей задачи, после чего интерфейс подстраивает форму представления информации, способ ввода или последовательность предлагаемых операций. Подобный подход способствует снижению когнитивной нагрузки на пользователя и повышению эффективности взаимодействия, поскольку система частично берет на себя функции прогнозирования и поддержки принятия решений. Особенно заметен этот эффект в интеллектуальных обучающих, медицинских и производственных системах, где скорость и точность интерпретации пользовательских действий имеют принципиальное значение.

Вместе с тем применение нейросетевых моделей в системах человеко-машинного взаимодействия связано с рядом ограничений. К числу наиболее значимых относятся сложность интерпретации принимаемых моделью решений, зависимость качества работы от обучающих данных, риск ошибок при обработке неоднозначных пользовательских сигналов, а также необходимость учета эргономических и этических аспектов взаимодействия. Кроме того, высокая адаптивность интерфейса сама по себе не гарантирует его удобства: при недостаточно продуманном проектировании интеллектуальные функции могут усложнять коммуникацию с системой, снижать предсказуемость ее поведения и затруднять контроль со стороны пользователя. Следовательно, разработка таких решений должна опираться не только на достижения в области нейросетевых технологий, но и на принципы инженерной психологии, эргономики и проектирования пользовательского опыта [3].

Таким образом, нейросетевые модели становятся важнейшим технологическим компонентом современных систем человеко-машинного взаимодействия, обеспечивая переход к более естественным, адаптивным и интеллектуальным интерфейсам. Их использование наиболее эффективно в задачах распознавания речи, жестов, действий и контекста, где требуется обработка многомодальных данных и поддержка сложных сценариев взаимодействия. Вместе с тем дальнейшее развитие данной области связано с необходимостью повышения надежности, объяснимости и человеко-ориентированности нейросетевых интерфейсов, что определяет научную и практическую значимость последующих исследований.

Список использованной литературы:

1. Карпов А.А., Усов В.М. Эволюция развития человека - машинных интерфейсов и современные технологии искусственного интеллекта // Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова. – 2021. – С. 643 - 646.
 2. Yang Y. et al. Human - computer interaction based on ASGCN displacement graph neural networks // Informatica. – 2024. – Т. 48. – №. 10.
-

3. Деникин А.А. Человеко - машинные взаимодействия и искусственный интеллект: к новому пониманию алгоритмических коммуникаций // Социология науки и технологий. – 2024. – Т. 15. – №. 4. – С. 67 - 82.

© Городнов В.А., Петроченко И.В., Попенов А.Д., 2026

Городнов В.А.

студент 4 курса ПензГТУ,
г. Пенза, Россия

Петроченко И.В.

студент 4 курса ПензГТУ,
г. Пенза, Россия

Попенов А.Д.

студент 4 курса ПензГТУ,
г. Пенза, Россия

Научный руководитель: Зупарова В.В.

ассистент, ПензГТУ
г. Пенза, Россия

ИНТЕГРАЦИЯ КАЛЕНДАРНЫХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СЕРВИСОВ В ЕДИНОЙ ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Аннотация

Рассматриваются подходы к интеграции календарных и образовательных сервисов в составе единой цифровой среды обучающегося. Показано, что сквозная связка расписания, учебных материалов, заданий и коммуникационных инструментов повышает управляемость индивидуальной образовательной траекторией, снижает когнитивную нагрузку и упрощает планирование учебной деятельности.

Ключевые слова

Цифровая образовательная среда, интеграция сервисов, календарь, расписание, LMS, индивидуальная образовательная траектория.

Единая цифровая среда обучающегося включает LMS, электронный журнал, хранилища материалов, средства коммуникации и совместной работы, а также календарные и планировочные сервисы. При отсутствии интеграции студент вынужден вручную сопоставлять расписание, сроки сдачи работ и личные планы, переключаясь между несколькими интерфейсами, что повышает риск пропуска занятий и дедлайнов [1].

Интеграция календарных сервисов с образовательной инфраструктурой обеспечивает автоматическое формирование индивидуального расписания и

учебных событий (занятия, экзамены, дедлайны, консультации, вебинары, проекты) на основе данных информационных систем вуза. Календарь, связанный с LMS, в реальном времени отражает изменения и позволяет переходить от напоминаний непосредственно к материалам курса и интерфейсам сдачи заданий, формируя единую точку доступа к информации о предстоящей учебной активности.

С архитектурной точки зрения интеграция строится на использовании открытых протоколов и API: информационная система вуза генерирует события по расписанию и учебным планам, передает их в календарные сервисы, а LMS синхронизирует сроки заданий с тем же календарем. В результате календарь становится сквозным инструментом для учебного плана, LMS, систем видеоконференций и сервисов напоминаний, что повышает целостность данных и снижает объем ручной работы [2, 3].

Встраивание календаря в цифровую среду создает возможности для аналитики и персонализации: анализ посещаемости, соблюдения сроков и распределения нагрузки позволяет выявлять перегрузки, согласовывать сроки между дисциплинами и формировать индивидуальные рекомендации по планированию. Вместе с тем интеграция связана с вызовами: необходимо согласовывать форматы данных и права доступа, обеспечивать надежность синхронизации и учитывать требования информационной безопасности, чтобы в календарях не отображалась избыточная или чувствительная информация [3].

Таким образом, интеграция календарных и образовательных сервисов выступает важным шагом в развитии единой цифровой среды обучающегося, позволяя сделать взаимодействие с учебным процессом более прозрачным, управляемым и ориентированным на индивидуальные траектории. Автоматическая связка расписания, дедлайнов и учебных ресурсов через сквозной календарный слой снижает административную нагрузку на студентов и преподавателей, а также создает предпосылки для внедрения аналитики и персонализированных рекомендаций. Дальнейшее развитие данного направления связано с расширением набора интегрируемых сервисов, использованием интеллектуальных механизмов планирования и повышением зрелости архитектурных решений в области цифровых образовательных экосистем.

Список использованной литературы:

1. Шершнева Е.О., Веремчук Н.С., Тихомиров В.С. О разработке приложения для интеграции данных из информационной системы вуза в Google Calendar // Вестник кибернетики. – 2023. – Т. 22. – №. 1. – С. 43 - 51.
2. Составляющие цифровой образовательной среды: методические материалы по проектированию цифровой среды обучающегося [Электронный ресурс]. URL: <https://smarteka.com/uploads/files/2020/11/06/f0c5f944-c570-4826-a5b0-a05af86bd85db414ca76-6694-41d1-b1ea-e56b3261e90a.pdf> (дата обращения: 26.05.2026).

3. Paradox CRM. Экосистемы цифрового контента: как интегрировать разные образовательные платформы в единую систему [Электронный ресурс]. 2025. URL: <https://paradox-crm.ru/pages/blog/smart-edu-ecosystem> (дата обращения: 26.05.2026).

© Городнов В.А., Петроченко И.В., Попенов А.Д., 2026

Городнов В.А.

студент 4 курса ПензГТУ,
г. Пенза, Россия

Петроченко И.В.

студент 4 курса ПензГТУ,
г. Пенза, Россия

Попенов А.Д.

студент 4 курса ПензГТУ,
г. Пенза, Россия

Научный руководитель: Зупарова В.В.

ассистент, ПензГТУ
г. Пенза, Россия

ОЦЕНКА КОГНИТИВНОЙ НАГРУЗКИ СТУДЕНТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ПЛАНИРОВАНИЯ

Аннотация

Рассматриваются подходы к оценке когнитивной нагрузки студентов в процессе использования цифровых инструментов планирования учебной деятельности. Анализируются виды когнитивной нагрузки в контексте теории когнитивной нагрузки и возможные методы их измерения при работе с календарями, трекерами задач и образовательными порталами.

Ключевые слова

Когнитивная нагрузка, цифровые инструменты планирования, цифровая образовательная среда, оценка нагрузки, теория когнитивной нагрузки.

Проблематика когнитивной нагрузки особенно актуальна в условиях цифровизации образования, когда студенту необходимо одновременно осваивать учебное содержание и управлять множеством цифровых сервисов. Теория когнитивной нагрузки выделяет внутреннюю, внешнюю и уместную нагрузку, суммарно определяющие требования к рабочей памяти. Использование цифровых инструментов планирования (календарей, систем управления заданиями, модулей расписания в LMS) может как поддерживать упорядочивание учебной

деятельности, так и усиливать избыточную нагрузку из-за сложного интерфейса, дублирования информации и частых переключений между сервисами [1].

Оценка когнитивной нагрузки в таких условиях предполагает сочетание нескольких методов. Применяются субъективные шкалы самоотчета, позволяющие студентам оценить воспринимаемую сложность и умственные усилия, а также анализируются поведенческие показатели: время выполнения планировочных действий, число ошибок, частота обращений к справке, возвраты к уже настроенным событиям. Эти параметры косвенно отражают уровень внешней нагрузки, обусловленной особенностями интерфейса.

Для более точной оценки используются аппаратно-программные комплексы, включающие регистрацию физиологических сигналов (сердечный ритм, движения глаз, показатели мозговой активности) в сочетании с фиксацией действий пользователя. Анализ связи между физиологическими изменениями и характеристиками взаимодействия позволяет выявлять моменты перегрузки, когда интерфейс предъявляет чрезмерные требования к вниманию и рабочей памяти, хотя подобные методы требуют сложной инфраструктуры и применяются главным образом в экспериментальных исследованиях [2].

Значимую роль играют и экспертные методы, включая адаптированные процедуры типа Дельфи, с участием специалистов по педагогическому дизайну и эргономике. Они оценивают количество одновременно отображаемых элементов, глубину навигации, согласованность терминологии и необходимость удержания в памяти нескольких условий, формируя обобщенную оценку когнитивной сложности цифровых инструментов планирования [3].

Перспективным является применение методов машинного обучения для прогнозирования когнитивной нагрузки на основе данных электронного обучения. В качестве признаков рассматриваются частота и длительность сессий, число переключений между разделами, интенсивность редактирования планов, а также результаты выполнения заданий. Такие модели помогают выявлять участки курсов и элементы интерфейса, связанные с повышенной нагрузкой, и использовать эти данные при переработке сервисов, формируя более «бережный» дизайн.

Таким образом, оценка когнитивной нагрузки при использовании цифровых инструментов планирования должна опираться на сочетание субъективных, поведенческих, экспертных и, при возможности, психофизиологических методов. Комплексный подход позволяет выделять конкретные элементы интерфейса и сценарии, создающие избыточную внешнюю нагрузку, и служит основанием для оптимизации цифровой образовательной среды: упрощения навигации, сокращения шагов планирования и гармонизации представления расписания и дедлайнов, что способствует более рациональному использованию когнитивных ресурсов студентов.

Список использованной литературы:

1. Горюшко С.М., Самочадин А.В. Средства оценки уровня когнитивной нагрузки в процессе обучения // Компьютерные инструменты в образовании. – 2018. – №. 4. – С. 35 - 44.
2. Писарев И.А., Котова Е.Е., Писарев А.С. Измерение когнитивной нагрузки информационного контента в электронной среде обучения // Региональная информатика и информационная безопасность. – 2022. – С. 353 - 358.
3. Крежевских О.В., Михайлова А.И. Выявление когнитивной нагрузки цифровой игры с помощью метода Дельфи // Lurian Journal. – 2023. – Т. 4. – №. 3. – С. 56 - 67.

© Городнов В.А., Петроченко И.В., Попенов А.Д., 2026

Hubar U. V.

1st - year student of International University "MITSO",
Minsk, Belarus

Scientific supervisor: Podlasenko O. V.,

Senior Lecturer, International University "MITSO"
Minsk, Belarus

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF PWA AND NATIVE APPLICATIONS FOR AI - BASED ECOLOGICAL SERVICES

Annotation

The comparative analysis of PWA and native applications for the EcoFriend environmental service is conducted. The efficiency of web technologies in integrating AI models for waste recognition is justified. The advantages of a cross - platform approach for mass service adoption are described.

Keywords

PWA, artificial intelligence, waste classification, web technologies, EcoFriend, IT in ecology.

Губарь В.В.

студент 1 курса, Международного университета «МИТСО»,
г. Минск, РБ

Научный руководитель: Подласенко О.В.

старший преподаватель, Международного университета «МИТСО»
г. Минск, РБ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ PWA И НАТИВНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СЕРВИСОВ НА БАЗЕ ИИ

Аннотация

Проведен сравнительный анализ технологий PWA и нативных приложений для экологического сервиса EcoFriend. Обоснована эффективность веб - технологий в

интеграции ИИ - моделей для распознавания отходов. Описаны преимущества кроссплатформенного подхода для массового использования сервиса.

Ключевые слова

PWA, искусственный интеллект, классификация отходов, веб - технологии, EcoFriend, ИТ в экологии.

1. INTRODUCTION

Modern environmental challenges require effective digital tools to encourage sustainable waste management. While public interest in recycling is growing, the practical implementation of waste sorting often faces technical barriers. Traditional native mobile applications for ecological monitoring require significant storage space and a multi - stage installation process, which often discourages spontaneous user participation.

This article examines the development of EcoFriend, an AI - driven service designed to assist users in waste sorting. The implementation of this service as a Progressive Web App (PWA) offers certain comparative advantages, and the present study focuses on these. Chief among them is the ability to ensure maximum accessibility alongside cross - platform compatibility.

2. ARCHITECTURAL OVERVIEW: NATIVE VS. PWA

Native applications are built for specific operating systems (iOS or Android), offering high performance but requiring separate development teams and longer update cycles. Progressive Web Apps (PWAs), in contrast, use modern web capabilities to deliver an app - like experience directly through a browser.

For an AI - based ecological service, PWA offers several key technical advantages:

- **Accessibility:** Users launch the service instantly via a URL or QR code on a waste container – bypassing app stores.
- **Hardware Integration:** Modern Web APIs (e.g., MediaDevices) let browsers access the device's camera for real - time analysis.
- **Cross - platform Development:** A single codebase serves all devices, cutting development costs significantly.

Moreover, the PWA architecture enables client - side inference: all data is processed directly on the user's device without being sent to external servers, which ensures high privacy and minimal latency.

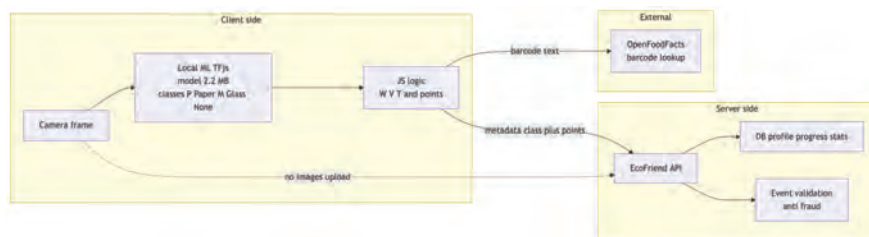


Fig. 1. System Architecture and Data Flow of the EcoFriend Service.

Source: Compiled by the author

3. IMPLEMENTATION CASE STUDY: ECOFRIEND

The EcoFriend project implements a neural network model that recognises and sorts waste into specific categories. One key technical requirement for the service is the ability to tell apart five distinct classes:

1. Plastic
2. Glass
3. Paper
4. Metal
5. "Nothing" (non - recyclable or unrecognized objects)

By employing PWA technology, the AI model can be updated server - side without necessitating any download action from the user. This guarantees that all users immediately have access to the most current version of the classification algorithm.

3.1. Technical Workflow

The application workflow comprises three primary stages. Initially, the Web Camera API captures a single frame from the user's device. Subsequently, this frame undergoes processing and is passed to the inference engine. In the final stage, the AI model classifies the detected object into one of five target categories and returns corresponding disposal instructions to the user.

4. COMPARATIVE ANALYSIS AND RESULTS

To assess how effective the PWA approach proves for ecological services, a comparative analysis was carried out using key performance and user engagement metrics.

Table 1. Comparative analysis of PWA and native application architectures

Metric	Native Application	Progressive Web App (PWA)
Installation Required	Yes	No (Instant access)
Storage Usage	50 MB - 150 MB	< 1 MB
Development Cost	High (Multi - platform)	Low (Single codebase)
User Entry Barrier	High	Low
AI Model Updates	Manual (via Store)	Automatic (Server - side)

Source: Compiled by the author

The analysis indicates that for services such as EcoFriend – where spontaneous usage plays a critical role – the PWA approach offers a substantially lower entry barrier, which in turn results in higher user retention when compared to native alternatives.

5. CONCLUSION

The study establishes PWA technology as the optimal architectural choice for AI - driven ecological services. Through real - time waste classification in a web - based environment, EcoFriend provides a scalable solution for five waste categories: plastic, glass, paper, metal, and "nothing". Future work will focus on optimizing client - side AI inference to reduce latency in low - bandwidth environments by further optimizing the local on - device model weights.

REFERENCES

1. Gubar, V. (2026). EcoFriend: AI - driven waste classification service. Retrieved May 13, 2026, from <https://eco.vladgubar.website>
2. Chollet, F. (2021). Deep Learning with Python (2nd ed.). Manning Publications.
3. Richard, B., & Trainor, K. (2020). Progressive Web Apps (PWA) with Capability: Building App - like Experiences on the Web. O'Reilly Media.

© Hubar U.V., 2026

Дворянкин О.А.

старший преподаватель кафедры информационной безопасности
учебно - научного комплекса Московского Университета МВД России
имени В.Я. Кикотя, Москва, к.ю.н.

Дементьева Н.А.

Курсант Московского Университета МВД России имени В.Я. Кикотя, Москва

БИОМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ В ПЛАТЕЖНЫХ СИСТЕМАХ: ТЕХНОЛОГИЯ FACE PAY

Аннотация: В статье рассматривается технология биометрической идентификации Face Pay как инструмент бесконтактной оплаты в системах городской инфраструктуры. Описаны физиологические (статические) признаки, используемые для распознавания лиц. Раскрыт процесс преобразования изображения лица в защищенный биометрический шаблон посредством сверточных нейронных сетей, включая этапы оцифровки, выделения ключевых точек. Представлены предложения по дополнительному уровню криптографической защиты данных в системе Face Pay, а также представлены перспективы ее развития.

Ключевые слова: Face Pay, биометрическая идентификация лиц, персональные данные, биометрический шаблон, искусственный интеллект, криптографическая защита.

Dvoryankin O.A.

candidate of legal sciences,
lecturer at the chair of information security of the Moscow Ministry of Internal Affairs
of the Russian Federation Kikot University, Moscow

Dementieva N.A.

Cadet of the Moscow Ministry of Internal Affairs
of the Russian Federation Kikot University, Moscow

BIOMETRIC IDENTIFICATION IN PAYMENT SYSTEMS: FACE PAY TECHNOLOGY

Abstract: The article discusses the Face Pay biometric identification technology as a tool for contactless payment in urban infrastructure systems. The physiological (static)

features used for face recognition are described. The process of converting a face image into a secure biometric template using convolutional neural networks is revealed, including the stages of digitization and key point extraction. Proposals for an additional level of cryptographic data protection in the Face Pay system are presented, and the prospects for its development are discussed.

Keywords: Face Pay, biometric facial identification, personal data, biometric template, artificial intelligence, cryptographic protection.

Старые правила прогресса перестают работать, происходит отказ от человеческих привычек в пользу машинной логики. В конечном счете искусственный интеллект становится повседневным инструментом, который незаметно управляет потоками информации, превосходя человеческие возможности по скорости и точности.

Искусственный интеллект (ИИ) – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека. Комплекс технологических решений включает в себя информационно - коммуникационную инфраструктуру (в том числе информационные системы, информационно - телекоммуникационные сети, иные технические средства обработки информации), программное обеспечение (в том числе в котором используются методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений. [1]

На практике искусственный интеллект затронул все сферы деятельности, стал фундаментом для создания «цифрового государства», оптимизируя работу московской городской инфраструктуры, в том числе в сфере биометрии, например, проект Face Pay.

Распознавание лиц (биометрия) – это метод биометрической идентификации лица, который выделяет и анализирует ключевые антропометрические признаки, а именно измеряет узловые точки лица, преобразуя их в цифровой код, и осуществляет поиск совпадений в учетных списках. Поскольку технология позволяет идентифицировать конкретного человека, используемые сведения относятся к биометрическим персональным данным.

Биометрические персональные данные – сведения, которые характеризуют физиологические и биологические особенности человека, на основании которых можно установить его личность и которые используются оператором для установки личности субъекта персональных данных. [2]

В технологии Face Pay оператором выступает кредитная организация или платежная система, которая определяет цели обработки биометрических персональных данных для авторизации платежей.

Одним из наиболее масштабных примеров внедрения технологий биометрической оплаты в Московском метрополитене является проект Face Pay.

Он представляет собой систему бесконтактной оплаты, которая использует физиологические (статические) биометрические данные, где аутентификация плательщика и авторизация платежа осуществляется автоматически на основе

сравнения биометрического шаблона лица с эталонными данными, хранящимися в защищенной информационной системе. Система прошла пилотное тестирование с начала 2021 года и на текущий момент доступна для всех пассажиров. [3]

Процесс подключения требует предварительной регистрации в приложении «Метро Москвы». Пользователь загружает свою фотографию (селфи) в Госуслуги, привязывает к ней карту «Тройка» и свою банковскую карту для оплаты.

Для оплаты проезда пассажир входит в зону распознавания у турникета и смотрит в камеру. Процесс идентификации лица занимает от 1 до 2 секунд, после чего створки турникета открываются, а средства списываются с привязанной карты. [3]

Технической основой системы является процесс преобразования биометрической информации в защищенный цифровой формат, и полученный шаблон шифруется и связывается с платежными реквизитами. Таким образом данная система определяет цели обработки биометрической информации для обеспечения безопасности транзакций, при строгом регулировании со стороны Центрального Банка и уполномоченных органов.

Для понимания принципов формирования биометрического шаблона обратимся к биометрическим технологиям проекта Face Pay и рассмотрим этапы преобразования лица в цифровой код.

Данный процесс происходит в несколько этапов с использованием сверточных нейронных сетей. Данный процесс называется feature extraction (извлечение признаков) и включает следующие стадии.

Первым этапом является оцифровка изображения.

Камера терминала фиксирует лицо в виде матрицы пикселей. На этом этапе данные представляют собой обычное изображение, содержащее полную визуальную информацию о внешности человека, включая цвет, освещение и фоновые объекты.

Вторым этапом выступает выделение ключевых точек.

Нейросеть идентифицирует на лице характерные антропометрические точки включая центры зрачков, кончик носа, уголки губ и контур челюсти (рис. 1). Стандартно используется от 68 до 400+ точек, которые служат опорными координатами для дальнейшего анализа.



Рис. 1 – биометрический шаблон [4]

Третьим этапом является нормализация.

Изображение выравнивается по углу наклона и масштабу для исключения влияния позы и расстояния до камеры. Цветовая информация часто отбрасывается, сохраняется только геометрия и текстура, что позволяет снизить объем данных и повысить устойчивость к изменениям освещения.

Четвертым и завершающим этапом выступает генерация эмбединга.

Глубокая нейросеть преобразует нормализованное лицо в вектор фиксированной длины, часто состоящий из 128, 256 или 512 чисел с плавающей запятой. Каждое число в векторе кодирует определенный абстрактный признак лица, не соответствующий какому-либо конкретному органу, а описывающий лицо как целостный объект в многомерном пространстве.

Описанные этапы формирования шаблона обеспечивают базовую защиту за счет необратимости преобразования. Однако для комплексной безопасности системы этого недостаточно – требуется дополнительный уровень криптографической защиты данных. Поэтому применяются следующие меры защиты:

1. Вектор шифруется алгоритмами AES - 256 или ГОСТ 28147 - 89 перед записью в базу, что обеспечивает защиту от чтения при взломе хранилища. [2] [5]

2. Соление – к шаблону добавляется случайная последовательность бит (соль), уникальная для каждого пользователя, что защищает от радужных таблиц и кросс-базового сравнения. [6]

3. Применяется необратимое искажение шаблона с использованием ключа (канонизация), что позволяет при необходимости «перевыпустить» биометрию при утечке путем смены ключа искажения. [6]

4. Биометрический шаблон хранится отдельно от идентификатора личности (ID карты), что исключает возможность привязки шаблона к конкретному человеку без доступа ко второй базе. [2]

5. Secure Enclave - сравнение шаблонов происходит в защищенной аппаратной зоне процессора (TEE), что исключает доступ операционной системы и администраторов к данным в момент сравнения. [7]

По оценкам администрации московского метрополитена, в ближайшие 2 - 3 года регулярное использование Face Pay составит около 10 - 15 % от общего пассажиропотока, [8] однако специалисты прогнозируют, что люди привыкнут к такому способу оплаты, как когда-то привыкли к оплате картой или смартфоном.

Рассмотрим динамику использования банковских карт для оплаты проезда в метро (рис. 2). [9]



Рис. 2 – Бесконтактная оплата проезда в метро банковскими картами

По данным на конец октября 2025 г. уже более 30 тыс. граждан предоставили свои данные для Face Pay, что составляет 1 % от общего числа пассажиров. [9]

Финансовая составляющая проекта включает значительные инвестиции в инфраструктуру и программное обеспечение. По оценкам экспертов, стоимость оснащения одной станции метрополитена терминалами распознавания лиц составляет от 2 до 5 млн рублей, в зависимости от количества турникетных линий. С учетом более 275 станций Московского метрополитена, (без учёта МЦК) общие капитальные затраты на внедрение системы могут достигать 0,5 - 1,2 млрд рублей. [10] Дополнительные расходы включают разработку программного обеспечения, интеграцию с Единой биометрической системой, обучение персонала и техническую поддержку. [11] Однако эти инвестиции окупаются за счет снижения операционных расходов на обслуживание касс, сокращения затрат на производство физических носителей (карт «Тройка») и уменьшения потерь от мошенничества. [10]

Перспективы расширения технологии выходят за рамки Московского метрополитена. На текущий момент пилотные проекты по внедрению биометрической оплаты рассматриваются в метрополитенах Санкт - Петербурга, Казани, Новосибирска и Екатеринбурга. [12] Ключевым фактором масштабирования является готовность региональных транспортных операторов к модернизации инфраструктуры и наличие финансовой поддержки со стороны федеральных программ цифровизации.

Что касается наземного городского транспорта в г. Москве (автобусы, электробусы, трамваи, троллейбусы), техническая реализация Face Pay возможна, но сопряжена с некоторыми трудностями. Во - первых, условия освещения в салоне транспорта переменчивы, что требует установки камер с расширенным динамическим диапазоном и ИК - подсветкой. [13] Во - вторых, время на остановке ограничено, поэтому процесс распознавания должен занимать не более 0,5 - 1 секунды. В - третьих, для работы в офлайн - режиме (при потере связи) необходима локальная валидация шаблонов, что повышает требования к защищенности бортовых устройств. [11]

Тем не менее, успешный опыт Москвы может стать тиражируемым решением для других городов при условии адаптации оборудования под специфику наземного транспорта. [12]

Таким образом, технология Face Pay представляет собой современный инструмент биометрической идентификации, который трансформирует традиционные подходы к оплате услуг. Однако широкое внедрение технологий сопряжено с рядом рисков, включая потенциальные утечки биометрических данных, этические вопросы массовой идентификации и необходимость совершенствования нормативной базы. Тем не менее, опыт московского метрополитена демонстрирует, что при грамотной архитектуре и правовой реализации биометрическая оплата может стать безопасным и эффективным элементом «цифрового государства».

Список используемых источников:

1. Федеральный закон «О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта в субъекте Российской Федерации - городе федерального значения Москве и внесении изменений в статьи 6 и 10 Федерального закона "О персональных данных» от 24.04.2020 № 123 (последняя редакция) \ КонсультантПлюс [электронный портал] URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_351127/c5051782233acca771e9adb35b47d3fb82c9ff1c/ (дата обращения: 21.05.2026);
2. Федеральный закон "О персональных данных" от 27.07.2006 N 152 - ФЗ (последняя редакция) \ КонсультантПлюс [электронный портал] URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/7336c78762a98b5f4f698b8c3800dca1111acc16/ (дата обращения: 21.05.2026);
3. Система биометрического проезда в метрополитене Москвы Face Pay заработала для всех пассажиров // habr.com [электронный портал] URL: <https://habr.com/ru/news/584146/> (дата обращения: 21.05.2026);
4. Единая биометрическая система будет распознавать лица с помощью решения IVA CV // ib - bank.ru [электронный портал] URL:https://ib-bank.ru/bisjournal/news/12381?utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera (дата обращения: 21.05.2026);
5. ГОСТ Р 57580.1 - 2017. Безопасность финансовых (банковских) операций. Защита информации финансовых организаций. Базовый состав организационных и технических мер \ Росстандарт [электронный портал] URL:<https://docs.cntd.ru/document/1200158892> (дата обращения:) 21.05.2026;
6. Приказ ФСТЭК России от 11.02.2013 № 17 "Об утверждении Требований о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах" (последняя редакция) \ КонсультантПлюс [электронный портал] URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_142699/ (дата обращения: 21.05.2026);
7. Apple Platform Security. Secure Enclave overview \ Apple Inc. [электронный ресурс] URL:<https://support.apple.com/guide/security/secure-enclave-secb358e656f/web> (дата обращения: 21.05.2026);
8. В московском метро запущена система Face Pay — оплата проезда по скану лица // club.dns - shop.ru [электронный портал] URL:https://club.dns-shop.ru/digest/58076-v-moskovskom-metro-zapuschena-sistema-face-pay-oplata-proezda-po/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (дата обращения: 21.05.2026);
9. А.А. Хрестина «Технология и перспективы работы системы Face Pay в метро Москвы», с. 2 - 4.
10. Отчет Департамента транспорта города Москвы о внедрении биометрических технологий в транспортной инфраструктуре (2024) \

Официальный портал Мэра и Правительства Москвы [электронный портал] URL:<https://www.mos.ru/transport/> (дата обращения: 21.05.2026);

11. Национальная система платежных карт. Развитие биометрических платежей в России: аналитический отчет (2024) \ НСПК [электронный портал] URL:<https://nspk.ru/> (дата обращения: 21.05.2026);

12. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. Стратегия развития искусственного интеллекта в РФ до 2030 года \ КонсультантПлюс [электронный портал] URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_388385/ (дата обращения 21.05.2026);

13. ГОСТ Р 58714 - 2019 «Биометрическая идентификация. Требования к системам распознавания лиц» \ Росстандарт [электронный портал] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200168845> (дата обращения: 21.05.2026).

© Дворянкин О.А., Дементьева Н.А. 2026

Дейнова К.Б.

аспирант

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов
имени Патриса Лумумбы»,
г. Москва, РФ

Малькова М.Ю.

д.т.н, профессор
ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов
имени Патриса Лумумбы»,
г. Москва, РФ

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ПОВЕРХНОСТНОМ ПЛАСТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ ДЕТАЛЕЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Аннотация

В работе исследована история развития поверхностного пластического деформирования (ППД) в области современной технологии машиностроения. Изучены особенности формирования ППД, как отдельного направления, предпосылки, тенденции и значимость дальнейшего развития. Исследование процесса ППД обладает особой актуальностью в сравнении с традиционными методами отделочно - упрочняющей обработки деталей машин.

Ключевые слова

Пластическое деформирование, поверхностное пластическое деформирование, поверхностный слой, эксплуатационные свойства, качество.

Deynova K.B.

Post - Graduate Student

FSAEI HE «Peoples' Friendship University of Russia
named after Patrice Lumumba»

Moscow, Russia

Malkova M. Yu.

DSc (Technology), Professor

FSAEI HE «Peoples' Friendship University of Russia
named after Patrice Lumumba»

Moscow, Russia

STAGES OF DEVELOPMENT OF THEORETICAL CONCEPTS OF SURFACE PLASTIC DEFORMATION OF PARTS IN MECHANICAL ENGINEERING

Abstract

The paper examines the history of the development of surface plastic deformation (SPD) in the field of modern engineering technology. The features of the SPD formation as a separate area, prerequisites, trends and the importance of further development are studied. The study of the SPD process is particularly relevant in comparison with traditional methods of finishing and hardening machine parts.

Key words

Plastic deformation, surface plastic deformation, surface layer, operational properties, quality.

Требования по созданию долговечных машин можно удовлетворить не только разработкой современных конструкционных решений и применением новых высокопрочных материалов, но и путём изменений поверхностного слоя (ПС) изделий. Процессом, обеспечивающим получение стабильных показателей по качеству ПС, является поверхностное пластическое деформирование (ППД), которое подразделяется на сглаживающее и упрочняющее.

ППД – это вид отделочно - упрочняющей обработки (ОУО), при которой не образуется стружка, а происходит упруго - пластическое деформирование ПС заготовки (в результате наклёпа упрочняется ПС, повышается износостойкость, усталостная прочность, стойкость к коррозионным воздействиям и т.д); процесс упрочнения за счёт подвода в зону обработки поверхности детали механической энергии, сопровождающийся наклёпом и изменением микрорельефа посредством пластического деформирования (ПД). А.А. Маталин в труде [1, с. 213] даёт определение понятию «наклёп» – деформационное упрочнение ПС при реализации процесса ПД под действием прилагаемых сил в металле. [2 - 4]

В технологии машиностроения за последнее время заметно увеличился удельный вес ППД. Большой интерес к этим методам связан с их возможностью совмещать в одном процессе эффекты отделочной и упрочняющей обработки, что

позволяет заменять операции, например, тонкого точения, шлифования, полирования на финишную обработку (ФО) упрочнением [8]. А поскольку обработка методами ППД обеспечивает повышение сопротивления ПД при циклических эксплуатационных нагрузках, пределов прочности и текучести, твёрдости и микротвёрдости, а также снижение характеристики пластичности [7]; – актуальность его применения в машиностроении оправдана. Интересным дополнительным аспектом, с точки зрения истории становления, как отдельного направления машиностроения, являются особенности его научного развития, в частности базовых подходов статического ППД. Развитие ППД связано с теорией пластичности, теорией дислокаций и кинетикой фазовых превращений.

ПД основано на движении линейных дефектов кристаллической решётки (КР) – дислокаций – под действием напряжений, что приводит к изменению формы без разрушения. Закономерности процессов ПД, повреждения и разрушения материалов, напряжённо - деформированное состояние твёрдых тел при различных воздействиях описываются в научном разделе «механика деформации». Она изучает условия перехода металла в пластическое состояние и распределение напряжений при различных видах нагрузки (сдвиг, сжатие, изгиб). Э. Орован, Дж. Тейлор и М. Полани доказали, что перемещение дислокаций (сдвиг атомных плоскостей) объясняет необратимую деформацию при напряжениях, меньших, чем теоретический предел прочности. Некоторые положения теории дислокаций и ПД:

1. механизм ПД: скольжения дислокаций внутри кристалла происходят под воздействием внешней нагрузки;
2. дислокации двигаются, когда атомы из одной плоскости разрывают связи и образуют новые с соседней плоскостью, передвигая дефект;
3. при ПД происходит мультипликация (размножение) дислокаций, что увеличивает их сопротивление движению и приводит к наклёпу и упрочнению;
4. очаги локализации: ПД часто происходит неравномерно, концентрируясь в определенных зонах, они могут перемещаться или оставаться стационарными;
5. ПД используется для изменения размеров, формы (ковка, штамповка, прокатка) и упрочнения деталей.

Этапы развития ППД в машиностроении

Целесообразно выделить два исторических этапа развития ППД:

1. теория Беккера и его последователей (1925 - 1940 гг.);
2. научные открытия (1940 г. – н.в.).

Первый этап характеризуется поступательным развитием и накоплением общих знаний и представлений о ППД, эволюцией данного направления машиностроения, второй – скачкообразным развитием, для которого характерны радикальная смена научной парадигмы, научные открытия, ноу - хау, углубление знаний, их систематизация и обобщение, за счёт опровержения или накопления уже проделанной другими учёными работой.

Исторически первым трудом, посвященным механике контактного взаимодействия, была работа *Г. Герца* «О контакте упругих тел» (1882 г.). Однако

данное исследование только частично применимо к обсуждаемым процессам, так как имеет существенные ограничения: трение по поверхности контакта отсутствует, а тела идеально упруги [6]. Теория основана на теории упругости и описывает распределение давлений, размеры площадки контакта, деформации при сжатии двух изогнутых упругих, изотропных, однородных тел (сфер, цилиндров) в отсутствие трения. Герц рассмотрел только нормальное взаимодействие, без учёта касательных напряжений.

Одна из первых попыток построения последовательной теории ПД и установления количественных закономерностей, управляющих этим явлением, принадлежит *Р. Беккеру* (1925 г.). Его теория послужила основой для понимания кинетики фазовых превращений или ПД в металлах, предложив механизм зарождения новой фазы за счёт флуктуаций. Способность твёрдых тел к ПД, с точки зрения Беккера, может быть объяснена лишь при учёте теплового движения частиц, которые преодолевают потенциальные барьеры под действием внешних нагрузок. При этом Беккер различает два типа пластичности: «аморфный» и «кристаллический». Он отмечает, что за первую разновидность ответственны перемещения отдельных атомов или молекул – обмен их местами. Беккер выступил, как основоположник представлений, подняв вопрос о причинах возникновения пластического течения. Его работа заложила основу для дальнейшего развития теории гомогенного зарождения или нуклеации (теория Фольмера - Вебера - Беккера - Дёринга). Нуклеация (зародышеобразование) – это начальная стадия фазового перехода I рода, при которой в метастабильной (пересыщенной, переохлажденной, перегретой) фазе образуются устойчивые центры (зародыши) новой и более стабильной фазы. Это ключевой момент для кристаллизации, конденсации, кипения. Теория Беккера - Дёринга – это фундаментальная кинетическая модель, описывающая процессы фазовых переходов, нуклеации и кластеризации (агрегации, фрагментации).

Основные положения теории Беккера:

1. при зарождении фазы требуется время для образования зародыша из - за случайных тепловых флуктуаций, при этом зародыш должен достичь критического размера, стать стабильным и начать рост, иначе он рассасывается.
2. теория количественно описывает, что скорость образования зародыша зависит от энергии активации и преодоления энергетического барьера.

Первоначально математическая теория дислокаций в кристаллах разработана В. Вольтеррой в 1905 г., а термин «дислокации» и их концепция как линейных дефектов предложена позже Ф. Франком. Они объясняют, почему реальные кристаллы деформируются при нагрузках, меньших теоретически рассчитанных. Работы Вольтерры касались математического описания упругих несовместностей, тогда как современная теория дислокаций в металлах была сформирована позднее в трудах Э. Орована, М. Поляни и Дж. Тейлора. В 1907 г. Вольтерра разработал теорию внутренних напряжений.

Следующий этап – работа *Э. Орована* – дополняет и совершенствует теорию Беккера. В одном из первых своих трудов для нахождения температурной зависимости практического предела упругости Орован использует основное соотношение теории Беккера, определяющее зависимость скорости пластического течения от температуры. Сопоставляя дополнения Орована к работам Беккера с теорией Беккера в исходной форме, следует отметить, что принципиально новым является только учёт перенапряжений в кристалле, связанных с наличием дефектов КР. По мысли Орована, перенапряжения играют значительно более существенную роль, нежели чисто термические флуктуации напряжения.

В следующей теории – теории *Дж. Тейлора* – предпринята попытка создания представлений о механизме распространения ПД в кристаллических телах. Большинство теорий пластичности представляет собой дальнейшее развитие его взглядов. Теория Тейлора – первая из теорий ПД, оперирующая с определённой моделью КР, в качестве которой рассматривается плоская атомная сетка, образуемая линейными цепочками равноотстоящих односортовых атомов. «Дислокационная» гипотеза Тейлора в сравнении с современными теориями ПД имела искажённое представление, однако именно Тейлор выступил основоположником дальнейшего усовершенствования существующих взглядов на природу ПД, а его работа определила направление и пути развития представлений о пластичности кристаллов.

М. Поляни в 1934 г., независимо от Тейлора и Орована, предложил концепцию дислокаций для объяснения низкой экспериментальной прочности кристаллов по сравнению с теоретической. Он показал, что ПД осуществляется движением линейных дефектов, что требует меньших усилий, чем сдвиг атомных плоскостей целиком. Его работы стали основой современной физики прочности и пластичности. Поляни ввёл понятие «линейного дефекта КР» (или краевой дислокации), который перемещается под действием напряжений, а также объяснил пластичность и обосновал, что скольжение в металлах происходит не одновременно по всей плоскости, а последовательно при перемещении дислокаций. Помимо физики металлов, известен теорией полимолекулярной адсорбции (1915 г.) и теорией абсолютных скоростей реакций (1935 г.).

Теории Орована и Беккера не содержат определённых представлений о микроскопическом механизме ПД кристаллов, но даёт представление о скорости ПД и пределе упругости материала. В теории Тейлора разработан механизм ПД в КР, но нет представлений о скорости ПД в КР. Важным этапом на пути развития современных представлений о ПД кристаллических тел является попытка братьев *Бюргерсов* (1935 г.) объединить точки зрения, развитые Беккером и Ороvanом, с одной стороны, и Тейлором – с другой. К этому этапу относятся работы и *И.А. Кохендорфера* (1938 г.), в которых представления И.М. Бюргерс и В.Ж. Бюргерс о механизме ПД в реальных кристаллах получили дальнейшее развитие. Бюргерсы и Кохендорфер развивают последовательную количественную теорию пластичности кристаллов, касающуюся основных специфических особенностей этого явления. В этих работах прослеживаются вполне определённые представления как об условиях возникновения сдвигов, так и о механизме их распространения, а также о

причинах эффектов упрочнения и разупрочнения, сопровождающих ПД. Они устанавливают количественную связь между основными макроскопическими величинами, характеризующими на опыте пластическое течение – напряжением, величиной деформации, её скоростью и температурой опыта. И.М. Бюргерс открыл количественную характеристику, описывающую искажения КР вокруг дислокации в теории дислокаций, – вектор Бюргерса.

Несколько особняком от рассмотренных теорий стоит теория *Я.И. Френкеля* и *Т.А. Конторовой* (1938 - 1939 гг.). Она в отличие от предшествующих при рассмотрении механизма ПД не апеллирует понятием «дислокации» и иных «пороков» строения кристалла. Основная мысль теории заключается в том, что пластичность – свойство правильной КР, а способность к кристаллографически направленной остаточной деформации является одной из характерных особенностей идеальной КР. Согласно данной теории, возникновение пластических сдвигов не связано с наличием в КР искажений (Тейлор, Бюргерсы, Кохендорфен руководствовались дислокационной гипотезой), а распространение ПД осуществляется путём постепенного коллективного перехода атомов из одних положений равновесия в другие. Модель Френкеля - Конторовой – это физическая модель, описывающая дефекты в КР (дислокации, солитоны). Она представляет собой одномерную цепочку атомов, соединённых пружинами, находящуюся в периодическом поле подложки, и используется для изучения пластичности и перемещения «дырок» (предельный случай дислокации в КР).

Таким образом, историческая цепочка становления ППД [9], как направления машиностроения, выглядит следующим образом: Г. Герц + Р. Беккер + М. Поляни → Э. Орован → Дж. Тейлор → братья Бюргерсы → И.А. Кохендорфер → Я.И. Френкель и Т.А. Конторовой → современные теории.

В табл. 1 представлены основные этапы развития ППД.

Таблица 1 - Основные этапы развития ППД

№	Временной период	Описание этапа
1	Древность и Средневековье	Применение холоднойковки для упрочнения клинков, чеканка монет, полировка камнями.
2	XVIII–XIX вв.	Промышленное использование механического воздействия, внедрение методов обжатия и отделочного накатывания.
3	Начало XX в.	Целенаправленное упрочнение для повышения усталостной прочности (дробеструйная обработка, накатывание роликами).
4	Середина XX в. – н.в.	Разработка физических основ ППД и новых методов: алмазное выглаживание (АВ), ультразвуковое упрочнение и т.д.

Источник: разработано автором

История развития АВ

АВ – это метод финишной ОУО металлических деталей, основанный на ПД ПС скользящим алмазным индентором (наконечником) [10]. Суть процесса: наконечник скользит по поверхности вращающейся заготовки с усилием, пластически деформируя верхний слой без образования стружки. АВ развивалось с середины XX в., пройдя путь от экспериментальных методов упрочнения до высокоточного метода получения наноструктурированного ПС. Основные этапы развития АВ представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Основные этапы развития АВ

№	Временной период	Описание этапа
1	1950–1960 г.	Использование алмазных инденторов для ПД (сглаживания неровностей поверхности).
2	1960–1970 г.	В.М. Смелянский обосновал эффективность жёсткого выглаживания. Промышленное внедрение для повышения износостойкости деталей.
		Реализация сложных траекторий АВ с помощью ЧПУ. В.П. Кузнецов: возможность достижения шероховатости нанометрового диапазона (Ra 0,05 - 0,2 мкм).
3	Конец XX в. – XXI в.	Создание новых методов. Например, открытие ультразвукового выглаживания для повышения качества обработки.

Источник: разработано автором

История развития обкатывания шариками (ШО) и роликами (РО)

ШО и РО – это методы поверхностного упрочнения деталей из пластичных материалов путём ПД; чистовая обработка без снятия стружки, используемая для упрочнения, повышения износостойкости и снижения шероховатости. Роликами обрабатывают наружные цилиндрические поверхности, шариками – отверстия, уступы и нежёсткие детали. [10] История ШО и РО прошла путь от кустарных методов до высокотехнологичных процессов. И изначально использовались для повышения твёрдости и износостойкости, а сегодня применяется для увеличения усталостной прочности, сглаживания неровностей и упрочнения резьбовых соединений. Этапы развития ШО и РО представлены в табл. 3.

Таблица 3 - Основные этапы развития ШО и РО

№	Временной период	Описание этапа
1	Конец XIX в. – начало XX в.	Развитие металлообработки: методов для улучшения качества ПС без термической обработки

		(прокатывание стальных деталей твёрдыми роликами для поверхностного упрочнения).
2	Середина XX в.	Научное обоснование, изучение механики ППД. Установлено, что ролики создают сжимающие напряжения в ПС, предотвращая появление микротрещин.
3	Вторая половина XX в.	Совершенствование техпроцессов, внедрение в производство специализированных роликовых инструментов (накатные ролики), применение для ФО валов, осей и отверстий.
4	Конец XX в. – н.в.	Применение ЧПУ для обкатывания деталей сложной формы. Использование метода для увеличения ресурса и упрочнения высоконагруженных резьб бурильных труб.

Источник: разработано автором

Предпосылки и направления развития ППД в современном машиностроении

ППД, как и иные направления машиностроения, развивается и совершенствуется благодаря созданию новых научных направлений. Особенность ППД – повышение плотности дислокаций в упрочнённом слое, что повышает эффективность получения ПС с регулярным микрорельефом. Как правило, причинами поломок деталей при эксплуатации служат процессы в ПС, который подвергается наиболее сильным воздействиям. Поэтому повышение точности и надёжности машин достигается технологическими методами, обеспечивающими значительное увеличение прочности и износостойкости рабочих поверхностей деталей. В последние годы всё чаще применяют методы, основанные не на резании материалов, а на ПД в холодном состоянии ПС, что определяется существенными преимуществами. Сочетание достигаемых при обработке давлением низкой шероховатости с гарантированным упрочнением ПС обеспечивает высокие эксплуатационные свойства. Именно эти достоинства в совокупности с высокой экономичностью и простотой осуществления ТП практически в производственных условиях определили быстрое развитие и широкое внедрение в производство методов ОУО, среди которых ППД является одним из наиболее экономичных и эффективных методов упрочнения.

ППД сформировалось как самостоятельный вид ОУО в период, когда вместо острого резца стали использовать радиусные гладилки для сглаживания шероховатых поверхностей. Разработаны методы ППД, конструкции рабочих инструментов и технологического оснащения, выполнен большой объём исследовательских работ по оценке качества упрочнённых деталей, их надёжности, долговечности и качества ПС [11]. Одним из наиболее эффективных направлений совершенствования технологий является комбинирование различных

методов воздействия на ПС. В этом плане комбинирование ППД до сих пор преимущественно производилось с принципиально другими видами обработки (химико - термической, закалкой токами высокой частоты, электроэрозионной, лазерной, электромеханической и нанесением покрытий), которые различаются природой упрочняющего воздействия, эффективностью и областями применения. Такие технологии обеспечивают повышение эксплуатационных свойств, улучшают декоративный вид изделий, однако не всегда способны удовлетворить современные требования как по качеству, так и по экологической безопасности и энергоёмкости производства [12].

Для интеграции результата целесообразны разработка и исследование методов ППД [13] с параллельным комбинированием в едином процессе различных принципов механического взаимодействия деформирующего инструмента с обрабатываемой деталью. Таким образом, перспективным можно считать такой вид ППД, когда в качестве основного принципа контактного взаимодействия рассматривается комбинация качения со скольжением [14].

В качестве примера приоритетного направления развития ППД можно привести проект под руководством Ф.В. Гречникова «Разработка технологии и технологического комплекса оборудования для осуществления ФО наружных поверхностей деталей машин без применения смазочно - охлаждающих технологических средств (СОТС)». Проект направлен на исследование механики формирования микрогеометрии и структуры, включая напряженно - деформированного состояния при ППД деталей со сложной геометрией при повышенных тепловых нагрузках при обработке без применения СОТС. Результат проекта – научно обоснованная методология инженерии ПС при ППД, апробированная на конструктивно подобных образцах изделий предприятий аэрокосмического и автомобилестроительного кластеров РФ.

Ещё один пример – гиперпроизводственная «зелёная» технология обработки ППД [5] – обладает преимуществами классических методов ППД и позволяет кратно повысить производительность и заменить ФО с обильным принудительным охлаждением на методы ППД без СОТС.

ППД развивается в направлениях: исследования с использованием метода конечно - элементного моделирования, создания и совершенствования новых инструментов и устройств для обкатывания, совмещения и комбинирования методов и процессов, происходящие в очаге деформации и тонком ПС. Кроме того, в последние годы показана возможность создания тонкой мелкодисперсной структуры в ПС материала благодаря применению схем, создающих высокое гидростатическое давление в очаге деформации. Одним из перспективных направлений развития ППД является совмещение ППД с различными технологическими методами. В ряде работ исследованы возможности применения ППД с нанесением покрытий различного рода: осажденных, гальванических, диффузионных, наплавленных лазером, электроискровых и др. Покрытия большинства типов способны к обработке ППД без разрушения ПС.

Таким образом, актуальными задачами в области ППД можно считать [14]:

1. разработку и усовершенствование схем обработки и деформирующих инструментов для создания давления в очаге деформации без разрушения ПС;
2. проведение физических исследований на однофазных материалах с целью выявления новых закономерностей в тонком ПС и очаге деформации;
3. получение зависимостей, позволяющие провести качественный анализ физико - механических процессов, протекающих в очаге деформации, объяснить закономерности формирования мелкодисперсной структуры при использовании сложнопрофильных инструментов.

Выводы. Изучены и проанализированы предпосылки и направления дальнейшего развития ППД в современном мире, особенности научных направлений по его исследованию. Описаны направления развития ППД, которые рентабельны, как с точки зрения экономической оправданности применения данного метода, так и производительности. История развития ППД прошла путь от примитивнойковки до высокотехнологичных методов упрочнения. Исследование прошедшего длительного становление процесса ППД обладает особой значимостью в современной металлообработке. Данный вид ОУО сегодня обеспечивает не только отделку, но и формирование напряжений сжатия, повышая долговечность ответственных деталей и их ресурс. ППД благодаря перераспределению металла без стружкообразования повышает экономичность и экологичность процесса производства деталей машин.

Список использованной литературы:

1. Маталин А.А. Технология машиностроения. Л.: Машиностроение. 1985. С. 496.
2. Вольнец Д.Р., Арустамова И.С., Коробейникова И.О. Наклёп и нагартовка. Технологические особенности // Сборник трудов конференции: XII Международная НПК молодых ученых, посвящённая 61 - ой годовщине полёта Ю.А. Гагарина в космос. Краснодар, 2022. С. 139 - 142. EDN: GMVWZO
3. Безязычный В.Ф., Прокофьев М.А., Филиппова А.В. Взаимосвязь параметров шероховатости и наклёпа в поверхностном слое деталей, обработанных точением // Вестник БГТУ. 2015. № 3(47). С. 15 - 18. EDN: UJVDIN
4. Кокорин В.В., Ромашенко С.В., Михнёв М.М. Пластическая деформация и физические процессы, протекающие в металле при деформации // Решетневские чтения. 2013. Т. 1. С. 16 - 17. EDN: SJCHIF
5. Бобровский Н.М., Мельников П.А., Бобровский И.Н., Ежелев А.В. Гиперпроизводительный способ обработки поверхностно - пластическим деформированием // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5. С. 67. EDN: RRJQFP
6. Голенков В.А., Радченко С.Ю., Дорохов Д.О., Короткий Г.П. Научные основы упрочнения комплексным локальным деформированием: монография. М.: Машиностроение, Орёл: ГУ - УНПК, 2013. С. 122. EDN: SXNAVJ
7. Лебедев В.А. Классификация и физико - технологические аспекты динамических методов поверхностно - пластического деформирования // Вестник ДГТУ. 2011. Т. 11, № 6(57) С. 884 - 891. EDN: ONSJFF
8. Бобровский Н.М., Мельников П.А., Бобровский И.Н., Ежелев А.В., Лукьянов А.А. Исследование влияния режимов обработки на шероховатость поверхности

закалённых валов в условиях массового производства // Современные проблемы науки и образования. Тольятти, 2011. № 5. С. 40. EDN: OQDNWV

9. Классен - Неклюдова М.В., Конторова Т.А. Развитие современных теоретических представлений о природе пластической деформации // Успехи физических наук. 1944. Т. 26. №2. С. 217 - 237. <https://doi.org/10.3367/UFNr.0026.194402g.0217>

10. Папшева Н.Д., Акушская О.М. Влияние алмазного выглаживания на работоспособность режущего инструмента // Известия Сам НЦ РАН. 2016. Т. 18. № 4(2). EDN: XAZPZB

11. Зайдес С.А. Состояние технологии поверхностного пластического деформирования в России // Обработка сплошных и слоистых материалов. 2015. № 2(43). С. 18 - 21. EDN: VBDFZ

12. Зайдес С.А. Новые способы поверхностного пластического деформирования при изготовлении деталей машин // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. 2018. Т.16. №3. С. 129 - 139. EDN: YARHJB

13. Зайдес С.А. Прогрессивные методы обработки металлов давлением в технологии машиностроения // Вестник ИРГТУ. 1997. № 1. С. 80 - 85.

14. Митрофанова К.С. Современное состояние и перспективы развития процессов ППД // Сборник трудов IX Международной НПК. Инновации в машиностроении. 2018. С. 418 - 423. EDN: VQMERL

© Дейнова К.Б., Малькова М.Ю., 2026

Денисов А.А.

Аспирант 1 курса Московский университет «Синергия»,
г. Москва, РФ

Платошин А.И.

Аспирант 1 курса Московский университет «Синергия»,
г. Москва, РФ

Научный руководитель: Носков М.Ф.

доктор технических наук, профессор кафедры робототехники,
Московский университет «Синергия»,
г. Москва, РФ

**ПРИМЕНЕНИЕ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ В
ИНФОРМАЦИОННО - ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМАХ
ДЛЯ ОНЛАЙН - МОНИТОРИНГА И ПРЕДИКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ**

Аннотация

В работе рассматриваются подходы к проектированию интеллектуальных информационно - измерительных и управляющих систем на основе методов глубокого обучения для задач онлайн - мониторинга и предиктивного управления

производственными процессами. Актуальность исследования обусловлена усложнением технологических систем, ростом объемов измерительной информации и необходимостью повышения точности анализа данных в условиях шумов и неопределенности. Рассмотрены особенности интеграции нейросетевых моделей в контур обработки измерительной информации, обеспечивающей автоматическое извлечение информативных признаков и анализ состояния технологических процессов в режиме реального времени. Применение сверточных и рекуррентных нейронных сетей позволяет реализовать прогнозирование динамики параметров системы и формирование механизмов упреждающего управления. Показано, что использование методов глубокого обучения способствует повышению точности диагностики, снижению вероятности отказов и повышению эффективности функционирования производственных систем.

Ключевые слова: информационно - измерительные и управляющие системы, глубокое обучение, онлайн - мониторинг, предиктивное управление, нейронные сети, производственные процессы.

Denisov A. A.

1st year postgraduate student, Moscow University "Synergy",
Moscow, Russian Federation

Platoshin A.I.

1st year postgraduate student, Moscow University "Synergy",
Moscow, Russian Federation

Scientific adviser: Noskov M.F.

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Robotics,
Moscow University "Synergy",
Moscow, Russian Federation

APPLICATION OF DEEP LEARNING IN INFORMATION, MEASURING AND CONTROL SYSTEMS FOR ONLINE MONITORING AND PREDICTIVE MANAGEMENT OF PRODUCTION PROCESSES

Annotation

The paper discusses approaches to the design of intelligent information and measurement systems based on deep learning methods for online monitoring and predictive control of production processes. The relevance of the research is due to the complexity of technological systems, the increasing volume of measurement information, and the need to improve the accuracy of data analysis in the presence of noise and uncertainty. The paper explores the integration of neural network models into the measurement information processing loop, which allows for the automatic extraction of informative features and real - time analysis of the state of technological processes. The use of convolutional and recurrent neural networks allows for the prediction of system parameter dynamics and the development of proactive control mechanisms. It has been

shown that the use of deep learning methods can improve the accuracy of diagnostics, reduce the likelihood of failures, and enhance the efficiency of production systems.

Keywords: information, measurement, and control systems, deep learning, online monitoring, predictive control, neural networks, and production processes.

Введение

Работа современных промышленных предприятий напрямую зависит от надежности информационно - измерительных и управляющих систем (ИИУС). Главная задача таких систем — не просто сбор данных, а обеспечение бесперебойности производства. Основная проблема классических методов контроля заключается в их неспособности эффективно работать с «шумными» данными и сложными сигналами, где зависимости между параметрами носят скрытый, нелинейный характер.

Традиционные системы, использующие фиксированные пороги срабатывания, часто оказываются неэффективными: они либо выдают ложные сигналы тревоги из-за случайных помех, либо фиксируют поломку слишком поздно, когда она уже произошла. Это создает потребность в инструментах, способных не просто фиксировать текущие значения, но и понимать динамику процесса [1]. Решение этой задачи лежит в плоскости глубокого обучения.

В рамках данной статьи рассматриваются архитектурные особенности информационно - измерительных систем с интеграцией методов глубокого обучения, механизмы нейросетевой обработки сигналов и принципы реализации предиктивного управления производственными процессами в режиме реального времени.

Основная часть

Современные производственные системы характеризуются высокой степенью автоматизации, многопараметричностью и непрерывным характером протекающих процессов. В этих условиях особую значимость приобретают информационно - измерительные и управляющие системы, обеспечивающие сбор, обработку и анализ данных в режиме реального времени [2]. Однако традиционные подходы к построению ИИУС, основанные на фиксированных алгоритмах обработки сигналов и пороговых методах контроля, не обеспечивают необходимого уровня адаптивности и точности при работе в условиях шумов, нестационарности и неопределенности.

В связи с этим возрастает роль методов интеллектуального анализа данных, среди которых особое место занимает глубокое обучение. Под глубоким обучением понимается класс методов машинного обучения, основанный на использовании многослойных нейронных сетей, способных автоматически извлекать иерархические представления данных [4]. В отличие от классических методов, требующих ручного выделения признаков, глубокие нейронные сети формируют признаки автоматически в процессе обучения, что особенно важно при работе с

высокоразмерными и сложными сигналами, характерными для производственных систем.

Применение глубокого обучения в промышленности обусловлено необходимостью повышения точности диагностики, выявления скрытых закономерностей в данных и автоматизации процессов анализа. В условиях современного производства это позволяет решать задачи мониторинга состояния оборудования, контроля качества продукции и раннего выявления отклонений технологических параметров.

Интеграция методов глубокого обучения в ИИУС предполагает включение нейросетевых моделей непосредственно в контур обработки измерительной информации. В результате становится возможным переход от классической схемы анализа к интеллектуальной обработке данных в режиме реального времени. Такая архитектура позволяет не только интерпретировать текущие значения параметров, но и выявлять сложные зависимости между ними, что существенно повышает эффективность системы.

Обобщённая архитектура ИИУС с интеграцией глубокого обучения представлена на Рисунке 1. Система включает измерительные каналы, модуль предварительной обработки данных, нейросетевой блок анализа и модуль формирования управляющих воздействий. Принципиальным отличием данной архитектуры является наличие обучаемого аналитического ядра, функционирующего в режиме онлайн и обеспечивающего непрерывное обновление оценок состояния технологического процесса.

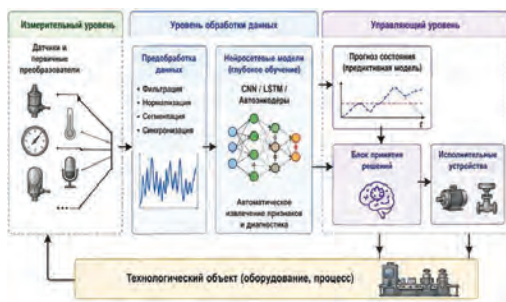


Рисунок 1 – Архитектура информационно - измерительной системы с интеграцией глубокого обучения для онлайн - мониторинга и управления

Применение нейросетевых моделей в ИИУС особенно эффективно в задачах онлайн - мониторинга, под которым понимается непрерывное наблюдение за состоянием технологического процесса на основе поступающих данных [5]. Использование моделей глубокого обучения позволяет автоматизировать анализ сигналов и повысить точность выявления аномалий за счет учета нелинейных зависимостей и временной структуры данных.

Развитие функций онлайн - мониторинга естественным образом приводит к необходимости прогнозирования состояния системы. В этом контексте ключевым понятием является предиктивное управление. Под предиктивным управлением понимается метод управления, основанный на прогнозировании будущего состояния объекта и формировании управляющих воздействий с учетом этого прогноза. В отличие от традиционного реактивного подхода, при котором система реагирует на уже произошедшие отклонения, предиктивное управление позволяет предотвращать их возникновение.

Реализация предиктивного управления в ИИУС осуществляется с использованием моделей глубокого обучения, обученных на исторических данных технологического процесса. Такие модели позволяют прогнозировать изменение параметров системы на заданный временной интервал и выявлять потенциальные отклонения от нормального режима. Это обеспечивает возможность формирования упреждающих управляющих воздействий, направленных на поддержание оптимальных условий функционирования.

Для решения задач онлайн - мониторинга применяются различные типы нейронных сетей. Сверточные нейронные сети используются для анализа сигналов и выявления локальных закономерностей, включая дефекты и отклонения [3]. Рекуррентные сети, в частности LSTM, позволяют учитывать временную зависимость параметров и используются для анализа динамики процессов. Автоэнкодеры применяются для выявления аномалий на основе отклонения текущего состояния от нормального режима функционирования.

Схема обработки измерительных данных с использованием глубокого обучения представлена на Рисунке 2. Поток данных от датчиков поступает на вход нейросетевой модели, где происходит автоматическое извлечение признаков и формирование оценок состояния системы. Это позволяет реализовать непрерывный онлайн - мониторинг без необходимости ручной настройки признакового пространства.

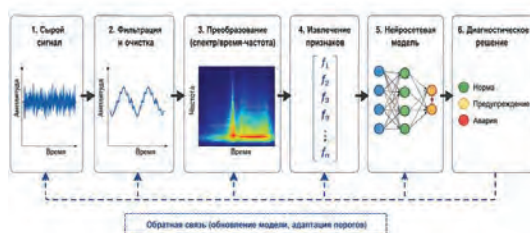


Рисунок 2 – Обработка измерительных данных в режиме онлайн с использованием нейросетевой модели

Ключевым преимуществом применения глубокого обучения является возможность перехода от мониторинга текущего состояния к прогнозированию

будущих состояний системы. На основе временных рядов технологических параметров обучаются модели, способные предсказывать развитие процесса на заданный горизонт времени. Это создает основу для реализации предиктивного управления.

Таким образом, применение глубокого обучения в информационно - измерительных системах обеспечивает переход от традиционного контроля параметров к интеллектуальному онлайн - мониторингу и предиктивному управлению производственными процессами. Предложенный подход позволяет повысить точность диагностики, снизить вероятность отказов и обеспечить оптимизацию режимов работы оборудования за счет упреждающего анализа данных.

Заключение

Таким образом, методы глубокого обучения являются эффективным инструментом для онлайн - мониторинга и предиктивного управления производственными процессами в рамках информационно - измерительных и управляющих систем. Они обеспечивают автоматическое извлечение информативных признаков из потока данных, высокую точность идентификации аномалий и способность выявлять сложные нелинейные зависимости в измерительных сигналах.

Современные нейросетевые архитектуры, такие как сверточные и рекуррентные нейронные сети, находят широкое применение в задачах анализа динамики технологических процессов и прогнозирования состояний оборудования. Несмотря на вычислительную сложность реализации в режиме реального времени, интеграция моделей глубокого обучения открывает новые возможности для повышения надежности и операционной эффективности производственных систем.

Литература

1. Nannapaneni, S., Mahadevan, S., et al. Online Monitoring and Control of a Cyber - Physical Manufacturing Process under Uncertainty // *Journal of Intelligent Manufacturing*, 2020. – Vol. 31. – P. 195–212.
2. Cheng, C. - Y., Pourhejazy, P., et al. Smart Monitoring of Manufacturing Systems for Automated Decision - Making: A Multi - Method Framework // *Sensors*, 2021. – Vol. 21, No. 20. – 6860.
3. Селиванова, З. М. Интеллектуальные информационно - измерительные системы: учебное пособие. — Тамбов: Изд - во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2024. — 10 с.
4. Ani, E. C., Olu - lawal, K. A., et al. Intelligent Monitoring Systems in Manufacturing: Current State and Future Perspectives // *Global Journal of Engineering and Technology Advances*, 2024. – Vol. 5, No. 3.
5. Liu, R., Gu, C., et al. Intelligent Monitoring System for Machinery Manufacturing Process Based on Deep Learning // *Journal of Electrical Systems*, 2024. – Vol. 20, No. 9s.

б. Долгова, И. А., Чувькин, Б. В. Основы теории управления для информационных систем: учебное пособие. — Пенза: Издательство ПГУ, 2019. — 84 с.

© Денисов А.А., Платошин А.И., Носков М.Ф.2026

Закарян В.Э.

студент 4 курса

ГГТУ им. П.О. Сухого

г. Гомель, Республика Беларусь

Научный руководитель: Комракова Е.В.

старший преподаватель

ГГТУ им. П.О. Сухого

г. Гомель, Республика Беларусь

АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ И МЕТОДЫ ИНТЕГРАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СЕРВИСОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОНЛАЙН - КОНФИГУРАТОРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аннотация

В статье рассматриваются архитектурные решения и методы интеграции распределенных внешних сервисов при проектировании веб - платформ для онлайн - торговли сложным техническим оборудованием. Описаны ограничения традиционных монолитных архитектур при построении интерактивных конфигураторов. Предложена гибкая многослойная архитектура на основе принципов Чистой архитектуры и паттерна CQRS. Особое внимание уделено протоколам и методам интеграции распределенных сервисов интеллектуального анализа совместимости (OpenRouter), безопасной онлайн - оплаты (WebPay) и облачного хранения медиафайлов (Cloudinary).

Ключевые слова

чистая архитектура, распределенные сервисы, системная интеграция, конфигуратор, REST API, CQRS, WebPay, OpenRouter.

Развитие сферы электронной коммерции в сегменте компьютерной техники требует создания интуитивно понятных и надежных инструментов для конечных пользователей. Одним из наиболее востребованных сервисов является конфигуратор персонального компьютера – программный модуль, позволяющий пользователю самостоятельно подобрать комплектующие для сборки системного блока. Однако техническая сложность современного аппаратного обеспечения делает этот процесс подверженным ошибкам несовместимости физических, электрических и логических параметров деталей.

Традиционный подход к созданию подобных конфигураторов на базе монолитных систем с жестко закодированными правилами в базе данных сталкивается с ограничениями масштабируемости. Как отмечает С. Ньюмен, монолитная архитектура усложняет горизонтальное масштабирование и затрудняет интеграцию с независимыми внешними сервисами, что критично для современных распределенных систем [1]. Попытки реализовать в рамках одной СУБД каталогизацию, биллинг, хранение изображений и сложные алгоритмы проверки приводят к деградации производительности. В связи с этим возникает необходимость в применении архитектурных паттернов, способных разграничить зоны ответственности компонентов и подготовить систему к бесшовной интеграции с внешними специализированными шлюзами.

Для решения поставленной задачи была спроектирована и реализована многослойная архитектура веб - платформы на базе фреймворка ASP.NET Core (серверная часть) и библиотеки React (клиентская часть). Фундаментальным аспектом рассматриваемой архитектуры выступает разделение системы на функциональные уровни по принципу Чистой архитектуры (Clean Architecture). Как отмечает Р. Мартин, изоляция доменных бизнес - правил от деталей инфраструктуры, баз данных и внешних интерфейсов гарантирует долговечность и высокую тестируемость программного комплекса [2]. На прикладном уровне серверной части был применен шаблон CQRS на базе медиатора MediatR, разделивший обработку команд изменения состояния и запросов чтения данных. Это позволило полностью разгрузить контроллеры бэкенда и изолировать интеграционную логику.

Особое внимание в архитектуре уделено проектированию базы данных под управлением объектно - реляционной СУБД PostgreSQL. Хранение полиморфных технических характеристик комплектующих реализовано по шаблону «одна таблица на иерархию» в сочетании с бинарным типом `jsonb` для записи неструктурированных атрибутов. Как подчеркивает М. Фаулер, выбор оптимальной схемы отображения наследования в реляционных таблицах является критическим фактором для обеспечения высокой скорости выполнения поисковых запросов и предотвращения избыточных соединений (`joins`) [3].

Интеграция распределенных сторонних сервисов в спроектированную архитектуру веб - платформы реализована через три специализированных адаптера на инфраструктурном уровне.

Первым распределенным шлюзом выступает сервис OpenRouter, предоставляющий унифицированный программный интерфейс для взаимодействия с десятками передовых языковых моделей (LLM). Серверная часть считывает параметры сборки, формирует подробный текстовый промпт и передает его в виде JSON - пакета по протоколу HTTPS на шлюз OpenRouter. Применение низкого уровня температуры генерации гарантирует детерминированность ответа. Возвращаемый JSON - объект очищается от маркдаун - разметки и десериализуется

в строго типизированный DTO - объект, используемый для валидации бизнес - правил.

Вторым распределенным шлюзом является платежная система WebPay. Сетевое взаимодействие с платежным шлюзом построено по двухэтапной транзакционной модели. На первом этапе бэкэнд инициирует сессию оплаты, подписывая параметры алгоритмом SHA1, и возвращает клиенту ссылку на защищенный шлюз `securesandbox.webpay.by`. На втором этапе, после успешного ввода карты, шлюз асинхронно отправляет Webhook - запрос в формате `application / x - www - form - urlencoded` на серверный контроллер. Бэкэнд вычисляет MD5 - подпись параметров, сверяет её с присланной подписью и переводит статус заказа в базе данных в состояние «Оплачен», обеспечивая при этом защиту от подмены сумм транзакций.

Третьим распределенным узлом является облачное хранилище медиафайлов Cloudinary. При добавлении картинок комплекующих администратором в панели управления, файл в формате `multipart / form - data` отправляется на сервер и перенаправляется в облако посредством службы CloudinaryService. Сервер сохраняет в базу данных только уникальный идентификатор ресурса и ссылку, разгружая дисковую систему.

В соответствии с методологией предметно - ориентированного проектирования (DDD), все изменения состояния отслеживаются внутри агрегата PcBuild [4]. Если ИИ - проверка возвращает оценку совместимости ниже 70 %, бизнес - инвариант на прикладном уровне блокирует вызов платежного шлюза WebPay, защищая пользователя от оплаты несовместимой конфигурации.

Таким образом, спроектированные архитектурные решения и методы интеграции распределенных сервисов показали высокую надежность и производительность. Разделение системы на слои Чистой архитектуры и применение паттерна CQRS позволили изолировать сложную внешнюю сетевую логику шлюзов OpenRouter, WebPay и Cloudinary от ядра системы, гарантируя стабильную и безопасную работу веб - платформы в условиях реальных сетевых нагрузок.

Список использованной литературы:

1. Ньюмен, С. Создание микросервисов. – СПб.: Питер, 2016. – 304 с.
2. Мартин, Р. Чистая архитектура. Искусство разработки программного обеспечения. СПб.: Питер, 2018. 352 с.
3. Фаулер, М. Шаблоны корпоративных программных приложений. – М.: Вильямс, 2016. – 544 с.
4. Эванс, Э. Предметно - ориентированное проектирование (DDD): структуризация сложных программных систем. М.: Вильямс, 2020. 448 с.

© Закарян В.Э., 2026

Замладченко Г. К.

аспирант 1 курса, кафедра информационных систем в экономике и управлении,
АНО ВО "Российский новый университет",
РФ, г. Москва

Научный руководитель: Степанова Е. Н.

научный руководитель, канд. пед. наук, доцент кафедры информационных систем в экономике и управлении, АНО ВО "Российский новый университет",
РФ, г. Москва

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Аннотация

В настоящей статье проанализированы теоретические основы мониторинга металлообрабатывающего оборудования, определены его основные проблемы, связанные с не унифицированностью парка металлообрабатывающих станков и ограничениями существующих методов сбора данных, а также рассмотрены современные подходы и перспективные технологии, включая Индустрию 4.0, нейросетевые методы и автоматизированные системы контроля качества.

На основании собранной информации сделан вывод о том, что мониторинг металлообрабатывающего оборудования является не только инструментом контроля, но и важнейшим элементом цифровизации производства, обеспечивающим повышение эффективности и дальнейшее развитие предприятий металлообрабатывающего комплекса.

Ключевые слова

Мониторинг, металлообрабатывающее оборудование, цифровизация.

Zamladchenko Grigoriy Konstantinovich

1rd - year PhD student, Department of Information Systems in Economics
and Management, ANO VO "Russian New University",
Russia, Moscow

Scientific supervisor: Stepanova Evgeniya Nikolaevna

Scientific supervisor, candidate of Sciences in Pedagogics, associate professor
of the Department of Information Systems in Economics and Management,
ANO VO "Russian New University",
Russia, Moscow

CHALLENGES IN ORGANISING THE MONITORING OF METALWORKING EQUIPMENT

Abstract

This article examines the theoretical foundations of metalworking equipment monitoring, identifies its key challenges related to the non - standardized composition of metalworking machine fleets and the limitations of existing data collection methods, and

reviews current approaches and emerging technologies, including Industry 4.0, neural network methods, and automated quality control systems.

Based on the gathered material, the authors conclude that metalworking equipment monitoring is not merely a control tool, but a critical component of production digitalization - one that drives efficiency gains and supports the ongoing development of metalworking enterprises.

Keywords

Monitoring, metalworking equipment, digitalization.

Введение:

Современное развитие металлообрабатывающей промышленности невозможно без цифровизации процессов управления и контроля, а мониторинг является одним из ключевых средств повышения уровня автоматизации производства, что особенно актуально в связи с тем, что предприятия используют в своём станочном парке как оборудование с числовым программным управлением, так и устаревшее оборудование, неподходящее для средств мониторинга.

1. Понятие и значение мониторинга металлообрабатывающего оборудования

Мониторинг металлообрабатывающего оборудования – это метод систематического цифрового отслеживания в организационных системах, позволяющий собирать статистические данные о функционировании станочного оборудования с целью корректного управления, эксплуатации и соблюдения выполнения производственного плана [1]. Сбор информации в рамках мониторинга направлен на реализацию следующих типовых задач:

- сбор информации об оборудовании;
- выявление неисправностей;
- увеличение срока эксплуатации оборудования;
- координирование рабочего процесса;
- оптимизация производственных задач.

Внедрение систем мониторинга в связке с современными станками числового программного управления, позволяет выбирать оптимальные решения, связанные с работой и эксплуатации. Отмечается, что внедрение мониторинга в среднем позволяет увеличить эффективность производства на 15–20 % без потери качества изделия [2, 3].

Таким образом, мониторинг металлообрабатывающего оборудования позволяет переходить от реактивного обслуживания различных ситуаций к предиктивному, что обеспечивает раннее или своевременное реагирование на возникающие проблем.

Причем, данные, получаемые в процессе мониторинга металлообрабатывающего оборудования, позволяют не только отслеживать реализацию производственных операций, но и валидировать информацию о процессах обработки, моделируемых в CAD системах. Это обеспечивает возможность оптимизации станочных программ,

что в свою очередь, уменьшает себестоимость производимой продукции, и увеличивает конкурентоспособность на рынке металлообработки.

Задачи мониторинга включают в себя контроль технических параметров оборудования и поддержание согласованности между управлением и реализацией операций металлообработки. Таким образом, система мониторинга выступает не только как средство контроля, но и как перспективный фундамент для цифровизации предприятия.

Таким образом, теоретические основы мониторинга показывают его ключевую роль в управлении производственными системами, однако, при внедрении таких решений предприятия сталкиваются с рядом сложностей, которые требуют отдельного рассмотрения.

2. Проблемы мониторинга металлообрабатывающего оборудования

Одной из ключевых проблем мониторинга является разнородность систем управления металлообрабатывающим оборудованием, препятствующая его прямому подключению к средствам мониторинга.

Металлообрабатывающие станки классифицируются по степени автоматизации, зависящие от принципов управления и технологичности конкретного типа оборудования:

- оборудование с ручным управлением, представляет группу оборудования устаревшего технологического периода или современное базовое оборудование, а также оборудование с узко специализированным технологическим назначением [4];

- оборудование с числовым программным управлением осуществляет с помощью управляющей программы, написанной технологом, осуществляющей управление обрабатывающими центром и сопутствующие механизмами, в купе выполняющими цикл металлообрабатывающих операций.

Оборудование с ЧПУ классифицируется на основе степени автоматизации запуска циклов обработки и иных дополнительных поддерживающих мероприятий, к которым относятся:

- полуавтомат – классический тип ЧПУ станков, где оператор станка контролирует процесс выполнения автоматизированной обработки, выполняет измерительные мероприятия и отвечает за установку заготовок и извлечение обработанных изделий, тем самым запускаю новый цикл обработки;

- автомат – тип автоматических станков, которые не требуют оператора в процессе цикла обрабатывающих операций, загрузка заготовок и извлечение обработанных изделий осуществляется в автоматическом режиме, а оператор отвечает за измерения, своевременный контроль и замену металлообрабатывающих расходников [5];

- дополнительные средства автоматизации – могут значительно варьироваться в зависимости от технологической классификации того или иного оборудования. К данному типу оснащения относятся роботы, координатно -

измерительные средства, средства контроля фрез и иная оснастка служащая повышению степени автоматизации процессов [6].

Несмотря на развитие технологий, в металлообработке широко распространены устаревшие и нецифровизованные станки, минусы и недостатки в сфере автоматизации и управлении, компенсируются аналогичную точностью и схожестью функционал в сравнении с современными цифровизованными образцами.

Задача объединения разнородного парка станков в комплексе предприятия в одну общую сеть, включающего станки, работающие на устаревших аналоговых принципах и заканчивая современными ЧПУ оборудованием, является затруднительная задачей [7]. Разнообразные протоколы и интерфейсы, значительно препятствующие обмену данных, а также включают программные барьеры, основанные на том, что различные производители предлагают свои уникальные решения со специализированным программными коммерческим продуктами, которые несовместимы с другими внештатными готовыми решениями [8].

Для решения проблем сбора информации со станков с устаревшими средствами числового управления применяются методы модернизации, по средствам подключения, устаревших управляющих аппаратных систем к современным компьютерам, что позволяет собирать информацию, осуществлять опосредованное управление и реализовывать функционал недоступный исходным устаревшим системам управления.

Кроме того, несмотря на то, что в настоящее время современные и высокотехнологичные системы металлообрабатывающего оборудования создаются всё более сложными, обеспечивающие значительную степень автоматизации, но ключевым фактором в работе оборудование всё еще остаётся человек. Это приводит к влиянию человеческого фактора, даже в современных условиях цифровизованного оборудования.

По статистике ошибки человека насчитывают около 10–15 % всех отказов оборудования, а в виде косвенного ошибок составляют до 20–30 % [9]. Эти факторы свидетельствует о том, что влияние человека остается значительным фактором, требующим высокой квалификации сотрудников и средств дополнительного контроля.

3. Способы сбора данных и их ограничения

Для мониторинга металлообрабатывающего оборудования применяются несколько ключевых подходов.

- Модернизация датчиками – внедрение дополнительных средств отслеживания информации об оборудовании, используемого для сбора статистической информации. Также применяемого, как средство защиты и безопасности, основанные на датчиках, отслеживающих деятельность человека, которые препятствуют несанкционированные или ошибочные действия персонала [10].

- Прямой сбор информации от цифровых систем числового управления металлообрабатывающего станка. Сбор информации, получаемый напрямую из числовой, система станка или интегрированных измерительных датчиков, обеспечивает наиболее корректные и точные данные, отражающие непосредственно работу оборудования. В зависимости от комплектации и оснащение определенного станка, зависит полнота считываемой информации. Защита оборудования от несанкционированного доступа и защита данных, обеспечиваемая производителем, могут быть препятствием к свободной передаче и сбору статистики о работе цифровых станков.

- Ввод информации оператором станка, этот метод даёт возможность сбора базовой информации о процессе изготовления на основе триггеров, такие как время реализации операций высчитываем между фиксированием стартом и завершение процесса.

Наиболее эффективным методом является прямой сбор информации с систем ЧПУ, так как он позволяет собирать данные без модернизации внештатными компонентами, вносящими вероятности неправильного учёта и некорректного отражения в системе мониторинга [11]. Модернизация датчиками станков ЧПУ, так и ручного управления требуют значительных причин, обуславливающих изменения или добавление компонентов оборудования [12].

Для технического контроля оборудования существуют следующие методы:

- отслеживание напряжения;
- нагрузка на оси шпиндель;
- вибрация;
- анализ потребления мощности;
- сбор информации о линейном перемещении.

Программные средства современного оборудования, позволяют автоматически фиксировать активацию управляющей программы и фиксировать статистику, отражающую как запуск, так и выполнение обрабатывающих программ [13].

Проблемы, связанные с мониторингом оборудования, подтверждают, что без решения вопросов интеграции и снижения влияния человеческого фактора невозможно обеспечить эффективный мониторинг. Поэтому ключевую значимость приобретают современные технологии, формирующие цифровизованную основу предприятия.

4. Индустрия 4.0 и нейросетевые технологии в мониторинге металлообрабатывающего оборудования

В настоящее время тематика интернета вещей в различных сферах деятельности активно рассматривается и интегрируется. В сфере обработки металлов данное направление обладает высоким потенциалом с точки зрения мониторинга металлообрабатывающего оборудования, что позволяет автоматизировать операции, как дистанционными методами, так и с использованием информационных систем.

Приобретаемое на предприятии оборудование должно соответствовать критериям Индустрии 4.0 цифрового производства, обеспечивая возможность подключения оборудования и средств измерения к локальной сети, что позволяет проводить оптимизационные мероприятия посредством мониторинга и диспетчеризации [14].

Влияние Индустрии 4.0 на производство отражается в различных инновационных направлениях:

- искусственный интеллект;
- интернет вещей;
- технологии цифровых двойников;
- носимая электроника;
- предиктивная аналитика.

Аналитика данных позволяет создавать отчёты, производить ретроспективный анализ, сравнивать показатели обработки и общей эффективности рабочих процессов, обеспечивая прозрачность работы предприятия за определённый период [15].

Индустрия 4.0 прямо связана с анализом больших объёмов данных для извлечения полезной информации и принятия правильных оптимизационных решений. Но в данный период времени Индустрия 4.0 является инновационной и находится в стадии активного развития. На большинстве производств в той или иной степени используется оборудование несовместимое с её критериями, либо требующее значительной модернизации для возможности интеграции. Для перехода к Индустрии 4.0 необходимо внедрение значительного количества цифровизованного оборудования, которое будет предоставлять данные для анализа и обеспечивать возможность управления процессами обработки [16].

Кроме того, значительные перспективы имеют нейросетевые технологии, которые могут применяться как в обработке данных, поступающих в системы мониторинга, так и в определении своевременной замены инструмента и выявлении тенденций изменения работы оборудования.

Системы цифрового зрения должны быть надёжными и гибкими, чтобы обеспечивать высокий уровень адаптации к различным факторам: помутнению, различным углам наблюдения и иным фоновым условиям, которые могут значительно препятствовать корректному распознаванию [17].

Тем не менее нейросетевые технологии имеют ряд сложностей в реализации, таких как необходимость применения больших наборов данных для обучения, включая специфичность области, что требует значительного времени на подбор и выявление закономерных паттернов, подходящих для обучения.

В зависимости от типа технической системы станка существует взаимосвязь типичных неисправностей, которые определяются при помощи различных датчиков. Например, с помощью отслеживания вибраций можно определить разрушение подшипников качения, создающих повышенные вибрации, что ведёт к дисбалансу и снижению прецизионности обработки [18].

5. Автоматизация контроля качества и перспективы измерительных систем

Автоматизированные системы контроля качества представляют собой инновационные технические решения, которые позволяют проверять качество продукции и производственных операций. Автоматизированный контроль качества включает разнообразные сенсоры, камеры, программное обеспечение и станочную оснастку, что в совокупности позволяет не только измерение, но и мониторинг процессов [19].

Измерение линейных и угловых размеров заготовок и обработанных изделий является критически важным для полноценного процесса мониторинга. При наличии дополнительного сложного технического оснащения, позволяющего производить измерение во время процесса обработки, обеспечивается возможность точного и своевременного отслеживания отклонений от требований технической документации.

В классическом рабочем процессе оператор станка или сотрудник отдела технического контроля осуществляет измерение при помощи разнообразного ручного измерительного инструмента. Интеграция цифрового измерительного инструмента с автоматизированной передачей информации в информационную систему и систему мониторинга позволяет собирать точную измерительную статистику, которая фиксируется квалифицированным специалистом в данной области [20].

В качестве унифицированного способа передачи измерительных показаний можно осуществлять с помощью устройства ввода Mitutoyo с USB интерфейсом, преобразующего информацию в универсальный формат данных клавиатурных кодов HID, подходящего ко всем современным устройствам, поддерживающим ввод с клавиатуры, начиная от смартфонов, компьютеров и заканчивая специализированными мультимедийными системами. Данный способ передачи информации может иметь различные сферы применения, при условии небольшой стоимости в сравнении с самими сложными автоматизированными измерительными системами.

При этом сравнительно низкая стоимость средств передачи информации Mitutoyo позволяет компенсировать часть возможности автоматизированных систем, при условии того, что сложные автоматизированные системы требуют высокой квалификации сотрудников как поддерживающих их корректную работоспособность, так и корректную эксплуатацию, приводящим к значительным сопутствующим затратам помимо дорогостоящего оборудования.

В качестве альтернативного и перспективного решения является дооснащение средствами передачи информации, так как для функционирования любого металлообрабатывающего предприятия, должно быть оснащено цифровым измерительным инструментом. В подавляющей большинстве предприятий уже имеют базу измерительного инструмента и квалифицированных сотрудников, которые могут осуществлять корректные измерения заготовок, параллельно внося

данные в систему мониторинга, простым нажатием кнопки, передающим информацию.

Подключение ручного измерительного инструмента к системам мониторинга является перспективным направлением, не требующим дополнительных значительных финансовых вложений на комплектацию, в сравнение с автоматизированными системами, которые обладают малой универсальностью по сравнению с набором базовых измерительных средств, необходимых для прецизионного контроля.

Передача данных от измерительного инструмента может осуществляться как с помощью протоколов беспроводной связи, так и посредством специализированных кабелей. Измерительные показатели напрямую с прибора возможно передавать прямо в информационные системы, так и через портативный или стационарные компьютеры.

Помимо использования таблиц, возможны и иные методы дистанционной передачи собранной информации в системы мониторинга и диспетчеризации, для сбора и систематизации данных о контроле качества продукции, производимой на предприятии.

Современные технологии демонстрируют широкий функционал для реализации мониторинга оборудования и его интеграции в единую цифровую сеть. Их внедрение позволяет не только повышать эффективность управления процессами обработки, но и формировать основу для цифровизации в рамках концепции Индустрии 4.0.

Заключение

Учитывая изложенное, можно сделать вывод о том, что мониторинг металлообрабатывающего оборудования является не только инструментом контроля, но и важнейшим элементом цифровизации производства, обеспечивающим повышение эффективности и дальнейшее развитие предприятий металлообрабатывающего комплекса.

Список использованной литературы:

1. Анцев А.В. и др. Анализ тенденции развития систем мониторинга технологического оборудования // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 584 - 586.
 2. Хромов В.П. Проблемы внедрения перспективных систем дистанционного мониторинга станков с ЧПУ в России и за рубежом // Сборник тезисов по итогам межвузовской научно - практической конференции по результатам научно - исследовательской и проектной работы студентов. – 2021. – С. 176 - 181.
 3. Шерстобитов Я.Е. и др. Анализ и обзор современных решений в сфере диспетчеризации и мониторинга промышленного оборудования // European Journal of Natural History. – 2021. – № 2. – С. 97 - 101.
 4. Тыллануров Ы. Станки и оборудование для металлообработки, станки токарные и фрезерные станки // Вестник науки. – 2023. – № 4 (61). – С. 385 - 388.
-

5. Матвеев В. И. Металлообработка и измерительные системы // Мир измерений. – 2021. – № 3. – С. 50 - 54.

6. Юсубов Н.Д., Аббасова Х.М. Полнофакторная матричная модель точности выполняемых размеров на многоцелевых станках с ЧПУ // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты) – 2021. – Т. 23. – № 4. – С. 6 - 20.

7. Костюченко С.Б. Роль станкостроения в современной экономике и его влияние на различные отрасли и производственные процессы // Экономика и социум: современные модели развития. – 2023. – Т. 13. – № 3. – С. 177 - 194.

8. Терехин А.Р. Перспективы и проблемы мониторинга технического состояния станков в промышленности // Сборник научных трудов по материалам X Международной научно - практической конференции (г. - к. Анапа, 21 июля 2025 г.). – 2025. – С. 17 - 25.

9. Анцев А.В. и др. Информационно - измерительные системы мониторинга работы станочного парка предприятия // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 9. – С. 495 - 498.

10. Зотов А.В. Обзор литературных источников по теме проектирование и разработка модульной информационной системы сбора и анализа параметров технологического оборудования // Сборник научных статей 6 - й Международной научной конференции студентов и молодых ученых, в 3 - х томах. Том. 2. – 2021. – С. 402 - 406.

11. Федотов Н.А. Исследование методов контроля промышленного оборудования цифрового предприятия // Актуальные вопросы современной науки и практики. Сборник научных статей по материалам XII Международной научно - практической конференции. Уфа. – 2023. – С. 294 - 297.

12. Маслаков А.В., Безгин А.С. Исследование типов механических передач для станков с числовым программным управлением // Энергетика: состояние, проблемы, перспективы. Материалы XIII Всероссийской научно - технической конференции. Оренбург. – 2022. – С. 327 - 333.

13. Матвейкин В.Г. и др. Разработка программного комплекса системы управления сложными производственными процессами // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2021. – Т. 27. – № 2. – С. 168 - 184.

14. Чепчуров М.С. и др. Требования и новые возможности оборудования для индустрии 4.0 // Научные технологии и инновации (XXIV научные чтения). – 2021. – С. 393 - 398.

15. Мезина Т.В. и др. Влияние индустрии 4.0 на экономику и производство // Вестник университета. – 2022. – № 2. – С.71 - 76.

16. Чванова М.С., Коломыц А.А. Современное состояние проблемы развития индустрии 4.0 // Материалы 80 студенческой (региональной) научной конференции. Том 4. Казань.– 2022. – С. 236 - 241.

17. Бобриков Д.А. и др. Технология компьютерного зрения, методы и средства информационной системы контроля качества в ткацкой промышленности // Перспективы науки. – 2022. – № 10 (157). – С.41 - 45.

18. Чигиринский Ю.Л. и др. Использование штатной оснастки токарного станка для анализа вибрационного фона процесса резания // Волгоградский государственный технический университет // – 2024. – № 1 (284). – С. 25 - 28.

19. Малкина И.В. Автоматизация контроля качества геометрических параметров деталей в машиностроении // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2022. – Т. 24. – № 3 (107). – С. 34 - 41.

20. Багаева А.П. и др. Автоматизированной системы контроля качества // Перспективы науки. – 2023. – № 9 (168). – С. 46 - 49.

© Замладченко Г. К., 2026

Злотин В.А.

аспирант 4 курса, Санкт - Петербургский горный университет
императрицы Екатерины II,
г. Санкт - Петербург, РФ

Научный руководитель: Петкова А.П.

Доктор технических наук, Санкт - Петербургский горный университет
императрицы Екатерины II,
г. Санкт - Петербург, РФ

ПОВЫШЕНИЕ БАРЬЕРНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФТОРОПЛАСТОВЫХ ПОКРЫТИЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ УНТ И SiC ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ ВОДОРОДА

Аннотация

Воздействие водорода под давлением является одним из факторов деградации трубных сталей, поскольку приводит к проникновению водорода в металл и повышает риск развития водородного охрупчивания. В связи с этим актуальной задачей является разработка барьерных покрытий, способных ограничивать диффузию водорода в стальную подложку. В работе электрохимическим методом исследовано влияние защитных покрытий на основе графитового слоя и композитной фторопластовой эмали, модифицированной углеродными нанотрубками и карбидом кремния, на водородопроницаемость стали 20. Установлено, что наибольшее снижение эффективного коэффициента диффузии и стационарного потока водорода достигается при использовании добавлении карбида кремния и углеродных нанотрубок в систему покраски.

Ключевые слова

Водородопроницаемость, фторопластовые покрытия, композиционные материалы, углеродные нанотрубки, карбид кремния, защитные покрытия.

Zlotin V.A.

4th year postgraduate student,
St. Petersburg Mining University of Empress Catherine II,
St. Petersburg, Russian Federation

Scientific supervisor: Petkova A.P,

Doctor of Technical Sciences, St. Petersburg Mining University of Empress Catherine II,
St. Petersburg, Russian Federation

IMPROVING THE BARRIER EFFICIENCY OF FLUOROPLASTIC COATINGS MODIFIED WITH CNT AND SiC TO REDUCE HYDROGEN PERMEABILITY

Annotation

Exposure to hydrogen under pressure is one of the factors of degradation of tubular steels, as it leads to the penetration of hydrogen into the metal and increases the risk of hydrogen embrittlement. In this regard, an urgent task is to develop barrier coatings capable of limiting the diffusion of hydrogen into a steel substrate. The effect of protective coatings based on a graphite layer and composite fluoroplastic enamel modified with carbon nanotubes and silicon carbide on the hydrogen permeability of steel 20 was studied electrochemically. It has been found that the greatest reduction in the effective diffusion coefficient and steady - state hydrogen flow is achieved by adding silicon carbide and carbon nanotubes to the painting system.

Keywords

Hydrogen permeability, fluoroplastic coatings, composite materials, carbon nanotubes, silicon carbide, protective coatings.

Введение:

Одним из основных ограничивающих факторов является способность водорода проникать в металлические материалы, накапливаться в дефектах структуры и вызывать снижение пластичности и прочности, что особенно опасно для трубопроводных систем и элементов хранения [1]. Для уменьшения поступления водорода в основной металл применяют барьерные покрытия, в том числе полимерные и композиционные. Повышение защитных свойств таких систем обычно достигается за счёт введения функциональных наполнителей, способных уплотнять структуру покрытия и увеличивать извилистость диффузионного пути.

Целью работы являлась оценка барьерной эффективности композиционного фторопластового покрытия на основе эмали ФП - 566, модифицированной углеродными нанотрубками, а также исследование дополнительного эффекта от введения карбида кремния в состав покрытия при защите стали 20 от наводороживания.

Методология исследования:

Для сравнительной оценки были исследованы несколько вариантов систем: образец без покрытия (сталь 20), образец с графитовым покрытием (ГП) на

эпоксидной основе, композиционное покрытие фторопласт+ УНТ+ГП, а также модифицированный состав фторопласт+УНТ+SiC+ГП. В качестве полимерной основы использовали фторопластовую эмаль ФП - 566 на основе бутилацетата, дополнительно модифицированную фотоинициатором Irgacure 819 для последующего УФ - отверждения.

При приготовлении композиции в растворитель вводили углеродные нанотрубки и фотоинициатор, после чего смесь диспергировали в ультразвуковой ванне. Затем в систему добавляли эмаль и повторно осуществляли ультразвуковую обработку. Для части образцов в уже сформированный композиционный состав дополнительно вводили карбид кремния, что позволило получить покрытие с комбинированным наполнением УНТ и SiC.

Испытания на водородопроницаемость проводили в ячейке Деванатана–Стачурски (рис. 1) в растворе 0,1 М NaOH. В качестве вспомогательных электродов использовали графитовые стержни, электродом сравнения служил Ag / AgCl, плотность тока наводороживания составляла 3,75 мА / см², рабочая площадь образца — 8,04 см², а рабочий потенциал — 200 мВ. По экспериментальным зависимостям тока от времени определяли диффузионный поток водорода $J(t)$ (1), эффективный коэффициент диффузии $D_{эфф}$ (2), а также коэффициенты снижения диффузии (DRF) (3) и стационарного потока (JRF) (4).

$$J(t) = \frac{I(t)}{F \cdot S}, \quad (1)$$

где $I(t)$ – сила тока в момент времени t , А; S – площадь контакта поверхности испытуемого образца с рабочим раствором, см²; F – постоянная Фарадея, 96485 Кл / моль.

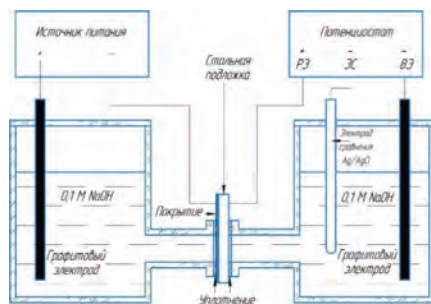


Рисунок 1. Ячейка Деванатана - Стачурски
Источник: разработано автором

Для определения эффективного коэффициента диффузии $D_{эфф}$ [см² / с] используют следующее выражение [2]:

$$D_{эфф} = \frac{h^2}{6 \cdot t_{лаг}}, \quad (2)$$

где h – толщина образца, см; t_{lag} – момент времени, при котором $J(t)/J(ct) = I(t)/I_{ct} = 0,63$, с (рисунок 2); I_{ct} – сила тока при стационарном режиме диффузии, А.

$$DRF = \frac{D_{эфф}(\delta n)}{D_{эфф}(\pi)}; \quad (3)$$

$$PRF = \frac{J(\delta n)}{J(\pi)}; \quad (4)$$

Результаты и обсуждения:

Результаты, полученные в ходе испытаний и расчётного анализа, представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты испытаний

Образец	$h_{пог}$ мкм	$h_{гн}$ мкм	$D_{эфф} \times 10^6$, см ² / с	$J(t) \times 10^{12}$, моль / (с×см ²)	DRF	PRF
Сталь 20	-	3763	1,79	18,58	-	-
Сталь 20 + ГП	40	3803	0,591	8,89	3,03	2,09
Сталь 20 + ПТФЭ (с УНТ) + ГП	76	3839	0,235	1,79	7,36	10,38
Сталь 20 + ПТФЭ (с УНТ+SiC) + ГП	84	3081	0,187	1,12	9,55	7,58

Источник: разработано автором

Согласно полученным данным, нанесение даже одного графитового слоя уже приводит к заметному снижению водородопроницаемости стали 20. Для системы «Сталь 20 + ГП» эффективный коэффициент диффузии уменьшается с $1,79 \times 10^{-6}$ до $0,591 \times 10^{-6}$ см² / с, а стационарный диффузионный поток снижается с $18,58 \times 10^{-12}$ до $8,89 \times 10^{-12}$ моль / (с×см²); при этом значения DRF и PRF составляют 3,03 и 2,09 соответственно.

Существенно более выраженный барьерный эффект демонстрирует покрытие с углеродными нанотрубками. Для данного варианта $D_{эфф}$ уменьшается до $0,235 \times 10^{-6}$ см² / с, а стационарный поток — до $1,79 \times 10^{-12}$ моль / (с×см²), что соответствует коэффициентам DRF = 7,36 и PRF = 10,38. Наилучшие результаты получены для системы УНТ+SiC, для которой $D_{эфф}$ составляет $0,187 \times 10^{-6}$ см² / с, а величина диффузионного потока — $1,12 \times 10^{-12}$ моль / (с×см²). Значение DRF достигает 9,55, что свидетельствует о наиболее выраженном снижении скорости диффузии водорода среди исследованных покрытий. Углеродные нанотрубки выполняют армирующую и структурообразующую функцию, способствуя формированию более связанной и стабильной полимерной матрицы, тогда как частицы SiC выступают в роли твёрдой дисперсной барьерной фазы, дополнительно ограничивающей развитие сквозных диффузионных каналов. В результате возрастает

сопротивление покрытия переносу водорода, что и отражается в снижении коэффициента эффективной диффузии по сравнению с составом, содержащим только УНТ.

Вывод:

В ходе работы было установлено, что модификация фторопластового покрытия не только углеродными нанотрубками, но и карбидом кремния является перспективным способом повышения защитных свойств барьерных слоёв для стали 20. Полученные результаты подтверждают, что композиция УНТ+SiC обеспечивает наиболее эффективное торможение диффузии водорода и может рассматриваться как перспективный вариант покрытия для эксплуатации в водородсодержащих средах.

Список использованной литературы:

1. Барьеры реализации водородных инициатив в контексте устойчивого развития глобальной энергетики / В. С. Литвиненко, П. С. Цветков, М. В. Двойников, Г. В. Буслав // Записки Горного института. – 2020. – Т. 244. – С. 428 - 438. – DOI 10.31897 / PMI.2020.4.5. – EDN JDOTFC.

2. Злотин, В. А. Водородобарьерная эффективность композитных фторопластовых покрытий, модифицированных углеродными нанотрубками / В. А. Злотин, Д. В. Гареев // Актуальные вопросы развития науки и современного общества: сборник статей IV Международной научно - практической конференции. В 2 ч., Пенза, 15 мая 2026 года. Том 4. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2026. – С. 74 - 77. – EDN FIJVML.

© Злотин В.А., 2026

Капранчиков С.С.

канд. техн. наук, доцент ВУНЦ ВВС «ВВА», г. Воронеж, РФ

Борсяков А.В.

курсант ВУНЦ ВВС «ВВА», г. Воронеж, РФ

**УСЛОВИЕ ПЕРЕХОДА ОТ СКОЛЬЖЕНИЯ К КАЧЕНИЮ
ТЕЛА ПО ПОВЕРХНОСТИ**

В статье анализируются условия и механизмы перехода от скольжения к качению твердого тела при движении по горизонтальной поверхности. Рассмотрены физические процессы, математические модели и ключевые факторы, влияющие на смену режима движения.

Ключевые слова: трение качения, трение скольжения, переход режимов движения, динамика твёрдого тела, коэффициент трения, сцепление с поверхностью.

Переход от скольжения к качению - распространённое явление в механике твёрдого тела. Оно наблюдается в транспортных системах (занос автомобиля), робототехнике (пробуксовка колёс) и других областях. Понимание условий перехода позволяет предотвращать аварийные ситуации (заносы, пробуксовки), оптимизировать конструкции транспортных средств, прогнозировать поведение объектов на наклонных поверхностях, разрабатывать эффективные системы управления мобильными роботами.

В этой связи актуально систематизировать знания о переходе от скольжения к качению и выявить ключевые факторы и математические закономерности этого процесса.

Как известно, различают три режима движения тела по поверхности:

- чистое качение, когда точка контакта является мгновенным центром скоростей и на тело в этой точке действует сила трения покоя, т.е. $F_{тр.пок.} \leq \mu_s N$ (μ_s - коэффициент трения покоя).

- качение со скольжением, когда точка соприкосновения тела и поверхности проскальзывает и на тело действуют силы трения покоя и трения скольжения.

- чистое скольжение, когда тело движется поступательно и на тело действует только сила трения скольжения, т.е. $F_{тр.ск.} \leq \mu_k N$ (μ_k - коэффициент трения скольжения).

Переход от качения к скольжению происходит при нарушении условия чистого качения, когда

$$V \neq \omega R,$$

где V - скорость центра масс тела; ω - угловая скорость вращательного движения тела; R - расстояние от центра масс тела до точки соприкосновения с поверхностью.

Переход от качения тела к скольжению обусловлен многими причинами. К основным из них можно отнести следующие:

- превышение внешних сил максимальной силы трения покоя, т.е. $F_{внеш.} > \mu_s N$;
- уменьшение коэффициента трения по причине изменения вида поверхности (например, появление воды, масла и т.д.);

- резкое изменение нагрузки, например, уменьшение силы нормальной реакции в следствии изменения кривизны поверхности;

- неравномерное распределение масс приводит к смещению центра масс тела, что порождает появление дополнительных моментов, нарушающих качение тела;

- при движении по мягким поверхностям, зона контакта может деформироваться что приводит к уменьшению сцепления.

Рассмотрим сплошной однородный цилиндр массы m и радиуса R , движущаяся по горизонтальной поверхности. Движение рассматривается с учетом допущений, что трение сухое, деформация тела и поверхности отсутствует, начальная угловая скорость равна нулю, а линейная скорость центра масс не равна нулю.

В этом случае на тело действуют сила тяжести \vec{G} , сила нормальной реакции поверхности $\vec{N} = -\vec{G}$, сила трения скольжения $\vec{F}_{тр.ск.} = -\mu_k N \cdot \frac{\vec{V}}{|\vec{V}|}$, сила трения покоя на новой поверхности $F_{тр.пок.} \leq \mu_s N$.

В момент скольжения на первоначальном участке угловая скорость тела равна 0, а проекция ускорения центра масс на ось параллельную поверхности определяется из выражения

$$a_x = -\frac{F_{mp.ск.}}{m} = -\mu_k g.$$

При переходе тела к движению по новому участку дифференциальные уравнения движения примут вид:

$$m \frac{dV}{dt} = -F_{mp} = -\mu_k mg; I \frac{d\omega}{dt} = F_{mp} \cdot R.$$

Решая эти дифференциальные уравнения с учетом соответствующих начальных условия, что $V(0) = V_0$; $\omega(0) = 0$, и принимая то, что тело в форме шара, получаем

$$V(t) = V_0 - \mu_k g t; \omega(t) = \frac{5\mu_k g}{2R} t.$$

Учитывая то, что в момент перехода тела к чистому качению должно выполняться условие $V(t_{nep}) = \omega(t_{nep}) \cdot R$, находим время движения до перехода

$$t_{nep} = \frac{2V_0}{7\mu_k g}.$$

Переход от качения тела к его скольжению определяется комплексом факторов. К ним относятся: соотношение действующих внешних сил и максимальной силы трения покоя; характеристиками поверхностей; кинематическими параметрами движения и другими. Математические модели, описывающие такой случай позволяют предсказать момент перехода на основе анализа значения ускорения и коэффициента трения.

Понимание механизмов перехода важно для повышения безопасности и эффективности транспортных систем, робототехники и других приложений.

Список использованной литературы:

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т. I. Механика. - М.: Наука, 1988.

© Капранчиков С.С., Борсяков А.В., 2026

Куликов А.В., Инженер - электроник 1 категории
ООО «Газпром добыча Ямбург», Ямбург, РФ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕВОЛЮЦИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ: ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ И ИННОВАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Аннотация

Современная технологическая революция, разворачивающаяся в условиях цифровизации, радикально трансформирует промышленность, управление и

социально - экономические отношения. Ключевым вектором этих изменений выступает Индустрия 4.0, основанная на интеграции киберфизических систем, промышленного интернета вещей, больших данных, искусственного интеллекта, облачных решений, робототехники и цифровых двойников. В статье рассматриваются основные технологические компоненты новой промышленной парадигмы, а также проблемы адаптации предприятий и общества к ускоряющимся изменениям. Особое внимание уделяется вопросам кибербезопасности, дефицита компетенций, социальной трансформации занятости и этическим аспектам автоматизации.

Ключевые слова

Цифровизация, автоматизация, Индустрия 4.0, промышленный интернет вещей, искусственный интеллект, кибербезопасность, цифровая среда.

Цифровизация стала не просто этапом технологического прогресса, а системным основанием новой промышленной революции. Если индустриальные революции прошлого были связаны с внедрением паровой энергии, электричества и автоматизации, то современный этап характеризуется интеграцией цифровых, физических и биологических процессов в единую среду. В центре этой трансформации находится Индустрия 4.0—концепция, объединяющая технологии сбора, передачи и интеллектуальной обработки данных в режиме реального времени. Базой Индустрии 4.0 является промышленный интернет вещей (IoT). Он формирует сеть датчиков, устройств, станков и узлов управления, непрерывно передающих сведения о температуре, вибрации, расходе энергии, состоянии сырья, простоях и отклонениях от нормы. Это позволяет предприятиям переходить от реактивного управления к предиктивному: выявлять неисправности до их возникновения, оптимизировать загрузку оборудования и повышать качество продукции. IoT становится основой для интеллектуального мониторинга и повышения эффективности производственных систем [1].

Ключевую роль в анализе сложных потоков информации играют искусственный интеллект и машинное обучение. Они обеспечивают выявление закономерностей, которые трудно обнаружить человеку в условиях высокой скорости и объёма данных. На практике ИИ применяется для предиктивного ремонта, обнаружения аномалий, анализа качества продукции, визуального контроля и прогнозирования спроса [2]. На горизонте технологического развития также находятся квантовые вычисления, которые в перспективе могут существенно ускорить моделирование, оптимизацию и анализ больших массивов данных. Блокчейн применяется в логистике и управлении данными, повышая прозрачность и надёжность цепочек поставок [3]. Особую угрозу представляет кибербезопасность. Расширение числа подключённых устройств и цифровых контуров управления увеличивает уязвимость предприятий к кибератакам, утечкам данных и нарушениям производственных процессов. Следовательно, развитие Индустрии 4.0 невозможно без комплексной системы защиты информации, стандартов безопасного проектирования и постоянного мониторинга цифровой среды [4].

Важнейшим условием успешной адаптации является государственная поддержка. В России направленную на развитие цифровой экономики, подготовку кадров и обеспечение информационной безопасности. выполняет программа «Цифровая экономика Российской Федерации», объединяющая меры по развитию цифровых технологий, инфраструктуры и компетенций, создающую институциональную основу для технологического обновления экономики [5].

Таким образом, современные технологические революции формируют новую модель развития, в которой цифровые технологии становятся не вспомогательным, а системообразующим фактором. Индустрия 4.0 открывает широкие инновационные возможности: повышение производительности, гибкости, точности и устойчивости производства. Вместе с тем успешная адаптация требует решения кадровых, социальных, этических и кибербезопасностных проблем.

Список литературы

1. Александрова Т.В. (2023). Цифровизация как современный тренд развития менеджмента производственных организаций // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». Т. 13. № 3. С. 137–144.
2. Антикризисное управление как основа формирования механизма устойчивого развития бизнеса (2022) / под ред. А.Н.Ряховской, С.Е.Кована. М.: ИНФРА - М.
3. Бланк И.А. (2021). Антикризисное финансовое управление предприятием. Киев: Ника - центр; Эльга.
4. Блуммарт Т., ван ден Брук С., Колтоф Э. (2020). Четвертая промышленная революция и бизнес: Как конкурировать и развиваться в эпоху сингулярности. М.: Альпина Паблишер.
5. Брейли Р., Майерс С. (2021). Принципы корпоративных финансов. М.: Олимп - Бизнес.

© Куликов А.В., 2026

Лакей В.Н.

научный сотрудник ВУНЦ ВВС «ВВА», г. Воронеж, РФ

НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕТКИ НА ИСКУССТВЕННЫЕ ПОКРЫТИЯ ДИСПЕРГИРОВАННЫМ МЕТОДОМ

Аннотация

В статье анализируются недостатки традиционных материалов для дорожной и аэродромной разметки и рассматриваются перспективные виды – профильная, структурная и рельефная разметка из холодных пластиков.

Ключевые слова

Дорожная разметка, термопластик, холодный пластик

Разметка – это маркировка на покрытии аэродромов, вертолетных площадках, автомобильных дорогах, служащая для сообщения определенной информации участникам движения, устанавливает определенные режимы и порядок движения транспортных средств и пешеходов, средство визуального ориентирования водителей и применяется как самостоятельно, так и в сочетании с другими средствами в целях повышения безопасности организации дорожного движения, регулирования скорости движения автомобилей, пропускной способности дороги и улучшения видимости проезжей части, придорожной обстановки, особенно в темное время суток [1].

В условиях конкуренции по - прежнему необходимо повышать качество материала и эффективность разметки в условиях ограниченной видимости, при дожде, перепадах температур на участках с высокой интенсивностью движения, материалы должны соответствовать ГОСТу Р 51256 - 99 и ГОСТу Р 52289 - 2004 года. Гладкая поверхность нанесенного материала покрывается водяной пленкой, что приводит к ухудшению свето - возвращательных свойств стекло шариков или к их полному блокированию.

В настоящее время в стране наиболее часто при нанесении разметки применяют различные виды термопластиков и красок. С точки зрения эксплуатации разметки, данный вид материалов является не эффективным и с течением времени (перепады температур, кислотность, превышения допустимых норм нагрузки на дорожные одежды), не выдерживает заданных сроков эксплуатации. Это влияет на снижение безопасности дорожного движения и требует дополнительных материальных затрат на обновление разметки.

Альтернативой применяемым до сих пор разметкам является система профильной (состоящая из участков разной слойности) и структурной (состоящая из отдельных каплеобразных, в перспективе сливающихся в одну полосу) разметок, отличающихся повышенной видимостью в дневное и ночное время, выполненная из двухкомпонентных пластиков холодной полимеризации (рисунок 1). Линии профильной разметки характеризуются наличием на поверхности возвышений, повторяющихся через определенные промежутки, при сохранении целостности. Структурная поверхность линий создается путем нанесения разметки отдельными фрагментами различного вида. Холодный пластик может наноситься различными способами (ручным, механизированным) [2].



Рисунок 1 – Нанесенная линия термопластика

Стрелы, надписи и дублирование дорожных знаков наносятся ручным способом при помощи трафаретов. Для нанесения стоп - линий, пешеходных переходов могут применяться ручные каретки и пласт маркеры. Для нанесения разметки из холодного пластика механизированным способом необходимо оснащать маркировочные машины специальным узлом для смешивания композиции пластика с отвердителем рисунок 2, и тщательно следить за тем, чтобы в нем не оставалось этой смеси после завершения работ, либо при остановке работ более чем на две - три минуты.



Рисисунок 2 – Разметочная машина

Не смотря на отмеченные положительные качества холодного пластика, метод нанесения профильной и структурной разметок имеет существенные недостатки, с точки зрения технологии. К этим недостаткам относятся: нанесение разметки производится с помощью вращающегося вала, на котором через некоторое время образуется с полимеризованный холодный пластик, который необходимо периодически очищать вручную; на стенках емкости образуется с полимеризованный слой пластика; на полимеризацию холодного пластика сильно влияет температура окружающей среды; поскольку вязкость холодного пластика по вискозиметру составляет более 350–500 с, истечение его из емкости происходит только на 2 / 3 объема. В результате этого происходит перерасход материала.

Принципиально новый способ нанесения рельефной разметки относится к промежуточной технологии между структурной и профильной разметками. Рельефная разметка, нанесенная диспергированным методом, представляет собой разметочный слой, состоящий из множества мелких агломератов. Поскольку водитель видит разметку под скользящим углом, то его зрением воспринимаются только торцевые стороны агломерата, а темные промежутки между ними – нет, создается иллюзия обычной плоской поверхности. Нанесение капель осуществляется в строгой геометрической последовательности, разметка имеет характерные особенности профильной. В тоже время она наносится каплеобразным способом как структурная, отличающаяся повышенной видимостью в дневное и ночное время. Наличие чередующихся возвышений рельефной

разметки практически исключает возможность покрытия всей поверхности линии пленкой воды. По этой причине обеспечивается видимость разметки в темное время суток при дожде. Также при наезде на линии рельефной разметки возникает шум и вибрации, тем самым водитель получает дополнительную информацию о наезде на дорожную разметку. В случае, если водитель отвлекся от управления или задремал, шумовой эффект и вибрации помогут водителю восстановить траекторию движения и возможно избежать или снизить последствия ДТП.

Преимущества способа нанесения диспергированным методом: повышается видимость разметки за счет улучшения свето - возвращающих свойств; возможность создания линий разметки от гладких до «шумовых»; повышенный коэффициент трения поверхности разметки; простота обновления ранее нанесенных линий; возможность экономии материала при нанесении до 50 %; не происходит сбор воды вдоль осевой и краевых линий.

Преимущества новой технологии разметки: точная дозировка массы холодного пластика обеспечивает необходимую форму и размеры профиля и осуществляется не зависимо от температуры окружающего воздуха; происходит полное выдавливание материала; легкая очистка емкости от с полимеризованного холодного пластика; точность нанесения материала разметки не зависит от скорости движения оборудования; при остановке машины холодный пластик не выливается.

Список использованной литературы:

1. ГОСТ Р 12.4. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная, назначения и правила применения. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 67 с.
2. Лакей В.Н. Исследование свойств и модификация композиционных материалов для разметки подъездных и внутри аэродромных автомобильных дорог. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2014. – 86 с.

© Лакей В.Н., 2026

Левит А. Д.

Магистрант 2 курса СибГУ
г. Красноярск

СОВРЕМЕННЫЕ МАГНИТОМЕТРЫ: ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ РАЗРАБОТКИ

Аннотация

В статье представлен всесторонний анализ современных магнитометров отечественного и зарубежного производства, включающий их классификацию, технические характеристики и области применения. Особое внимание уделяется

сравнительному исследованию конструктивных особенностей и принципов работы различных типов магнитометрических систем, от классических феррозондовых до современных цифровых решений.

Детально рассматриваются ключевые направления развития современной магнитометрии, включая цифровизацию измерительных систем, миниатюризацию компонентов, повышение точности измерений и расширение функциональных возможностей приборов. Анализируются перспективы интеграции магнитометров в различные системы навигации, геологоразведки, медицинской диагностики и бытовой электроники.

Особое внимание уделяется вопросам стандартизации и качества производства магнитометрических приборов, включая роль конструкторской документации в обеспечении воспроизводимости характеристик и стабильности качества продукции.

Результаты исследования могут быть использованы при разработке новых магнитометрических систем, модернизации существующих приборов и выборе оптимальных решений для различных прикладных задач.

Ключевые слова: магнитометр, магнитное поле, ориентация, сигнал

История магнитометров насчитывает несколько столетий — от первых примитивных компасов до высокоточных цифровых приборов, способных фиксировать мельчайшие изменения магнитного поля. На протяжении всего этого времени развитие магнитометрических устройств шло рука об руку с углублением научных представлений о природе магнетизма и расширением сфер практического применения таких приборов.

История магнитометров началась с изучения природных магнитных явлений. Первым «природным магнитометром» можно считать магнитный компас, появившийся в Китае примерно в XI веке: он использовал свойство намагниченной стрелки ориентироваться по линиям магнитного поля Земли.

В XIX веке развитие электромагнетизма (работы Эрстеда, Ампера, Фарадея) дало теоретическую базу для создания приборов, измеряющих магнитное поле. Появились первые гальванометры и магнитометры на основе отклонения магнитной стрелки под действием тока или внешнего поля.

Прорыв произошёл в 1930-х годах, когда были заложены основы принципа FluxGate (феррозондового магнитометра). Его работа основана на насыщении ферромагнитного сердечника в переменном поле: внешнее магнитное поле искажает намагниченность сердечника. Данный параметр позволяет определить отклонение магнитного поля относительно начальной величины и этот показатель можно измерить. Это обеспечило высокую чувствительность прибора и стабильность показаний.

Вторая мировая война ускорила развитие использования магнитных полей Земли для применения в промышленности, в военной области, в частности их использовали для обнаружения подводных лодок по аномалиям магнитного поля,

миноискатели. Первые феррозондовые приборы были громоздкими, но эффективно выявляли крупные металлические объекты.

В 1950 - е годы магнитометры начали применять в космических исследованиях. Например, в СССР для научно - исследовательской шхуны «Заря» и первых спутников создавали феррозондовые и протонные магнитометры. В 1958 году магнитометр был установлен на советском спутнике (Спутник - 3), что позволило изучать магнитное поле Земли из космоса.

В 1960–1970 - х годах магнитометры стали коммерциализировать: их применяли в геологии, навигации, экологии.

Сегодня магнитометры превратились в незаменимые инструменты во множестве областей человеческой деятельности. В навигации они служат основой электронных компасов и систем ориентации. В геологии помогают обнаруживать полезные ископаемые и исследовать строение земной коры. В медицине используются для диагностики — например, при магнитоэнцефалографии, для лечения различных заболеваний - магнитотерапия. В космической отрасли магнитометры входят в состав систем стабилизации и ориентации спутников и межпланетных аппаратов. Даже в бытовой технике — смартфонах, смарт - часах и навигаторах — присутствуют миниатюрные магнитометрические датчики для определения местоположения.

Современный этап развития магнитометров характеризуется переходом к цифровым технологиям. Цифровые магнитометры не просто фиксируют величину магнитного поля — они преобразуют аналоговый сигнал в цифровой код, обрабатывают его с помощью встроенных микропроцессоров и передают результаты по цифровым интерфейсам. При организации серийного производства особую роль играет конструкторская документация, которая обеспечивает воспроизводимость характеристик приборов и стабильность качества продукции. [1]

В данной статье проведен сравнительный анализ современных магнитометров российского и зарубежного производства, рассмотрены их конструктивные особенности, принципы работы и сферы применения.

Отечественные разработки магнитометров

Магнитометр SX - MAG - 04

Одним из ярких примеров современной российской разработки в области магнитометрии является трёхосный магнитометр SX - MAG - 04. Этот прибор создан специалистами компании «СПУТНИКС», которая имеет многолетний опыт разработки навигационных датчиков для космических аппаратов.

Основное предназначение SX - MAG - 04 — работа в контуре системы определения ориентации космического аппарата. Для выполнения этой задачи прибор должен сочетать высокую точность измерений с минимальными массогабаритными характеристиками, поскольку в космической технике каждый грамм и кубический сантиметр имеют критическое значение.

В основе SX - MAG - 04 лежат анизотропные магниторезистивные (АМР) датчики производства американской компании Honeywell. АМР - датчики обладают рядом преимуществ: высокой чувствительностью, быстродействием и стабильностью характеристик. При этом они достаточно компактны и потребляют мало энергии. [2]

Конструктивно магнитометр выполнен так, чтобы обеспечить надёжную работу в условиях космического полёта. Прибор имеет защитное электропроводное покрытие, которое предохраняет его от воздействия электростатических разрядов и электромагнитных помех. Низкое энергопотребление позволяет интегрировать SX - MAG - 04 в системы питания космического аппарата без существенной нагрузки на бортовые источники энергии.

Таким образом, SX - MAG - 04 представляет собой удачный пример сочетания зарубежных компонентных решений с российской инженерной разработкой, что позволило создать прибор, отвечающий строгим требованиям космической отрасли.

Внешний вид SX - MAG - 04 приведён на рисунке 1.

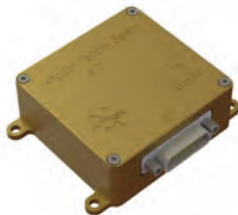


Рисунок 1 – Магнитометр SX - MAG - 04
Магнитометр 17М23

Магнитометр 17М23 является разработкой ОКБ НПО «Рудгеофизика». Данная разработка выполнялась в 1980 годах и несмотря на достаточно большие габаритно - массовые показатели, по сравнению с современными цифровыми приборами, обеспечивала высокую надёжность и простоту в изготовлении, что позволило оснастить данным прибором целую серию космических аппаратов «Стрела», «Гонец», «Муссон», «Родник».

Магнитометр 17М23 предназначен для измерения проекций индукции магнитного поля по трём ортогональным осям в системах ориентации и стабилизации герметичных космических аппаратов. Его конструкция также двухблочная: включает блок преобразователей (БП) и электронный блок (БЭ). При этом БП вынесен за пределы КА, что позволило обеспечить его максимально возможную удалённость от собственных магнитных полей КА и, таким образом, повысить точность измеряемых параметров.

Блок преобразователей содержит три отдельных преобразователя, каждый из которых отвечает за измерение магнитного поля по одной из осей координат. Это позволяет добиться высокой точности измерений и минимизировать взаимное влияние каналов.

Электронный блок выполнен с резервированием — он включает основной и резервный комплекты электронных преобразователей. Такая архитектура существенно повышает надёжность прибора, поскольку при выходе из строя основного комплекта можно переключиться на резервный. Переключение осуществляется по командам напряжением от 25 до 31 В, что обеспечивает совместимость с типовыми системами электропитания космических аппаратов.

Электронные преобразователи обрабатывают сигналы, поступающие с феррозондов, и передают их в бортовую вычислительную систему (БКУ) космического аппарата. Обработка включает фильтрацию, усиление и преобразование аналоговых сигналов в цифровой формат, пригодный для дальнейшей обработки бортовым компьютером.

Внешний вид 17M23 приведён на рисунке 2.



Рисунок 2 – Магнитометр 17M23

Магнитометр МА - 5

Магнитометр МА - 5 отличается более сложной двухблочной конструкцией, состоящей из электронного блока БЭМ - 6 и феррозондового узла УФ - 2. Такое разделение функциональности позволяет оптимизировать конструкцию и повысить точность измерений.

Электронный блок БЭМ - 6 выполнен в форме прямоугольного параллелепипеда, состоящего из корпуса и крышки. Внутри размещены ключевые компоненты: устройства преобразования сигналов по каналам X, Y и Z, генератор возбуждения и компенсатор инструментальных погрешностей. Для изготовления плат использованы современные технологии — толстоплёночные печатные платы с бескорпусными электрорадиоэлементами для устройств преобразования и многослойная печатная плата с корпусными элементами для компенсатора погрешностей.

Особое внимание уделено герметизации блока. Корпус закрывается крышкой методом склеивания и заполняется газообразным аргоном, что защищает внутренние компоненты от воздействия внешней среды и повышает надёжность прибора в экстремальных условиях эксплуатации.

Феррозондовый узел УФ - 2 содержит три дифференциальных феррозонда, расположенных ортогонально друг к другу. Каждый феррозонд представляет собой два пермаллоевых сердечника в виде тонких стержней прямоугольного сечения. На сердечники намотаны обмотки возбуждения, которые питаются переменным током от генератора возбуждения в БЭМ - 6. Дополнительно на каркасы с сердечниками намотаны обмотка обратной связи и измерительная обмотка, расположенная симметрично центру феррозонда. Такая конструкция обеспечивает высокую чувствительность и точность измерений магнитного поля по трём пространственным осям. [3]

Внешний вид МА - 5 приведён на рисунке 3.



Рисунок 3 – Внешний вид МА - 5

Зарубежные разработки магнитометров Универсальный магнитометр HMR2300 (Honeywell)

Среди зарубежных разработок особого внимания заслуживает универсальный магнитометр HMR2300 производства американской компании Honeywell. Это высокочувствительный интеллектуальный цифровой трёхосевой датчик магнитного поля, демонстрирующий современный подход к конструированию магнитометрических приборов.

Основу прибора составляют три магниторезистивных сенсора, ориентированных ортогонально друг к другу. Такое расположение позволяет одновременно измерять три компоненты вектора магнитной индукции — X , Y и Z . Магниторезистивные сенсоры обладают высокой чувствительностью и стабильностью характеристик в широком диапазоне температур.

Одной из ключевых особенностей HMR2300 является встроенная цифровая обработка сигнала. Аналоговый сигнал с датчиков преобразуется в 16 - битный цифровой код с помощью встроенного аналого - цифрового преобразователя

(АЦП). Это обеспечивает высокую разрешающую способность измерений и минимизирует погрешности, связанные с передачей аналогового сигнала.

Полученные цифровые данные сохраняются во встроенной энергонезависимой памяти (EEPROM), что позволяет сохранять калибровочные коэффициенты и настройки прибора даже при отключении питания. Передача данных осуществляется по стандартным промышленным интерфейсам RS - 232 или RS - 485 со скоростью 9600 или 19200бод, что обеспечивает лёгкую интеграцию прибора в различные системы сбора данных. [4]

Универсальность HMR2300 проявляется в широте его применения. Прибор успешно используется в:

- опорных системах ориентации, где требуется высокая точность определения магнитного курса;
- навигационных системах и электронных компасах для морской, авиационной и наземной техники;
- детекторах транспортных потоков для мониторинга дорожного движения;
- детекторах аномалий для поиска скрытых металлических объектов;
- лабораторном оборудовании для научных исследований;
- системах безопасности для обнаружения несанкционированного проникновения.

Такая многофункциональность делает HMR2300 примером современного подхода к разработке измерительных приборов — создание универсального устройства, которое можно адаптировать под широкий спектр задач путём настройки программного обеспечения и параметров интерфейса.

Внешний вид магнитометр HMR2300(Honeywell) на рисунке 3.



Рисунок 3 – Внешний вид МА - 5

Заключение

Проведённый анализ современных магнитометров позволяет сделать ряд важных выводов о текущем состоянии и тенденциях развития этой области измерительной техники.

Прежде всего, обращает на себя внимание разнообразие конструктивных решений и физических принципов, используемых при создании магнитометров. Российские разработки (SX - MAG - 04, МА - 5, 17М23) в значительной степени опираются на традиционные для отечественной приборостроительной школы подходы — использование феррозондовых технологий и комбинированных решений с отдельными функциональными блоками. Зарубежные приборы (на примере HMR2300) демонстрируют тенденцию к интеграции всех ключевых компонентов в едином корпусе с максимальной цифровизацией сигнала на ранних этапах преобразования.

Специализация по сферам применения также имеет свои особенности. Российские магнитометры в основном ориентированы на космическую отрасль, где предъявляются жёсткие требования к надёжности, стойкости к внешним воздействиям и минимизации массы и габаритов. Это отражается в конструктивных решениях — использовании герметичных корпусов, резервировании ключевых компонентов, тщательной защите от электромагнитных помех. Зарубежные разработки, напротив, делают акцент на универсальности и многофункциональности, что позволяет использовать один и тот же прибор в различных областях — от навигации до систем безопасности.

Важным аспектом является уровень интеграции цифровых технологий. В российских приборах цифровая обработка зачастую реализуется на уровне бортовых вычислительных систем, тогда как зарубежные аналоги (как HMR2300) интегрируют цифровую обработку непосредственно в корпус магнитометра. Это даёт преимущества в виде снижения влияния помех при передаче сигнала и упрощения интеграции прибора в цифровые системы.

Технологические тенденции в развитии магнитометров указывают на несколько ключевых направлений:

- повышение точности измерений за счёт совершенствования чувствительных элементов и алгоритмов обработки сигнала;
- миниатюризация конструкций, особенно важная для применения в мобильных устройствах и космической технике;
- интеграция цифровых технологий обработки сигналов, включая встроенные микропроцессоры и интерфейсы передачи данных;
- расширение функциональных возможностей через резервирование компонентов и адаптацию к различным условиям эксплуатации.

В перспективе развитие магнитометров будет определяться как потребностями ключевых отраслей промышленности — космической индустрии, навигации, геодезии и научных исследований, так и внедрением данных приборов в массовый потребительский сегмент. Ожидается дальнейшее сближение российских и зарубежных подходов к конструированию приборов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- - Электронный ресурс локального доступа:

1. Основы проектирования космических аппаратов информационного обеспечения: учеб. Пособие / В. Е. Чеботарев, В. Е. Косенко; Сиб. гос. аэрокосмич. ун - т. – Красноярск, 2011. – 488 с.

2. Чеботарев В.Е. Проектирование космических аппаратов систем информационного обеспечения. Часть 2. Внутреннее проектирование космического аппарата / В.Е. Чеботарев. Красноярск: СГАУ, 2005 г.

- - **Электронный ресурс удаленного доступа:**

3 Магнитометр космического корабля URL: [https:// translated.turbopages.org / proxy _ u / en - ru](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru) (дата обращения: 25.04.2026)

© Левит А.Д.,2026

Мандрик П.А.

Студент, 1 курс, Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пстыга А.А.

Преподаватель, Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

КВАНТОВЫЙ ИНТЕРНЕТ: АРХИТЕКТУРА, ПРОТОКОЛЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

Аннотация

В статье рассматривается квантовый интернет как отдельный слой связи для устройств, работающих с кубитами. Описаны физические принципы, архитектурные элементы, протоколы квантового распределения ключей, квантовые повторители, а также основные направления развития и практического применения таких сетей.

Ключевые слова

Квантовый интернет, кубит, запутанность, QKD, квантовые повторители, квантовая сеть

Mandryk P.A.

Student, 1st year, Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: Pstyha H.A.,

Lecturer, Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

QUANTUM INTERNET: ARCHITECTURE, PROTOCOLS AND DEVELOPMENT DIRECTIONS

Annotation

The article considers the quantum Internet as a separate communication layer for devices working with qubits. The physical principles, architectural elements, protocols of

quantum key distribution, quantum repeaters, as well as the main directions of development and practical application of such networks are described.

Keywords

Quantum Internet, qubit, entanglement, QKD, quantum repeaters, quantum network

Под квантовым интернетом в данной работе понимается не «ускоренная версия» обычной сети, а отдельный слой связи для устройств, которые работают с кубитами. Через такую инфраструктуру в перспективе должны взаимодействовать квантовые процессоры, сенсоры, источники фотонов, узлы памяти и установки распределения ключей. При этом большая часть служебной логики остается классической: узлам надо сообщать результаты измерений, синхронизировать время, подтверждать готовность памяти и выбирать дальнейшие действия. Квантовая часть отвечает не за пересылку привычного файла, а за доставку состояния либо, чаще, за создание запутанности между удаленными точками сети [1, 2].

Физика такой сети сразу задает несколько жестких правил. Кубит может находиться в суперпозиции, поэтому он чувствителен к потерям, шумам и ошибкам измерения. Запутанность связывает результаты наблюдений в разных узлах и делает возможными телепортацию состояния, распределенные вычисления и протоколы ключевого обмена. Наконец, неизвестное квантовое состояние нельзя просто скопировать и послать «резервной копией». Это свойство повышает ценность квантовой связи для безопасности, но одновременно запрещает пользоваться привычными оптическими усилителями, на которых держатся дальние классические линии [3, 4].

Поэтому главная инженерная проблема состоит не в выборе более быстрого кабеля, а в сохранении квантовых корреляций на расстоянии. В оптоволокне фотоны теряются, а состояние памяти со временем разрушается. Квантовый повторитель должен решать эту задачу иначе, чем классический регенератор: он не считывает сообщение полностью, а формирует короткие запутанные участки, временно удерживает их в памяти и затем соединяет участки операцией обмена запутанностью. Если такая цепочка срабатывает, конечные пользователи получают общую пару, которую можно использовать для телепортации или для криптографического протокола [4].

С точки зрения архитектуры квантовая сеть ближе к системе управления редким физическим ресурсом, чем к обычной передаче пакетов. В ней нужны каналы доставки фотонов, квантовые узлы, память, преобразователи длины волны, однофотонные источники, детекторы и классический управляющий контур. Узел в такой сети не обязан пересылать данные в том смысле, в каком это делает IP - маршрутизатор. Его задача — зарезервировать окно связи, оценить верность запутанной пары, учесть время жизни памяти и согласовать измерения в промежуточных точках. Поэтому важной сетевой величиной становится не столько скорость в бит / с, сколько частота получения пар с заданной верностью.

Из практически близких направлений чаще всего обсуждается квантовое распределение ключей, или QKD. В таком режиме квантовый канал не несет открытый текст: он помогает двум сторонам получить общий случайный ключевой материал, а само шифрование выполняется уже обычными криптографическими средствами. Один из показательных результатов — реализация протокола twin - field QKD на действующей коммерческой волоконной инфраструктуре длиной 254 км. Другой пример относится к городским сетям: три узла с атомными квантовыми памятьми были связаны через центральный фотонный сервер, а максимальное расстояние между узлами составляло 12,5 км.

Потенциальные области применения неодинаковы по степени готовности. Ближайшая из них — получение ключевого материала для важных каналов связи и повышение доверия к инфраструктуре, где стоимость ошибки особенно высока. В настоящее время активно обсуждается концепция безопасного облачного доступа к квантовым вычислительным устройствам: пользователь взаимодействует с удаленным процессором и при этом способен верифицировать корректность исполнения квантовых протоколов.

В обозримой перспективе более вероятной представляется не изолированная «квантовая версия Интернета», а гибридная архитектура. Классическая сеть продолжит обеспечивать адресацию, биллинг пользователей, прикладные сервисы и служебный трафик. Квантовый контур же будет отвечать за узкоспециализированные задачи: выработку ключевой информации, связывание доверенных узлов через запутанность и подключение к удаленным квантовым вычислительным ресурсам. Такой подход удешевляет внедрение и дает возможность поэтапной отладки отдельных компонентов по мере их готовности. При этом долгосрочная стратегия остается более амбициозной: сделать запутанность сетевым сервисом, который можно заказывать по требованию, аналогично нынешней передаче данных по IP - сетям [2, 3].

Из этого следует, что квантовый интернет представляет собой комплексную инженерно - научную систему, а не единый протокол или тип оборудования. Она включает в себя фотонику, квантовую память, телекоммуникационную инфраструктуру, криптографию, вопросы стандартизации и управления безопасностью. Наиболее вероятная эволюция будет постепенной: первые шаги — линии квантового распределения ключей (QKD) и городские экспериментальные сети; следующий этап — узлы, оснащенные памятью и повторителями; затем — маршрутизация запутанности между вычислительными и измерительными устройствами. Научная новизна направления связана со сменой самого сетевого ресурса: ключевой ценностью становится не передача копируемого сообщения, а надежное создание и сохранение квантовой корреляции между удаленными участниками. Практическая значимость будет определяться тем, насколько устойчиво этот ресурс удастся интегрировать в уже функционирующую цифровую инфраструктуру. [1, 2]

Список использованной литературы:

1. Wehner S. Quantum internet: a vision for the road ahead / S. Wehner, D. Elkouss, R. Hanson // Science. — 2018. — Vol. 362, № 6412. — Article eam9288. — DOI: 10.1126 / science.aam9288.
2. Kozlowski W. Architectural Principles for a Quantum Internet / W. Kozlowski [et al.] // RFC 9340. — 2023. — DOI: 10.17487 / RFC9340. — URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc9340> (дата обращения: 20.05.2026).
3. Rohde P.P. The Quantum Internet (Technical Version) / P.P. Rohde [et al.] // arXiv. — 2025. — arXiv:2501.12107. — URL: <https://arxiv.org/abs/2501.12107> (дата обращения: 20.05.2026).
4. Gisin N. Quantum cryptography / N. Gisin, G. Ribordy, W. Tittel, H. Zbinden // Reviews of Modern Physics. — 2002. — Vol. 74. — P. 145–195. — DOI: 10.1103 / RevModPhys.74.145.

© Мандрик П.А., 2026

Маслий Е.М.

студент 1 курса УЛГТУ,
г. Ульяновск, РФ

ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕВОЛЮЦИИ: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются ключевые аспекты цифровизации в контексте современных технологических революций. Анализируются основные вызовы, связанные с внедрением цифровых технологий, и раскрываются возможности, которые они предоставляют для экономики, общества и отдельных отраслей. Особое внимание уделяется влиянию цифровизации на рынок труда, образование, бизнес - процессы и национальную безопасность. Приводятся примеры успешных практик и предлагаются направления для дальнейшего развития.

Ключевые слова: цифровизация, технологические революции, цифровая экономика, инновации, искусственный интеллект, рынок труда, кибербезопасность.

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития общества характеризуется ускоренной цифровизацией всех сфер жизни. Этот процесс тесно связан с четвёртой промышленной революцией (Индустрией 4.0), которая предполагает интеграцию киберфизических систем в производство и повседневную жизнь. Цифровизация затрагивает экономику, образование, здравоохранение, государственное

управление и другие области, создавая как новые возможности, так и серьёзные вызовы.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью понимания последствий цифровизации для адаптации к новым условиям развития. Цифровые технологии трансформируют бизнес - модели, меняют требования к компетенциям работников и создают новые риски в сфере кибербезопасности.

Цель статьи — проанализировать современные вызовы и возможности, связанные с цифровизацией и технологическими революциями.

Задачи:

- рассмотреть этапы технологических революций и их связь с цифровизацией;
- выявить ключевые вызовы цифровизации;
- оценить возможности, предоставляемые цифровыми технологиями;
- привести примеры успешного внедрения цифровых решений;
- предложить направления для дальнейшего развития.

Методы исследования: анализ научной литературы, сравнительный анализ, обобщение практического опыта.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. Этапы технологических революций и цифровизация

История развития человечества включает несколько технологических революций:

1. **Промышленная революция XVIII–XIX вв.** — механизация производства, использование паровых машин.

2. **Вторая промышленная революция (конец XIX — начало XX вв.)** — электрификация, массовое производство, конвейер.

3. **Третья промышленная революция (вторая половина XX в.)** — автоматизация, внедрение компьютеров и информационных технологий.

4. **Четвёртая промышленная революция (XXI в.)** — цифровизация, искусственный интеллект (ИИ), интернет вещей (IoT), большие данные (Big Data), блокчейн.

Цифровизация выступает ключевым элементом четвёртой революции, охватывая:

- оцифровку данных;
- автоматизацию процессов;
- внедрение интеллектуальных систем;
- создание цифровых экосистем.

2. Вызовы цифровизации

Основные проблемы, связанные с цифровизацией:

- **Изменение рынка труда.** Автоматизация и ИИ сокращают спрос на рутинные профессии, требуя новых компетенций. По оценкам экспертов, до 50 % 50 % текущих рабочих мест могут быть автоматизированы в ближайшие 20 лет.

- **Кибербезопасность.** Рост числа кибератак, утечки данных и цифрового мошенничества. В 2023 году количество киберинцидентов выросло на 30 % по сравнению с предыдущим годом.
- **Цифровой разрыв.** Неравномерный доступ к технологиям между регионами, странами и социальными группами.
- **Этические и правовые вопросы.** Использование ИИ, сбор персональных данных, регулирование цифровых платформ.
- **Зависимость от технологий.** Риски сбоев в работе критически важной инфраструктуры.

3. Возможности цифровизации

Положительные эффекты цифровых технологий:

- **Рост производительности.** Автоматизация рутинных операций повышает эффективность бизнеса. Например, внедрение ERP - систем сокращает затраты на управление на 15–25 %.
- **Новые бизнес - модели.** Платформенная экономика, подписки, цифровые услуги.
- **Улучшение качества жизни.** Умные города, телемедицина, онлайн - образование.
- **Инновации в науке и медицине.** Анализ больших данных ускоряет разработку лекарств и диагностику заболеваний.
- **Устойчивое развитие.** Оптимизация ресурсов, снижение экологического следа за счёт цифровых решений.

4. Примеры успешного внедрения

- **Здравоохранение.** Телемедицина и ИИ - диагностика сокращают время ожидания приёма и повышают точность диагнозов.
- **Образование.** Онлайн - курсы и адаптивное обучение делают знания доступными для миллионов.
- **Производство.** Цифровые двойники и предиктивная аналитика снижают простой оборудования на 20–30 %.
- **Государственное управление.** Электронное правительство упрощает взаимодействие граждан с госорганами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цифровизация и технологические революции создают двойственный эффект: с одной стороны, открывают огромные возможности для роста и инноваций, с другой — порождают серьёзные вызовы. Для успешной адаптации необходимо:

- инвестировать в образование и переквалификацию кадров;
- развивать кибербезопасность и правовую базу;
- сокращать цифровой разрыв через инфраструктурные проекты;
- стимулировать сотрудничество между государством, бизнесом и наукой.

Перспективы цифровизации связаны с дальнейшим развитием ИИ, квантовых вычислений и нейротехнологий. Успех будет зависеть от способности общества управлять этими процессами, минимизируя риски и максимизируя выгоды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шваб К. Четвёртая промышленная революция. — М.: Эксмо, 2016. — 208 с.
2. Тапскотт Д. Технология блокчейн. То, что движет финансовой революцией сегодня. — М.: Эксмо, 2017. — 448 с.
3. Иванов А.Л., Шустова И.С. Исследование цифровых экосистем как фундаментального элемента цифровой экономики // Креативная экономика. — 2020. — Т. 14, № 5. — С. 655–670.
4. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 04.06.2019 № 7).
5. Халин В.Г., Чернова Г.В. Цифровизация и её влияние на российскую экономику и общество: преимущества, вызовы, угрозы и риски // Управленческое консультирование. — 2018. — № 10. — С. 46–66.
6. Степанов Д.Ю. Цифровизация и корпоративные информационные системы // Сборник материалов национальной научно - практической конференции «Цифровизация техносферы: научный подход». — М.: МИРЭА, 2021. — С. 118–123.

© Маслий Е.М., 2026

Озеров Т.И.

студент 4 курса ПензГТУ,
г. Пенза, Россия

Мязин Н.И.

студент 4 курса ПензГТУ,
г. Пенза, Россия

Шумилин А.А.

студент 4 курса ПензГТУ,
г. Пенза, Россия

Научный руководитель: Зупарова В.В.

ассистент, ПензГТУ
г. Пенза, Россия

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ДИАЛОГОВЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕЙ

Аннотация

Рассматриваются методы повышения точности диалоговых систем, использующих нейросетевые модели. Особое внимание уделяется улучшению распознавания пользовательских намерений, отслеживания состояния диалога, генерации релевантных ответов и интеграции внешних источников знаний.

Ключевые слова

Диалоговая система, нейросетевые модели, точность ответов, отслеживание состояния диалога, обучение с подкреплением, расширение за счет поиска.

Современные диалоговые системы на основе нейросетей широко применяются в задачах клиентской поддержки, голосовых ассистентов и чат-ботов, что предъявляет повышенные требования к точности интерпретации запросов и релевантности генерируемых ответов. Точность в данном контексте включает несколько аспектов: корректное распознавание намерений пользователя, полноту и лаконичность ответа, сохранение контекста и устойчивость к неоднозначным формулировкам. Поэтому проблема повышения точности диалоговых систем носит комплексный характер и требует сочетания архитектурных, алгоритмических и методических решений [1].

Одним из ключевых направлений является улучшение моделей отслеживания состояния диалога, которые хранят и обновляют информацию о намерениях пользователя, заполненных слотах и контексте. Подходы на основе обучения с подкреплением позволяют системе исследовать пространство состояний и получать вознаграждение за более точное восстановление параметров диалога; в частности, метод GRPO повышает качество отслеживания без существенного роста вычислительных затрат и улучшает адаптацию к новым доменам при ограниченных объемах размеченных данных.

Важную роль играет использование гибридных архитектур, объединяющих нейросетевые модели с нечетким выводом и формализованными показателями качества. Обобщенные метрики, учитывающие точность, лаконичность и полноту ответов, позволяют как оценивать работу системы, так и использовать эти показатели в качестве целевых функций при обучении, что делает улучшение диалога более целенаправленным [2].

Существенное повышение точности обеспечивается интеграцией языковых моделей с внешними источниками знаний. Методы поискового расширения и схемы самообоснования позволяют модели формировать запрос к базе знаний, извлекать релевантную информацию и на ее основе строить ответ, повышая фактическую корректность и снижая риск «галлюцинаций», особенно в узкоспециализированных областях.

Отдельное значение имеют методы обучения, ориентированные на улучшение сходимости и обобщающей способности диалоговых моделей. Помимо обучения по размеченным диалогам, используется обучение с подкреплением по человеческим отзывам или моделируемым сигналам качества, что позволяет учитывать такие критерии, как естественность, полезность и вежливость ответа; в сочетании с регуляризацией и отбором качественных данных это повышает точность и устойчивость системы к реальным пользовательским запросам [3].

Таким образом, повышение точности диалоговых систем на основе нейросетей достигается за счет совокупности методов, включающих улучшение моделей

отслеживания состояния диалога, использование гибридных схем с нечетким выводом, интеграцию внешних источников знаний и применение продвинутых стратегий обучения, в том числе с подкреплением. Комплексная реализация указанных подходов позволяет не только повысить долю корректных и информативных ответов, но и обеспечить более устойчивое и предсказуемое поведение диалоговой системы в условиях изменяющихся сценариев и ограниченных ресурсов разметки.

Список использованной литературы:

1. Нассер М. Т. и др. Оценивание эффективности функционирования диалоговой системы на основе применения нечеткого вывода с нейросетевой настройкой // Экономика. Информатика. – 2022. – Т. 46. – №. 2. – С. 356 - 374.
2. Наука Mail. Быстрое обучение чат - ботов: новая система из MWS AI, ИТМО и ИТУ [Электронный ресурс]. 2026. URL: <https://science.mail.ru/news/46551-bystraya-adaptaciya-chat-botov/> (дата обращения: 26.05.2026).
3. Xia Y. et al. Improving retrieval augmented language model with self - reasoning // Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence. – 2025. – Т. 39. – №. 24. – С. 25534 - 25542.

© Озеров Т.И., Мязин Н.И., Шумилин А.А., 2026

Озеров Т.И.

студент 4 курса ПензГТУ,
г. Пенза, Россия

Мязин Н.И.

студент 4 курса ПензГТУ,
г. Пенза, Россия

Шумилин А.А.

студент 4 курса ПензГТУ,
г. Пенза, Россия

Научный руководитель: Зупарова В.В.

ассистент, ПензГТУ
г. Пенза, Россия

ОБРАБОТКА ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ СИСТЕМАМИ

Аннотация

Рассматриваются направления применения методов обработки естественного языка (NLP) в задачах управления транспортными системами. Показано, что технологии NLP используются для голосового и текстового взаимодействия

операторов с интеллектуальными транспортными комплексами, анализа неструктурированной текстовой информации о дорожной обстановке, а также поддержки принятия решений в диспетчерских центрах.

Ключевые слова

Обработка естественного языка, NLP, транспортные системы, интеллектуальные транспортные системы, голосовые интерфейсы, диспетчеризация.

Обработка естественного языка (NLP) как направление на стыке искусственного интеллекта и компьютерной лингвистики ориентирована на разработку методов, обеспечивающих понимание и генерацию человеческой речи. В транспортной отрасли это способствует переходу к более естественным интерфейсам взаимодействия с интеллектуальными системами, включая диспетчерские центры, системы мониторинга, бортовые ассистенты и сервисы для пассажиров [1].

Одним из ключевых направлений применения NLP в управлении транспортными системами является создание голосовых и текстовых интерфейсов взаимодействия с операторами и водителями. Технологии распознавания и понимания естественной речи позволяют реализовать голосовое управление навигационными системами, запросами к базам данных о маршрутах и расписаниях, а также сервисами технического состояния транспортных средств. В диспетчерских центрах голосовые интерфейсы могут использоваться для ускорения ввода информации о происшествиях, запросов по объектам инфраструктуры и управления вызовами, что снижает нагрузку на оператора и уменьшает вероятность ошибок при работе в условиях дефицита времени. Дополнительно, синтез речи на основе текстовых сообщений дает возможность оперативно информировать водителей и пассажиров о изменениях в движении, задержках и аварийных ситуациях [2].

Значимую роль играет анализ неструктурированных текстовых данных: сообщений пользователей, отчетов о ДТП, обращений граждан. Методы классификации, тематического моделирования и извлечения сущностей позволяют выявлять информацию о дорожной обстановке и использовать ее для поддержки управленческих решений.

Дополнительно NLP применяется в интеллектуальных ассистентах, автоматизирующих типовые задачи логистики и диспетчеризации, а также в обучении персонала через диалоговые тренажеры. Это повышает эффективность работы и качество подготовки специалистов.

Вместе с тем внедрение обработки естественного языка в задачи управления транспортными системами сопряжено с рядом ограничений и вызовов. В условиях высокой ответственности и жестких требований к надежности любые ошибки интерпретации команд, неправильное извлечение информации из текстов или некорректно сформированные рекомендации могут приводить к серьезным последствиям, включая сбои в движении, угрозы безопасности людей и материальные потери. Поэтому применение NLP в критически важных подсистемах требует строгой валидации моделей, разработки гибридных схем, сочетающих

статистические методы и формальные правила, а также сохранения возможности человеческого контроля и подтверждения решений. Дополнительно необходимо учитывать языковую вариативность, профессиональный сленг, наличие шумов и помех в голосовых каналах, что усложняет задачи распознавания и понимания речи в реальной транспортной среде [3].

Таким образом, NLP повышает адаптивность и эффективность транспортных систем, обеспечивая новые формы взаимодействия и анализа данных, при условии учета требований надежности и специфики отрасли.

Список использованной литературы:

1. SAP. Изучение обработки естественного языка: руководство [Электронный ресурс]. 2024. URL: <https://www.sap.com/central-asia-caucasus/resources/what-is-natural-language-processing> (дата обращения: 26.05.2026).
2. AWS. Что такое обработка естественного языка (NLP)? [Электронный ресурс]. Официальные материалы AWS. 2026. URL: <https://aws.amazon.com/ru/what-is-nlp/> (дата обращения: 26.05.2026).
3. Cleverence. Обработка естественного языка: методы, инструменты и задачи [Электронный ресурс]. 2025. URL: [укажите точную ссылку] (дата обращения: 26.05.2026).

© Озеров Т.И., Мязин Н.И., Шумилилин А.А., 2026

Озеров Т.И.

студент 4 курса ПензГТУ,
г. Пенза, Россия

Мязин Н.И.

студент 4 курса ПензГТУ,
г. Пенза, Россия

Шумилилин А.А.

студент 4 курса ПензГТУ,
г. Пенза, Россия

Научный руководитель: Зупарова В.В.

ассистент, ПензГТУ
г. Пенза, Россия

МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АКАДЕМИЧЕСКОЙ УСПЕВАЕМОСТИ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОГО СЛЕДА СТУДЕНТА

Аннотация

Рассматриваются подходы к построению моделей прогнозирования академической успеваемости студентов на основе анализа их цифрового следа в

электронных образовательных средах. Описываются типы данных, формируемых в результате активности обучающихся, и основные классы моделей, применяемых для раннего выявления рисков неуспеваемости и поддержки управленческих решений в вузе.

Ключевые слова

Академическая успеваемость, цифровой след студента, прогнозирование, интеллектуальный анализ данных, электронная образовательная среда, модели машинного обучения.

В условиях цифровизации образования значительная часть взаимодействий студента с учебной средой происходит через LMS, онлайн-курсы, системы тестирования и электронные библиотеки, что приводит к накоплению детализированного цифрового следа. Анализ этих данных позволяет переходить от ретроспективной фиксации успеваемости к прогнозным моделям, выявляющим студентов с риском академических затруднений и поддерживающим адресные меры помощи [1].

Цифровой след студента рассматривается как совокупность поведенческих и академических признаков. Сочетание данных о поведении в системе и результатах оценивания демонстрирует более высокую точность прогнозов по сравнению с моделями, основанными только на итоговых оценках или посещаемости.

Для прогнозирования успеваемости применяются модели машинного обучения: логистическая регрессия, деревья решений, ансамблевые методы (Random Forest, градиентный бустинг), нейросетевые архитектуры, включая рекуррентные. Ансамблевые методы и градиентный бустинг часто обеспечивают оптимальный баланс между точностью и устойчивостью при работе с разнородными признаками цифрового следа [2, 3].

Отдельное направление связано с учетом временной структуры активности. Динамические модели на основе рекуррентных нейронных сетей и LSTM анализируют эволюцию поведения студента, что особенно важно для раннего предупреждения неуспеваемости в первые недели семестра.

Важным аспектом является отбор информативных признаков и интерпретируемость моделей для преподавателей и администрации. Анализ показателей, таких как доля просмотренных материалов, время отклика на задания, число попыток тестов и обращений к форумам, позволяет одновременно повышать точность прогнозов и формировать практические рекомендации по организации курса и сопровождению студентов [1, 2].

Помимо прогнозирования оценок, модели цифрового следа используются для сегментации студентов по стратегиям обучения и выделения типичных траекторий, ведущих к успеху или неуспеху. Кластеризация активности помогает настроить интервенции – от изменения структуры курса до адресных консультаций и напоминаний.

Одновременно использование цифрового следа связано с ограничениями и рисками: неполнота и искажения данных, использование альтернативных каналов работы, требования к защите персональных данных и прозрачности алгоритмов. Решения не должны основываться исключительно на автоматизированных прогнозах без профессиональной педагогической интерпретации [3].

Таким образом, модели прогнозирования успеваемости на основе цифрового следа являются эффективным инструментом интеллектуальной аналитики, поддерживающим раннее выявление рисков и индивидуализацию обучения. Перспективы связаны с интеграцией поведенческих и академических признаков, развитием динамических и интерпретируемых моделей, а также с проработкой вопросов этики, конфиденциальности и методической корректности их использования.

Список использованной литературы:

1. Кашпур В.В. и др. Возможности использования цифровых следов для прогнозирования образовательных достижений студентов // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. – 2021. – №. 64. – С. 140 - 150.

2. Есин Р.В., Кустицкая Т.А., Носков М.В. Прогнозирование успешности обучения по дисциплине на основе универсальных показателей цифрового следа // Информатика и образование. – 2023. – Т. 38. – №. 3. – С. 31 - 41.

3. Ширинкина Е.В. Интеллектуальный анализ образовательных данных // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2021. – №. 3. – С. 179 - 188.

© Озеров Т.И., Мязин Н.И., Шумилин А.А., 2026

Пашко А.Д.

кандидат технических наук, доцент
Заведующий кафедрой ТУ УГМК
г. Верхняя Пышма, РФ

Газизов В.А.

Аспирант 1 курса Московский университет «Синергия»,
г. Москва, РФ

АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТЕЙ И МЕТОДОВ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ С ПРОТОКОЛАМИ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Аннотация

В статье рассмотрены архитектура мехатронных систем и роль протоколов реального времени (EtherCAT, PROFINET, SERCOS III). Проведён анализ типовых

кибератак (подмена команд, DoS, replay, man - in - the - middle) и их влияния на безопасность и производительность. Выполнен обзор стандартов IEC 62443 и NIST, методов фильтрации трафика (DPI, поведенческий анализ, белые списки). Выявлены основные ограничения существующих решений: задержки, высокие вычислительные затраты, несовместимость с детерминированными циклами. Сформулированы нерешённые задачи и цели дальнейших исследований.

Ключевые слова

Мехатронные системы, протоколы реального времени, поведенческий анализ.

Pashko A.D.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Head of the Department of TU UGMK
Verkhnyaya Pyshma, Russian Federation

Gazizov V.A.

1st year postgraduate student, Moscow University "Synergy",
Moscow, Russian Federation

ANALYSIS OF VULNERABILITIES AND CYBERSECURITY METHODS OF MECHATRONIC SYSTEMS WITH REAL - TIME PROTOCOLS

Abstract

The article examines the architecture of mechatronic systems and the role of real - time protocols (EtherCAT, PROFINET, SERCOS III). An analysis of typical cyberattacks (command spoofing, DoS, replay, man - in - the - middle) and their impact on safety and performance is carried out. A review of IEC 62443 and NIST standards, traffic filtering methods (DPI, behavioral analysis, whitelisting) is performed. The main limitations of existing solutions are identified: latency, high computational costs, incompatibility with deterministic cycles. Unsolved problems and goals for further research are formulated.

Keywords

Mechatronic systems, real - time protocols, cybersecurity, behavioral analysis.

Введение

Современные мехатронные системы – от промышленных роботов и станков с ЧПУ до автономных транспортных средств – представляют собой сложные киберфизические комплексы, в которых управляющие алгоритмы, исполнительные механизмы и сенсорные подсистемы интегрированы через цифровые сети. Ключевую роль в таких системах играют протоколы реального времени (EtherCAT, PROFINET RT / IRT, SERCOS III и др.), обеспечивающие детерминированную доставку команд с жёсткими временными ограничениями. Однако именно сетевая зависимость делает мехатронные системы уязвимыми для кибератак, способных нарушить не только конфиденциальность данных, но и физические процессы.

В последние годы число инцидентов в промышленных сетях неуклонно растёт. Особую опасность представляют атаки, нацеленные на нарушение временных характеристик: внесение задержек, подмена пакетов синхронизации, создание ложных сообщений датчиков. Традиционные средства кибербезопасности (межсетевые экраны, антивирусы) не учитывают специфику протоколов реального времени – их детерминизм, ограниченные вычислительные ресурсы контроллеров, необходимость гарантированной доставки в заданный интервал. Возникает противоречие между требованиями кибербезопасности и требованиями реального времени. Разрешение этого противоречия является ключевой научно - технической задачей.

Основная часть

1. Архитектура мехатронных систем и протоколы реального времени

Архитектура мехатронных систем включает три функциональных уровня: сенсорный (датчики), уровень управления (PLC, промышленные компьютеры) и исполнительный (приводы, сервоприводы). Все уровни объединены цифровой сетью связи, основанной на протоколах реального времени.

EtherCAT – открытая технология промышленного Ethernet (IEC 61158), обеспечивающая циклы до 100 мкс и джиттер менее 100 нс. Использует архитектуру «ведущий - ведомый» с обработкой кадров «на лету». PROFINET – стандарт Siemens, поддерживающий три канала: TCP / IP (некритичный трафик), RT (время отклика <10 мс) и IRT (изохронный режим, джиттер <1 мкс). SERCOS III – наследник оптоволоконных интерфейсов, обеспечивает циклы до 31,25 мкс и синхронизацию с джиттером <100 нс. Все три протокола широко применяются в станкостроении, робототехнике и других отраслях, но имеют общий недостаток – отсутствие встроенных механизмов аутентификации и шифрования на уровне прикладных данных.

2. Модели угроз и типовые атаки

Для мехатронных систем характерны следующие типы атак:

Подмена команд (spoofing) – злоумышленник отправляет ложные управляющие кадры, имитируя ведущее устройство. Влияние на безопасность критическое (физическое разрушение, травмы). На производительность влияет незначительно (возможна аварийная остановка).

Отказ в обслуживании (DoS) – перегрузка сети, нарушение синхронизации, блокировка ведущего устройства. Приводит к потере управления, срыву циклов, остановке производства.

Атака повтор (replay) – перехват и повтор легитимных кадров. Опасна в позиционном управлении (накопление ошибки). Вызывает сбой в логике автомата.

Человек посередине (MitM) – перехват и модификация трафика между устройствами. Наиболее опасна, позволяет незаметно исказить данные обратной связи. Вносит дополнительную задержку, что может нарушить синхронизацию.

Кроме того, существуют специфические уязвимости: для EtherCAT – атаки на распределённые часы; для PROFINET – на протокол обнаружения DCP; для SERCOS III – на фазу синхронизации и резервирование.

3. Стандарты и методы кибербезопасности

IEC 62443 – международный стандарт для систем промышленной автоматизации. Включает части по общим положениям, политикам, техническим требованиям и разработке компонентов. Ключевые концепции: зоны и каналы связи, уровни безопасности (SL1–SL4), эшелонированная защита. В 2025 году приняты обновления (ISA - TR62443 - 2 - 2 - 2025, IEC PAS 62443 - 1 - 6:2025).

NIST разработал SP 800 - 82 (руководство по безопасности промышленных систем, пересматривается в 2026 году как «Guide to Operational Technology Security») и Cybersecurity Framework 2.0, включающий функции Govern, Identify, Protect, Detect, Respond, Recover. В 2025 году опубликован профиль CSF 2.0 для обрабатывающей промышленности (NIST IR 8183 Rev. 2).

Методы фильтрации трафика:

DPI (Deep Packet Inspection) – анализ полезной нагрузки. Программная реализация вносит задержки >10 мкс (неприемлемо для циклов <1 мс). Аппаратная (FPGA) – <1 мкс, но требует специализированного оборудования.

Поведенческий анализ – создание профиля нормального поведения. Лёгкие модели (статистические тесты) вносят 1–10 мкс и применимы для высокоскоростных систем; сложные модели (нейросети) – >100 мкс (неприемлемы).

Белые списки – фильтрация по MAC, EtherType (L2) вносит <1 мкс, полностью приемлема. Фильтрация прикладного уровня (L7) – 1–10 мкс, приемлема при аппаратной поддержке.

4. Ограничения существующих решений

Основные ограничения:

Задержки – программные DPI и шифрование вносят десятки–сотни микросекунд, что превышает допустимый джиттер для высокоскоростных протоколов.

Высокие вычислительные затраты – промышленные контроллеры имеют ограниченные CPU и память. Внедрение DPI или сложного поведенческого анализа ведёт к перегрузке, пропуску циклов, необходимости в специализированном оборудовании.

Несовместимость с детерминированными циклами – вставка активных устройств безопасности нарушает синхронизацию; блокировка критических кадров (синхронизации, аварийной остановки) недопустима; большинство протоколов не имеют встроенных механизмов безопасности.

5. Нерешённые задачи и цели исследования

Выявлены следующие нерешённые задачи:

Отсутствие методов обнаружения атак, учитывающих временные характеристики протоколов реального времени (латентность, джиттер, межпакетные интервалы).

Неприменимость большинства методов фильтрации в циклах 31,25–1000 мкс.
Несовместимость сегментации сети (IEC 62443) с топологиями «линия» / «кольцо».

Отсутствие адаптивных методов защиты, учитывающих изменение режимов работы системы.

Отсутствие комплексных решений для всех уровней (сенсорный, управляющий, исполнительный).

Отсутствие формальных моделей угроз и количественных метрик безопасности.

Цель дальнейших исследований – разработка новых методов и алгоритмов обнаружения атак и защиты мехатронных систем с протоколами реального времени, обеспечивающих: минимальную задержку (≤ 5 % от цикла), совместимость с детерминированными протоколами, низкие вычислительные затраты, адаптивность, комплексный охват.

Заключение

Проведённый анализ показывает, что существующие подходы к кибербезопасности (IEC 62443, NIST, DPI, поведенческий анализ, белые списки) недостаточно адаптированы к мехатронным системам с жёсткими временными ограничениями. Необходима разработка новых методов, основанных на анализе временных метрик потока, гибридной фильтрации (канальная + выборочный DPI), адаптивном поведенческом профилировании и распределённых архитектурах IDS. Полученные результаты могут быть использованы при создании защищённых промышленных контроллеров, робототехнических систем и станков с числовым программным управлением.

Список использованной литературы

1. IEC 62443: Industrial communication networks – Network and system security. Parts 1–4. Geneva: IEC, 2025.
2. NIST Cybersecurity Framework 2.0 (CSF 2.0). Gaithersburg: NIST, 2024.
3. EtherCAT Technology Group. EtherCAT Specification. Part 1: Overview. ETG.1000. 2023.
4. PROFIBUS & PROFINET International. PROFINET Specification. PI, 2024.
5. SERCOS International. SERCOS III Specification. SI, 2023.
6. Byres E., McLaughlin S. Industrial Control Systems Security. In: Handbook of SCADA / ICS Security. CRC Press, 2022.
7. Шелупанов А.А., Никифоров А.А. Кибербезопасность промышленных систем. Томск: Изд - во ТУСУР, 2021.
8. Селянкин В.В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений: учебное пособие для вузов. — 4 - е изд., стер. — Санкт - Петербург: Лань, 2026. — 152 с. — ISBN 978 - 5 - 507 - 51201 - 0.
9. Ненашев В.А. Компьютерное зрение. Анализ, обработка и моделирование: учеб. пособие. — Санкт - Петербург: ГУАП, 2022. — 78 с.
10. Иванов П.В. Оптимизация транспортных систем подземных рудников // Горный журнал. 2023. №4. С. 45 - 52.

© Пашко А.Д., 2026, Газизов В.А., 2026

Пашко А.Д.

кандидат технических наук, доцент
Заведующий кафедрой ТУ УГМК
г. Верхняя Пышма, РФ

Некрасов И.А.

Аспирант 1 курса Московский университет «Синергия»,
г. Москва, РФ

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОКАЗАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛУГ

Аннотация

В статье представлен системный анализ современного состояния проблемы оценки качества оказания информационно - технологических услуг. Рассмотрены классификация информационно - технологических услуг и основные показатели качества (доступность, надёжность, производительность, безопасность, удобство). Выполнен обзор нормативно - методической базы и существующих систем мониторинга. Проанализированы подходы к интегральной оценке качества (взвешенные суммы, метод анализа иерархий, нечёткая логика, нейросетевые методы). Выявлены основные источники погрешностей и неопределённостей при измерениях. Сформулированы нерешённые научно - технические задачи и определены направления дальнейших исследований по созданию информационно - измерительной системы качества информационно - технологических услуг.

Ключевые слова

Информационно - технологические услуги, качество услуг, системы мониторинга, интегральная оценка, нечёткая логика, информационно - измерительная система.

Pashko A.D.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Head of the Department of TU UGMK
Verkhnyaya Pyshma, Russian Federation

Nekrasov I.A.

1st year postgraduate student, Moscow University "Synergy",
Moscow, Russian Federation

ANALYSIS OF THE STATUS AND PROBLEMS OF ASSESSING THE QUALITY OF INFORMATION TECHNOLOGY SERVICES

Annotation

The article presents a systematic analysis of the current state of the problem of assessing the quality of information technology services. The classification of information technology services and the main quality indicators (accessibility, reliability, performance, security, convenience) are considered. A review of the regulatory and methodological framework and existing monitoring systems has been carried out. The approaches to integral quality assessment (weighted sums, hierarchy analysis method, fuzzy logic, neural network methods) are analyzed. The main sources of measurement errors and

uncertainties have been identified. The unresolved scientific and technical tasks are formulated and the directions of further research on the creation of an information and measurement system for the quality of information technology services are determined.

Keywords

Information technology services, quality of services, monitoring systems, integrated assessment, fuzzy logic, information and measurement system.

Введение

Цифровая трансформация экономики привела к повсеместному переходу организаций на сервисную модель предоставления информационно - технологических услуг (ИТ - услуг). Сбои в работе информационно - технологических сервисов влекут финансовые потери, снижение производительности, ухудшение имиджа компании и критические нарушения бизнес - процессов. Поэтому создание эффективных систем оценки качества оказания ИТ - услуг становится приоритетной задачей как для провайдеров, так и для заказчиков [1, 2].

Существующие подходы, основанные на анализе соблюдения соглашений об уровне обслуживания (SLA) и ключевых показателей эффективности (KPI), зачастую фрагментарны, не имеют единой измерительной базы и не обеспечивают оперативной, объективной и метрологически обоснованной информации об уровне сервиса. Цель данной статьи – критический анализ современного состояния проблемы оценки качества ИТ - услуг, обобщение теоретических и практических подходов к измерениям, а также выявление нерешённых задач для последующей разработки информационно - измерительной системы [3].

Основная часть

1. Классификация ИТ - услуг и показатели качества

ИТ - услуги классифицируют на инфраструктурные (IaaS), прикладные (SaaS), услуги технической поддержки (Service Desk), услуги по разработке и сопровождению, услуги информационной безопасности, а также бизнес - ориентированные сквозные сервисы. В зависимости от типа услуги формируется набор показателей качества. В практике управления качеством (ITIL 4, ISO / IEC 25010, COBIT) выделяют пять ключевых групп показателей [1, 2]:

- **Доступность (availability)** – способность услуги выполнять функции в заданный момент времени. Метрики: коэффициент доступности ($A = \text{uptime} / (\text{uptime} + \text{downtime})$), MTBF, MTTR.
- **Надёжность (reliability)** – свойство сохранять работоспособность без сбоев в течение заданного времени. Метрики: интенсивность отказов, вероятность безотказной работы, средняя наработка на отказ.
- **Производительность (performance)** – способность обрабатывать запросы с заданной скоростью и задержкой. Метрики: время отклика, пропускная способность, загрузка ресурсов.

- **Безопасность (security)** – устойчивость к угрозам целостности, конфиденциальности и доступности данных. Метрики: доля отражённых атак, время обнаружения, количество уязвимостей.

- **Удобство (usability)** – лёгкость и комфорт взаимодействия пользователя с услугой, являющееся частью QoE (Quality of Experience). Метрики: коэффициент успешности выполнения задачи, время выполнения, CSAT, SUS.

Эти показатели взаимосвязаны и требуют агрегации в интегральную оценку.

2. Обзор нормативной базы и систем мониторинга

Нормативные документы. ITIL 4 задаёт практики управления услугами (SLA, каталог услуг, управление инцидентами) [2]. ISO / IEC 20000 предписывает измерение эффективности процессов с помощью количественных метрик и требует воспроизводимости измерений [1]. Концепция QoE (ITU - T) фокусируется на субъективном восприятии пользователя, используя Mean Opinion Score (MOS) и модели перевода объективных параметров в субъективные оценки [3]. COBIT и Six Sigma дополняют инструментарий управления качеством.

Существующие системы мониторинга. Классические системы (Zabbix, Nagios, Prometheus) эффективно собирают технические метрики (доступность, загрузку CPU, сетевой трафик), но не обеспечивают интегральной оценки качества, не поддерживают учёт субъективных данных и не имеют встроенных механизмов агрегации показателей [5]. Платформы управления ИТ - услугами (ServiceNow, Jira Service Management) автоматизируют процессы ITSM, отслеживают SLA через таймеры, но не выполняют глубокую статистическую обработку и не работают с категорией удобства [6]. Системы APM (AppDynamics, Dynatrace) предоставляют детальную информацию о производительности приложений, но не охватывают все пять групп показателей. Таким образом, отсутствует единая информационно - измерительная система, объединяющая технический мониторинг, учёт инцидентов, опросы пользователей и расчёт интегральных индексов качества.

3. Методы интегральной оценки качества

Для свертки разнородных показателей в единый индекс применяются различные подходы (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение подходов к интегральной оценке качества ИТ - услуг

Подход	Прозрачность	Учёт нелинейности	Требования к экспертам	Вычислительная сложность
Взвешенные суммы	Высокая	Нет	Определение весов	Низкая
Метод анализа иерархий	Средняя	Уровень весов	Попарные сравнения	Средняя
Нечёткая логика	Средняя	Да	Построение базы правил	Средняя

Нейросети	Низкая	Да	Обучающая выборка	Высокая (обучение)
-----------	--------	----	----------------------	-----------------------

Метод взвешенных сумм (МВС) прост, но не учитывает нелинейные компенсации. **Метод анализа иерархий** (МАИ) позволяет обоснованно определить веса на основе парных сравнений, но трудоёмок и требует калибровки [4]. **Нечёткая логика** хорошо моделирует лингвистические переменные («доступность высокая», «производительность средняя») и нелинейные зависимости, что особенно важно для QoE. **Нейросетевые методы** дают высокую точность при наличии больших размеченных данных, но интерпретируемость низка. Для разрабатываемой информационно - измерительной системы (ИИС) целесообразно комбинировать МАИ для обоснования весов и нечёткий вывод для агрегации.

4. Источники погрешностей и неопределённости

При измерении качества ИТ - услуг возникают многочисленные погрешности: дискретизация при сборе метрик, потеря данных, несовершенство измерительных зондов, ошибки выборки при опросах пользователей, несогласованность шкал, субъективизм экспертов при определении весов, некорректная нормализация. Для повышения достоверности необходимо применять статистические методы оценки неопределённости, робастные алгоритмы агрегации и периодическую калибровку [7].

5. Нерешённые задачи и направления исследований

Проведённый анализ выявил следующие ключевые нерешённые проблемы:

1. Отсутствие единой методологии построения ИИС, интегрирующей сбор технических метрик, данных об инцидентах и субъективных оценок пользователей.
2. Недостаточная метрологическая обоснованность существующих подходов (неопределённость измерений, воспроизводимость, калибровка).
3. Слабая адаптивность систем к изменению состава услуг и приоритетов показателей.
4. Отсутствие встроенных методов агрегации (взвешенные суммы, нечёткая логика, МАИ) в массовых системах мониторинга [5, 6].
5. Неинтегрированность субъективных оценок QoE в объективные модели качества [3].

Для решения этих проблем формулируются задачи диссертационного исследования: разработка методологии построения ИИС, архитектуры сбора данных, методов предобработки, моделей интегральной оценки (комбинация МАИ и нечёткого вывода), методики оценки неопределённости, программного прототипа и его экспериментальная валидация.

Заключение

Анализ состояния проблемы оценки качества оказания ИТ - услуг показал, что существующие нормативные документы (ITIL, ISO / IEC 20000, QoE) и системы мониторинга (Zabbix, Prometheus, ServiceNow) не обеспечивают комплексной,

метрологически обоснованной оценки. Требуется создание новой ИИС, способной объединять объективные и субъективные показатели, выполнять нелинейную агрегацию и оценивать неопределённость результатов. Предложенное направление дальнейших исследований ложится в основу разработки методологии, моделей и алгоритмов реализации ИИС.

Список использованной литературы

1. Серкова А.С. Прогнозирование отказов оборудования с использованием технологий искусственного интеллекта. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 210 с.
2. Рахимов Ш.Х., Хакимов Ш.Д. Сравнительный анализ алгоритмов детекции лиц и позы в системах образовательной аналитики // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2025. № 2. С. 28–35.
3. Университет Иннополис. Российский дрон для подземных работ InnoSpector. [Электронный ресурс]. URL: <https://innopolis.university> (дата обращения: 01.05.2026).
4. Advanced Navigation. Hybrid navigation system for underground mining. Technical report, 2025.
5. Zabbix LLC. Zabbix Documentation. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.zabbix.com/documentation> (дата обращения: 05.05.2026).
6. ServiceNow. ServiceNow Product Documentation. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.servicenow.com> (дата обращения: 05.05.2026).
7. International Bureau of Weights and Measures. Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM). JCGM 100:2008.

© Пашко А.Д., 2026, Некрасов И.А., 2026

Пашко А.Д.

кандидат технических наук, доцент
Заведующий кафедрой ТУ УГМК
г. Верхняя Пышма, РФ

Кабанов А.В.

Аспирант 1 курса Московский университет «Синергия»,
г. Москва, РФ

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В СТРОИТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ

Аннотация

В статье представлен системный анализ современного состояния и ключевых проблем распределения технологических задач в строительной робототехнике. Рассмотрены классификация строительных роботов по видам выполняемых

операций (земляные, бетонные, каменные, отделочные, логистические). Выявлены особенности строительной площадки как среды функционирования: неструктурированность, высокая динамика, постоянное присутствие людей. Проанализированы существующие системы управления (централизованные, децентрализованные, гибридные) и методы распределения задач в многоагентных системах (рыночные, эволюционные, графовые, обучение с подкреплением). Рассмотрены возможности и ограничения использования BIM и 4D - моделирования для планирования роботизированных работ. На основе сравнительного анализа сформулированы нерешённые научно - технические задачи и определены перспективные направления исследований.

Ключевые слова: строительная робототехника, распределение технологических задач, многоагентные системы, BIM, 4D - планирование, рыночные алгоритмы, генетические алгоритмы, обучение с подкреплением, человеко - роботное взаимодействие.

Введение

Современное строительство сталкивается с тремя фундаментальными вызовами: исчерпание потенциала роста производительности традиционных методов, острая нехватка квалифицированных рабочих кадров и ужесточение требований к безопасности и срокам возведения объектов [1]. В этих условиях роботизация строительных процессов перестала быть перспективным направлением и стала объективной необходимостью.

За последнее десятилетие на рынке появились десятки строительных роботов, способных выполнять кирпичную кладку (SAM, Hadrian X), бетонные работы, отделку, а также логистические операции [2]. Однако большинство таких решений функционируют как изолированные автоматизированные единицы, выполняющие строго определённую операцию на заранее подготовленном месте. Выход на качественно новый уровень автоматизации – создание роботизированных комплексов, в которых множество разнородных роботов совместно решают комплекс строительных задач – невозможен без эффективного распределения технологических операций между ними [3].

Проблема распределения задач хорошо изучена в классической робототехнике для промышленных производств, складской логистики и исследования космоса [4]. Однако строительная площадка обладает фундаментальными особенностями – неструктурированностью, динамичностью и постоянным присутствием людей – которые делают прямое перенесение существующих решений некорректным [5].

Цель данной статьи – провести комплексный анализ современного состояния и выявить основные научно - технические проблемы в области распределения технологических задач между роботами на строительной площадке, а также определить направления дальнейших исследований.

Методы

1. Классификация строительных роботов и технологических операций

В научной литературе применяются различные критерии классификации строительных роботов [6]. Наиболее практически значимой является классификация по видам технологических операций, представленная в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация строительных роботов по видам технологических операций

Категория операций	Типичные роботы	Основные выполняемые функции
Земляные работы	Бульдозеры с GPS - контролем, экскаваторы с машинным зрением	Планировка участка, рытьё котлованов, бурение
Бетонные работы	Роботы для 3D - печати бетоном, бетоноукладчики, заглаживатели	Заливка, распределение, уплотнение бетона
Каменные / кирпичные работы	Кладочные роботы (SAM, Hadrian X)	Укладка кирпича, нанесение раствора, контроль геометрии
Отделочные работы	Штукатурные, малярные, шлифовальные роботы	Оштукатуривание, покраска, шлифовка, укладка плитки
Логистические операции	AGV, транспортировщики, дроны	Доставка материалов, погрузка - разгрузка, складирование

Представленная классификация показывает, что парк строительных роботов разнороден как по конструкции, так и по задачам, что напрямую влияет на сложность их совместного использования [7].

2. Особенности строительной площадки как среды функционирования

Ключевыми характеристиками строительной среды являются **неструктурированность, высокая динамика и постоянное присутствие людей** [5, 8].

Неструктурированность означает отсутствие жёстких разметок, стационарных ориентиров и предсказуемой геометрии. Окружающая обстановка постоянно меняется по мере возведения здания, что создаёт серьёзные проблемы для систем технического зрения и навигации роботов [8].

Динамика проявляется в том, что за час происходит до 5–10 значимых перемещений крупных объектов (материалы, поддоны, временные ограждения) [9]. Управляющая система должна постоянно обновлять карту среды и перепланировать маршруты.

Присутствие людей – пожалуй, самая сложная проблема. Человек является не статическим препятствием, а активным участником, способным спонтанно менять траекторию и выполнять операции. Это требует соблюдения стандартов безопасности [10] и разработки методов динамического учёта человеческого фактора при распределении задач.

3. Системы управления и методы распределения задач

Архитектуры систем управления группами роботов традиционно делятся на централизованные, децентрализованные и гибридные [4, 11].

Централизованные системы имеют единый управляющий центр с полной информацией. Они обеспечивают глобально оптимальные решения, но становятся критической точкой отказа и плохо масштабируются. В условиях строительной площадки они малоэффективны из-за постоянных изменений и помех связи.

Децентрализованные системы не имеют единого центра; каждый робот автономен и обменивается данными с соседями. Они обладают высокой отказоустойчивостью и масштабируемостью, но находят лишь локально оптимальные решения.

Гибридные (иерархические) системы сочетают глобальное планирование супервайзером с локальной самоорганизацией групп. Экспериментально подтверждена их целесообразность при управлении коллективом из 10 роботов в динамической среде [12].

4. Алгоритмы распределения задач

В многоагентных робототехнических системах применяются следующие основные классы алгоритмов [13]:

- **Рыночные (аукционные) методы** – имитируют экономический рынок, где задачи выставляются на торги, а роботы делают ставки. Обеспечивают быструю адаптацию к отказам, но могут давать локально оптимальные решения.
- **Эволюционные и генетические алгоритмы** – эффективны для многокритериальной оптимизации. Современные улучшенные генетические алгоритмы обеспечивают погрешность менее 1,5 % и сокращают время вычислений до 90 % по сравнению с точными методами.
- **Графовые методы** – формализуют задачу как нахождение паросочетания в двудольном графе или как задачу многоагентного поиска путей (МАПП). Активно развиваются гибридные графо-нейросетевые подходы на основе графовых свёрточных сетей (ГСС).
- **Обучение с подкреплением (ОП) и многоагентное обучение с подкреплением (МАОП)** – самый современный тренд. МАОП позволяет агентам обучаться в интерактивной среде, учитывая, как индивидуальные, так и коллективные награды. Основные ограничения – высокая ресурсоёмкость обучения и проблема интерпретируемости.

5. BIM и 4D - планирование для роботизации

BIM (Building Information Modeling) представляет собой интеллектуальную цифровую копию здания, служащую единым хранилищем информации о проекте. 4D - моделирование объединяет 3D - модель с календарно-сетевым графиком, позволяя визуализировать последовательность возведения объекта во времени.

Однако возможности 4D BIM для прямого планирования операций автономных роботов ограничены. Существующие инструменты не позволяют автоматически генерировать низкоуровневые задачи (маршруты, последовательности захвата)

для роботов, а установление связи между 3D - моделью и временной шкалой остаётся трудоёмким ручным процессом.

Результаты

Сравнительный анализ алгоритмов распределения задач

На основе обзора литературы проведён сравнительный анализ основных классов алгоритмов. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительный анализ алгоритмов распределения задач в многоагентных системах

Критерий	Рыночные	Эволюционные	Графовые	МАОП / ОП
Принцип работы	Торги за выполнение задач	Эволюционная оптимизация	Поиск в графах, паросочетание	Обучение на взаимодействии со средой
Глобальный оптимум	Не гарантирован	Близок к оптимальному (<1,5 %)	Гарантирован при малых размерностях	Может быть близок к оптимальному
Адаптация к динамике	Высокая (быстрые переторги)	Низкая (требуется перезапуск)	Низкая (пересчёт графа)	Высокая (дообучение)
Интерпретируемость	Высокая	Средняя	Высокая	Низкая
Время вычислений	Низкое	Высокое	Среднее / Высокое	Низкое (вывод), высокое (обучение)
Применимость для стройки	Средняя (проблема дедлайнов)	Высокая	Средняя (в гибридных вариантах)	Высокая

Выявленные нерешённые научно - технические задачи

На основе проведённого анализа сформулированы следующие ключевые нерешённые задачи:

1. **Отсутствие методологии учёта динамических возмущений и человеческого фактора.** Отсутствуют формальные модели, описывающие человека как ресурс при распределении задач, а также алгоритмы динамического перераспределения между роботами и людьми.

2. **Слабый уровень интеграции BIM / 4D - планирования с роботизированным распределением задач.** Нет формализованного языка для описания технологических операций роботов, совместимого с BIM -

стандартами, и методов автоматической декомпозиции строительного расписания в набор задач для гетерогенной группы роботов.

3. **Высокая вычислительная сложность и ограничения на перепланирование в реальном времени.** Точные методы экспоненциально сложны, эволюционные требуют секунд или минут, а МАОП сильно зависит от полноты обучающей выборки.

4. **Отсутствие универсальных протоколов взаимодействия гетерогенных строительных роботов.** Разные производители используют различные проприетарные интерфейсы, что затрудняет интеграцию.

5. **Недостаточная экспериментальная апробация на реальных строительных объектах.** Большинство алгоритмов тестируются в симуляционной среде, а исследования на реальных стройках крайне малочисленны.

Обсуждение

Полученные результаты подтверждают, что строительная площадка является одной из самых сложных сред для роботизации, а существующие подходы к распределению задач требуют существенной адаптации [3, 5].

Наиболее перспективными направлениями дальнейших исследований представляются:

- Разработка **формальных моделей строительного процесса**, интегрируемых с BIM, включающих описание технологических операций, взаимосвязей, ресурсных и временных ограничений.
- Создание **метода интеграции BIM / 4D - модели с системой распределения задач**, обеспечивающего автоматическую декомпозицию строительного расписания в набор задач для роботов и обратную связь о ходе выполнения.
- Разработка **комбинированного алгоритма распределения задач**, сочетающего статическое (циклическое) планирование на основе эволюционного или графового метода с динамическим локальным перепланированием на основе аукционных правил или легковесных МАОП - политик.
- Создание **алгоритмов разрешения пространственно - временных коллизий** для группы роботов с учётом присутствия людей и приоритетов безопасности согласно стандартов.
- Разработка **методики учёта человеческого фактора** при распределении задач: формализация оператора как ресурса (местонахождение, квалификация, текущая занятость) и алгоритмы динамической передачи задач между роботом и человеком.

Заключение

В статье проведён системный анализ современного состояния и проблем распределения технологических задач в строительной робототехнике. Рассмотрены классификация строительных роботов по видам операций, особенности строительной площадки как среды функционирования, существующие архитектуры

систем управления и методы распределения задач в многоагентных системах. Выполнен сравнительный анализ рыночных, эволюционных, графовых алгоритмов и методов обучения с подкреплением. Проанализированы возможности и ограничения использования BIM и 4D - моделирования для планирования роботизированных работ.

На основе выявленных нерешённых задач сформулированы перспективные направления дальнейших исследований: разработка формальных моделей строительного процесса, интегрированных с BIM; создание методов автоматической генерации задач для роботов на основе 4D BIM; разработка комбинированных алгоритмов адаптивного распределения задач, учитывающих динамику, человеческий фактор и ограничения реального времени; а также экспериментальная апробация на реальных строительных объектах.

Список использованной литературы

1. Bock T., Linner T. *Robotic Industrialization: Automation and Robotic Technologies for Customized Component, Module, and Building Prefabrication.* – Cambridge University Press, 2015. – 240 p.
2. Brosque C., Fischer M. A taxonomy of construction robots // *Automation in Construction.* – 2023. – Vol. 150. – Art. 104865.
3. Zhang J., Liu H., Li Y. Multi - robot task allocation in construction: A review // *Automation in Construction.* – 2022. – Vol. 137. – Art. 104202.
4. Gerkey B.P., Mataric M.J. A formal analysis and taxonomy of task allocation in multi - robot systems // *The International Journal of Robotics Research.* – 2004. – Vol. 23, No. 9. – P. 939–954.
5. Chen Q., Garcia de Soto B., Adey B.T. Construction automation and robotics: A review of research and practice // *Automation in Construction.* – 2022. – Vol. 136. – Art. 104161.
6. Melenbrink N., Werfel J., Menges A. On - site autonomous construction robots: A review of research and practice // *Automation in Construction.* – 2020. – Vol. 119. – Art. 103334.
7. Pan M., Linner T., Pan W., et al. A systematic review of construction robots: Taxonomy, application areas, and challenges // *Automation in Construction.* – 2023. – Vol. 148. – Art. 104773.
8. Khalid M., Yusof A., Ismail Z. Challenges of construction robotics in unstructured environments // *Journal of Construction Engineering and Management.* – 2023. – Vol. 149, No. 5. – P. 04023017.
9. Li S., Wang Y., He P. Dynamic environment perception for construction robots using deep learning // *Automation in Construction.* – 2021. – Vol. 126. – Art. 103662.
10. ISO / TS 15066:2016. Robots and robotic devices — Collaborative robots. – Geneva: ISO, 2016. – 58 p.

11. Farinelli A., Iocchi L., Nardi D. Multi - robot systems: A classification focused on coordination // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B. – 2004. – Vol. 34, No. 5. – P. 2015–2028.

12. Алексеев В.А. Моделирование иерархической системы управления группой наземных робототехнических средств // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2022. – Т. 23, № 4. – С. 184–191.

13. Khamis A., Hussein A., Elmogy A. Multi - robot task allocation: A review of the state - of - the - art // Studies in Computational Intelligence. – 2015. – Vol. 604. – P. 31–51.

© Пашко А.Д., Кабанов А.В., 2026

Пашко А.Д.

кандидат технических наук, доцент
Заведующий кафедрой ТУ УГМК
г. Верхняя Пышма, РФ

Федотов Р.Р.

Аспирант 1 курса Московский университет «Синергия»,
г. Москва, РФ

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ ПЛАТФОРМАМИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация

В статье представлен системный анализ современного состояния и выявление нерешённых проблем в области управления мобильными автономными платформами (МАП), применяемыми в промышленной среде, с акцентом на горно - металлургическую отрасль. Рассмотрены типовые задачи роботизации, классификация платформ по целевому назначению, типу движителя и способу навигации. Проанализированы особенности среды функционирования: ограниченное пространство, отсутствие глобальных навигационных спутниковых систем, высокая запылённость и вибрации. Выполнен обзор методов локальной навигации и построения карт (SLAM, визуальная одометрия, лазерная локация). Исследованы подходы к групповому управлению (централизованные, децентрализованные, иерархические). Сформулированы нерешённые научно - технические задачи и определены направления дальнейших исследований.

Ключевые слова

Мобильные автономные платформы, горно - металлургическая промышленность, SLAM, навигация, групповое управление, стеснённые условия, запылённость.

Pashko A.D.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Head of the Department of TU UGMK
Verkhnyaya Pyshma, Russian Federation

Fedotov R.R.

1st year postgraduate student, Moscow University "Synergy",
Moscow, Russian Federation

ANALYSIS OF THE STATUS AND MANAGEMENT PROBLEMS OF MOBILE PLATFORMS IN AN INDUSTRIAL ENVIRONMENT

Annotation

The article presents a systematic analysis of the current state and identification of unresolved problems in the field of management of mobile autonomous platforms (MAPS) used in the industrial environment, with an emphasis on the mining and metallurgical industry. Typical tasks of robotization, classification of platforms according to their intended purpose, type of propulsion and method of navigation are considered. The features of the operating environment are analyzed: limited space, lack of global navigation satellite systems, high dust content and vibrations. An overview of the methods of local navigation and mapping (SLAM, visual odometry, laser location) is performed. The approaches to group management (centralized, decentralized, hierarchical) are investigated. The unresolved scientific and technical tasks are formulated and the directions of further research are determined.

Keywords

Mobile autonomous platforms, mining and metallurgical industry, SLAM, navigation, group management, cramped conditions, dustiness.

Введение

Мобильные автономные платформы (МАП) – автоматически управляемые транспортные средства (АУТР), автономные мобильные роботы (АМР), роботизированные погрузчики и самосвалы – всё чаще используются для транспортировки материалов, выполнения вспомогательных операций, мониторинга состояния оборудования и решения логистических задач на промышленных объектах. В горно - металлургической отрасли процесс роботизации перешёл из стадии точечных экспериментов в фазу системного промышленного внедрения. Крупнейшие компании («Северсталь», «Норникель», «ЕВРАЗ», «Полиметалл») активно инвестируют в создание роботизированных комплексов, рассматривая автоматизацию как стратегическое направление повышения эффективности и безопасности производства [1].

Вместе с тем промышленная среда предъявляет к системам управления МАП жёсткие требования: работа в ограниченном пространстве (узкие проезды, теснённые зоны), необходимость координации нескольких платформ в едином

пространстве, устойчивость к помехам навигации (отсутствие GPS, запылённость, переменная освещённость), а также требования к надёжности и безопасности. Решение этих задач невозможно без глубокого анализа существующих архитектур, алгоритмов и технических решений, а также без выявления их фундаментальных ограничений.

Цель данной статьи – систематизировать известные методы и средства управления мобильными платформами в промышленности, выявить основные проблемы, препятствующие повышению эффективности группового движения в стеснённых условиях, и на этой основе сформулировать направления дальнейших исследований.

Основная часть

1. Типовые задачи мобильной роботизации и классификация платформ

На горно - металлургических предприятиях выделяются следующие основные классы задач роботизации:

Транспортная логистика – автономные карьерные самосвалы (например, модернизированные БелАЗ грузоподъёмностью 130 тонн под управлением системы «Цифра Роботикс») и внутривозовские электрогрузовики (Нижнетагильский металлургический комбинат) демонстрируют прирост производительности до 20 % по сравнению с ручным управлением [2].

Технологические задачи в опасных условиях – роботизированная очистка оборудования от гартцинка при температуре 460 °С, бурение скважин без участия оператора, дистанционно управляемые роботы с гидромолотом.

Групповое управление в стеснённых условиях – координация манёвров автономных самосвалов и погрузчиков на многоуровневых рампах и в узких штреках, где разезд невозможен.

Инспекция, мониторинг и безопасность – четвероногие роботы для контроля соблюдения правил безопасности, дроны для обследования труднодоступных зон (например, российский дрон InnoSpector, использующий SLAM для ориентации без GPS) [3].

Классификация МАП по целевому назначению выделяет транспортно - логистические платформы (грузоподъёмность от 50 кг до 10–20т), технологические платформы (буровые установки, погрузочно - доставочные машины грузоподъёмностью до 18–22т) и мультифункциональные платформы. По способу передвижения различают колёсные (высокая скорость, низкое энергопотребление), гусеничные (повышенная проходимость), шагающие и гибридные системы.

По способу управления и навигации выделяют:

АУТР – следуют по жёстко заданным маршрутам (магнитные ленты, QR-коды).

АМР – оснащены системами SLAM, лидарами и 3D-камерами для принятия решений в реальном времени.

Дистанционно управляемые платформы – используются в опасных зонах.

2. Особенности среды функционирования

Среда подземных выработок и карьерных коммуникаций характеризуется тремя группами факторов, определяющих уникальный профиль сложности:

Геометрические ограничения – узкие туннели, пересечения выработок, многоуровневые ramпы, значительные уклоны (до 20–25 %). Повторяющаяся структура подземного пространства создаёт проблему визуальной дезориентации. Требуется обеспечение движения с минимальными боковыми отклонениями.

Навигационные вызовы – полное отсутствие сигналов GNSS под землёй делает традиционную спутниковую навигацию невозможной. Альтернативные методы (UWB-маяки, Wi-Fi, 5G) либо дороги, либо неприменимы в неразведанных зонах. Технология одновременной локализации и построения карты (SLAM) становится центральным подходом, однако однотипность выработок (feature-poor environments) и ограничения по дальности лидаров снижают её эффективность. Перспективны мультисенсорные SLAM-системы, интегрирующие лидары, инерциальные измерительные блоки (IMU) и ультраширокополосные (UWB) датчики. Практические результаты показывают, что гибридные системы способны обеспечивать навигационную ошибку менее 0,1 % от пройденного расстояния [4].

Деградация сенсорных систем – высокая запылённость приводит к рассеиванию лазерных лучей и снижению дальности лидаров, камеры теряют способность формировать чёткие изображения. Особую актуальность приобретают микроволновые радары, способные проникать сквозь плотные облака пыли, а также тактильные датчики.

3. Методы локальной навигации и построения карт

Сравнительный анализ основных методов представлен в таблице 1.

Таблица 1 — Сравнительный анализ методов локальной навигации и построения карт

Метод	Основные сенсоры	Преимущества	Недостатки
Визуальная одометрия	Камеры (моно, стерео)	Относительная дешевизна, цветная / текстурная информация	Критическая зависимость от освещения, запылённости и наличия видимых ориентиров
Лазерная локация	2D / 3D Лидары	Отсутствие зависимости от внешнего освещения, высокая точность	Чувствительность к запылению, эффект «туннеля» в длинных однотипных коридорах

LiDAR SLAM	1+ Лидаров, IMU, одометрия	Построение карты неизвестных пространств, высокая детализация	Вычислительная сложность, ошибки замыканий
Визуально - инерционная одометрия	Камера + IMU	Частичная компенсация недостатков чистого зрения	Наследует зависимость от качества изображения
Мультисенсорная SLAM	Лидар, UWB, IMU, одометрия	Высокая робастность и точность, компенсация недостатков одного сенсора	Сложность интеграции и калибровки, высокая стоимость, большая вычислительная нагрузка

В условиях горной промышленности наиболее эффективным признаётся мультисенсорный подход. Компания Advanced Navigation продемонстрировала гибридную систему (волоконно - оптическая инерциальная навигационная система + лазерный датчик скорости) с ошибкой позиционирования менее 0,1 % от пройденного пути в глубокой шахте (1,4км) [4]. Российский дрон InnoSpector, разработанный Университетом Иннополис и протестированный на рудниках «Норникеля», ориентируется с помощью SLAM с комбинацией камер и лидаров [3].

4. Подходы к групповому управлению

В теории группового управления выделяют три основные архитектуры (таблица 2).

Таблица 2 — Сравнение архитектур группового управления

Критерий	Централизованн ые	Децентрализованн ые	Иерархи ческие
Скорость решений	Высокая	Средняя / Высокая	Средняя
Гибкость	Низкая	Высокая	Средняя
Контроль	Максимальный	Ограниченный	Сбалансир ованный
Инициатива	Низкая	Высокая	Средняя
Масштабируемос ть	Ограниченная	Высокая	Высокая

Для горно - металлургической отрасли, где надёжная связь часто недоступна, предпочтительны децентрализованные и гибридные (иерархические) структуры. В подземных условиях с системой Epiroc Deep Automation автономные самосвалы и погрузчики координируют манёвры на многоуровневых рампах, избегая встреч в

узких штрехах, где разъезд невозможен. Децентрализованная виртуальная структура позволяет выполнять задачи за минимальное время при минимальных отклонениях формы строя даже при случайных ошибках в информационно - измерительной системе [5].

5. Нерешённые задачи и цели исследований

На основе проведённого анализа выделены следующие нерешённые научно - технические задачи:

Отсутствие универсальных SLAM - решений для деградированных сред – высокая вычислительная сложность, сложность калибровки, недостаточная робастность при длительной эксплуатации.

Неэффективность традиционных методов коррекции дрейфа – требуется развитие гибридных методов, сочетающих инерциальную навигацию с коррекцией по геометрическим ориентирам.

Проблема бесколлизийного группового движения в узких выработках – существующие методы потенциальных полей и консенсусные алгоритмы не гарантируют отсутствия столкновений при одновременном движении нескольких тяжёлых машин.

Необходимость учёта динамики и инерционности тяжёлых платформ – нужны адаптивные алгоритмы с прогнозированием траектории на основе динамической модели.

Отсутствие методов компенсации запылённости для оптических сенсоров – требуются алгоритмы адаптивной фильтрации и слияния данных с радарными миллиметрового диапазона.

Низкая отказоустойчивость децентрализованных систем координации – при потере связи существующие распределённые алгоритмы не гарантируют безопасного завершения миссии.

Основная цель дальнейшего исследования – повышение эффективности и безопасности группового движения мобильных автономных платформ в условиях ограниченного пространства горно - металлургического предприятия за счёт разработки методов и алгоритмов адаптивного управления.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать методологию построения интегрированной информационно - управляющей системы для группы МАП;
- создать методы мультисенсорного SLAM с ошибкой позиционирования менее 0,1 % от пройденного пути;
- разработать алгоритмы адаптивного планирования маршрутов в узких проходах;
- создать алгоритмы распределённой координации и предотвращения столкновений с отказоустойчивостью;
- реализовать программный прототип и провести экспериментальные исследования.

Заключение

Выполненный анализ показал, что существующие методы и средства управления мобильными платформами в стеснённых условиях горно - металлургических предприятий имеют существенные ограничения, связанные с деградацией сенсоров, отсутствием GNSS, жёсткими геометрическими и коммуникационными ограничениями. Наиболее перспективным направлением является разработка мультисенсорных SLAM - решений и децентрализованных алгоритмов групповой координации, адаптированных к условиям высокой запылённости и ограниченной пропускной способности каналов связи. Сформулированные задачи исследования определяют дальнейшее направление работы: разработка оригинальных методов и алгоритмов, учитывающих выявленную специфику, и их экспериментальная валидация.

Список использованной литературы

1. Серкова А.С. Прогнозирование отказов оборудования с использованием технологий искусственного интеллекта. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 210 с.
2. Рахимов Ш.Х., Хакимов Ш.Д. Сравнительный анализ алгоритмов детекции лиц и позы в системах образовательной аналитики // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2025. № 2. С. 28–35.
3. Университет Иннополис. Российский дрон для подземных работ InnoSector. [Электронный ресурс]. URL: <https://innopolis.university> (дата обращения: 01.05.2026).
4. Advanced Navigation. Hybrid navigation system for underground mining. Technical report, 2025.
5. Thrun S., Burgard W., Fox D. Probabilistic Robotics. – MIT Press, 2005. – 647 p.
© Пашко А.Д., 2026, Федотов Р.Р., 2026

Пашко А.Д.

кандидат технических наук, доцент
Заведующий кафедрой ТУ УГМК
г. Верхняя Пышма, РФ

Новиков П. Н.

Аспирант 1 курса, Московский университет «Синергия»
г. Москва, РФ

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ВОВЛЕЧЁННОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ И МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Аннотация

В статье представлен систематический анализ психолого - педагогических основ вовлеченности обучающихся и современных методов её автоматического распознавания. Рассмотрены поведенческий, эмоциональный и когнитивный

компоненты вовлеченности, а также традиционные подходы к их оценке. Проведена классификация методов автоматического распознавания (компьютерное зрение, физиологические сигналы, поведенческие паттерны). Детально проанализированы современные подходы компьютерного зрения: детекция лиц и позы, распознавание эмоций, оценка взгляда, анализ жестов, мультимодальные системы. Выявлены ограничения существующих промышленных решений и исследовательских прототипов. Рассмотрены открытые датасеты (DAiSEE, DIPSER, MAAED, AffectNet) для обучения моделей. Сформулированы нерешённые научно - технические задачи и поставлены цели дальнейших исследований.

Ключевые слова

Вовлечённость обучающихся, компьютерное зрение, распознавание эмоций, мультимодальные системы, датасеты, ансамблевые модели.

Pashko A.D.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Head of the Department of TU UGMK
Verkhnyaya Pyshma, Russian Federation

Novikov P.N.

1st year postgraduate student, Moscow University "Synergy"
Moscow, Russian Federation

ANALYSIS OF THE STATE OF THE PROBLEM OF ASSESSING STUDENT ENGAGEMENT AND COMPUTER VISION METHODS

Abstract

The article presents a systematic analysis of the psychological and pedagogical foundations of student engagement and modern methods for its automatic recognition. The behavioral, emotional, and cognitive components of engagement are considered, as well as traditional approaches to their assessment. A classification of automatic recognition methods (computer vision, physiological signals, behavioral patterns) is provided. Modern approaches to computer vision are analyzed in detail: face and pose detection, emotion recognition, gaze estimation, gesture analysis, and multimodal systems. The limitations of existing industrial solutions and research prototypes are identified. Open datasets (DAiSEE, DIPSER, MAAED, AffectNet) for training models are considered. Unsolved scientific and technical problems are formulated, and goals for further research are set.

Keywords

Student engagement, computer vision, emotion recognition, multimodal systems, datasets, ensemble models.

Введение

Вовлечённость обучающегося в учебный процесс является многомерным конструктом, коррелирующим с академической успеваемостью, мотивацией и снижением риска отсева [1]. Традиционные методы оценки (опросники, экспертное наблюдение) субъективны, трудоёмки и не масштабируются. Цифровая трансформация образования привела к росту мультимодальных данных (видеопотоки, аудиодорожки, цифровые следы), что создаёт объективную основу для автоматизированного анализа вовлечённости в реальном времени [2]. Данная работа направлена на систематизацию психолого - педагогических основ и современных методов компьютерного зрения для оценки вовлечённости, выявление ключевых ограничений и формулировку перспективных направлений исследований.

1. Компоненты вовлечённости и традиционные методы оценки

Наиболее признанной является многомерная модель вовлечённости, включающая три компонента [3]:

- **Поведенческий** – внешние действия: посещаемость, активность, отвлечения.
- **Эмоциональный** – аффективное отношение: интерес, скука, фрустрация.
- **Когнитивный** – глубина обработки материала, саморегуляция, метакогнитивные стратегии.

Традиционные методы: самоотчётные опросники (инвазивны, подвержены социальной желательности), экспертное наблюдение (трудоёмко, не масштабируется), анализ артефактов (отсрочен во времени). Эти ограничения создают запрос на автоматизированные, неинвазивные методы непрерывного мониторинга.

2. Классификация методов автоматического распознавания

По типу первичных данных выделяют три категории [4]:

- **Компьютерное зрение** – анализ мимики, взгляда, позы, жестов по видеопотоку. Неинвазивно, но зависит от освещения и ракурса.
- **Физиологические сигналы** (ЭЭГ, вариабельность сердечного ритма, кожно - гальваническая реакция). Объективны, но инвазивны и требуют носимых датчиков.
- **Поведенческие паттерны и цифровые следы** – логи LMS, нажатия клавиш, движения мыши. Полностью неинвазивны, но не фиксируют эмоции напрямую.
- Мультимодальные подходы объединяют несколько источников, достигая синергетического эффекта. Наибольшую точность (85–95 %) демонстрируют ансамбли нейронных сетей и трансформеры, однако их применение в реальных классах ограничено вычислительной сложностью.

3. Современные методы компьютерного зрения для анализа вовлечённости

Детекция лиц и ключевых точек позы. Для образовательных сценариев перспективны лёгкие модели реального времени: MediaPipe (детекция лиц и 33

ключевых точек тела), YOLO - Pose (высокая скорость при работе с группой людей) [5].

Распознавание эмоций. Свёрточные нейронные сети (ResNet, EfficientNet) достигают точности 64–70 % на датасетах типа AffectNet. Vision Transformers превосходят CNN на 3–5 %, но требуют больших вычислительных ресурсов. Гибридные модели (CNN+LSTM) для распознавания скуки показывают точность 80–85 %.

Оценка взгляда и положения головы. Appearance - based методы (GazeNet, iTracker) дают точность 6–10 для веб - камер. MediaPipe Iris позволяет бинарную оценку «смотрит / не смотрит» без калибровки.

Анализ позы и жестов. Параметры: угол наклона туловища, расстояние между руками, наличие поднятой руки – классифицируют активное участие vs. пассивное наблюдение.

4. Анализ существующих систем и датасетов

Коммерческие системы (EchoVideo Analytics, Top Hat, Blackboard Video Studio Analytics) используют либо только цифровые следы, либо простейшую видеоаналитику. Исследовательские прототипы (DAiSEE - based, MoTE, разработки НИУ ВШЭ) мультимодальны, но имеют высокую задержку и слабую интерпретируемость. Ключевые ограничения: отсутствие единого подхода к мультимодальности, инвазивность видеофиксации, зависимость от условий съёмки, дисбаланс данных, слабая валидация на репрезентативных выборках.

Датасеты (табл. 1) предоставляют размеченные данные для обучения моделей.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика датасетов

Датасет	Размер	Условия	Модальность	Разметка
DAiSEE	9068 видео	E - learning	Видео	4 аффекта, 4 уровня
DIPSER	9 сценариев	Очная аудитория	Видео + часы	5 уровней вовлеч., 9 эмоций
MAAED	Набор изображений	Видео	Изображения лиц	Скука, фрустрация, зевота
AffectNet	>1 млн	Интернет - поиск	Изображения лиц	7 эмоций + валентность

Источник: разработано автором

DAiSEE важен как бенчмарк для e - learning, DIPSER актуален для мультимодального анализа в классе, AffectNet – для предобучения моделей распознавания эмоций.

5. Нерешённые задачи и цели исследования

Выявлены следующие нерешённые научно - технические задачи:

1. Отсутствие консенсусной мультимодальной модели вовлечённости, ориентированной на компьютерное зрение.
2. Высокая вычислительная сложность существующих решений, неприемлемая для real - time мониторинга.
3. Низкая адаптация к вариативным условиям съёмки (освещение, ракурс, окклюзии).
4. Проблема несбалансированности данных и обобщающей способности.
5. Недостаточная интерпретируемость решений (Explainable AI).
6. Этические и правовые ограничения видеофиксации.

Цель дальнейшего исследования – разработка лёгкой мультимодальной нейросетевой архитектуры для неинвазивной, многофакторной и интерпретируемой оценки вовлечённости, обеспечивающей высокую точность, низкую задержку и устойчивость к вариациям среды.

Заключение

Автоматическая оценка вовлечённости обучающихся с использованием компьютерного зрения является перспективным направлением образовательной аналитики. Современные методы достигли значительного прогресса в распознавании мимики, взгляда и позы, однако их практическое внедрение ограничено вычислительной сложностью, зависимостью от условий съёмки и этическими аспектами. Наиболее перспективным представляется создание лёгких мультимодальных систем, работающих на периферийных устройствах с обеспечением приватности. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку архитектур, поддерживающих онлайн - обучение и адаптацию к индивидуальным особенностям студентов.

Список использованной литературы

1. Fredricks J.A., Blumenfeld P.C., Paris A.H. School engagement: Potential of the concept, state of the evidence // Review of Educational Research. 2004. Vol. 74, № 1. P. 59–109.
2. Долина О.Н., Кушников В.А. Методы и технологии обеспечения качества интеллектуальных систем принятия решения // Программная инженерия. 2021. Т. 12, № 4. С. 189–196.
3. Pekrun R., Linnenbrink - Garcia L. Academic emotions and student engagement // Handbook of Research on Student Engagement. Springer, 2012. P. 259–282.
4. Демиденко Д.С., Шабанов А.В., Шевчук В.П. Идентификация и распознавание когнитивного поведения учащихся по мимике лица // Информационные технологии. 2024. № 3. С. 45–52.
5. Рахимов Ш.Х., Хакимов Ш.Д. Сравнительный анализ алгоритмов детекции лиц и позы в системах образовательной аналитики // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2025. № 2. С. 28–35.

© Пашко А.Д., Новиков П.Н., 2026

Платошин А.И.

Аспирант 1 курса Московский университет «Синергия», г. Москва, РФ

Денисов А.А.

Аспирант 1 курса Московский университет «Синергия», г. Москва, РФ

Научный руководитель: Пашко А.Д.

кандидат технических наук, доцент
доцент, Московский университет «Синергия»,
г. Москва, РФ

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К КЛАССИФИКАЦИИ ТИПОВ ОТКАЗОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНСАМБЛЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

Аннотация

В работе рассматриваются современные подходы к классификации типов отказов интеллектуальных информационных систем (ИИС) с использованием ансамблевых моделей машинного обучения. Обоснована актуальность задачи повышения надежности ИИС в условиях роста объемов и сложности обрабатываемых данных. Проведен анализ основных типов отказов, включая аппаратные, программные, сетевые и деградационные, а также особенностей данных, применяемых для их диагностики. Рассмотрены ограничения традиционных подходов к классификации и показаны преимущества ансамблевых подходов, таких как бэггинг, бустинг и стекинг. Особое внимание уделено современным алгоритмам, включая XGBoost, LightGBM и CatBoost, которые демонстрируют высокую эффективность при работе с высокоразмерными и несбалансированными данными. Описаны этапы построения модели классификации отказов, включая сбор, предобработку данных и оценку качества моделей. Обсуждаются основные проблемы применения ансамблевых методов и перспективные направления их развития, включая интеграцию с глубоким обучением и использование методов интерпретируемого искусственного интеллекта.

Ключевые слова: интеллектуальные информационные системы, классификация отказов, машинное обучение, ансамблевые методы, градиентный бустинг, XGBoost, LightGBM, CatBoost, диагностика, анализ данных, дисбаланс классов, интерпретируемость моделей.

Platohsin A. I.

1st year postgraduate student, Moscow University "Synergy",
Moscow, Russian Federation

MODERN APPROACHES TO CLASSIFYING THE TYPES OF FAILURES OF INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS USING ENSEMBLE MODELS

Annotation

The paper discusses modern approaches to classifying the types of failures of intelligent information systems (AIS) using ensemble machine learning models. The

relevance of the task of increasing the reliability of AIS in the context of the growing volume and complexity of the processed data is substantiated. The analysis of the main types of failures, including hardware, software, network and degradation failures, as well as the data features used to diagnose them, is carried out. The limitations of traditional classification approaches are considered and the advantages of ensemble approaches such as bagging, boosting and stacking are shown. Special attention is paid to modern algorithms, including XGBoost, LightGBM and CatBoost, which demonstrate high efficiency when working with high - dimensional and unbalanced data. The stages of constructing a failure classification model are described, including data collection, preprocessing, and model quality assessment. The main problems of using ensemble methods and promising directions for their development, including integration with deep learning and the use of interpreted artificial intelligence methods, are discussed.

Keywords: intelligent information systems, failure classification, machine learning, ensemble methods, gradient boosting, XGBoost, LightGBM, CatBoost, diagnostics, data analysis, class imbalance, model interpretability.

Введение

Интеллектуальные информационные системы (ИИС) находят широкое применение в различных областях, включая промышленность, транспорт, энергетику и телекоммуникации. Такие системы обеспечивают автоматизацию процессов, анализ данных и принятие решений в режиме реального времени. Надежность функционирования ИИС является критически важным фактором, поскольку их отказ может привести к значительным экономическим потерям, нарушению технологических процессов и даже угрозам безопасности [1].

Традиционные методы диагностики отказов, основанные на экспертных знаниях и пороговых значениях параметров, зачастую не обеспечивают необходимой точности и адаптивности в условиях сложных и динамичных систем [2]. Это связано с ростом объемов данных, их высокой размерностью и наличием шума.

В связи с этим всё большее распространение получают методы машинного обучения, позволяющие автоматически выявлять закономерности в данных. Особое место среди них занимают ансамблевые методы, которые объединяют несколько моделей для повышения точности и устойчивости при классификации отказов. В данной работе рассматриваются современные подходы к классификации типов отказов ИИС с использованием ансамблевых моделей.

Отказы в ИИС могут иметь различную природу и проявляться на разных уровнях системы. Основные типы отказов включают:

- аппаратные отказы (выход из строя датчиков, контроллеров и других компонентов);
 - программные ошибки (сбои алгоритмов, ошибки обработки данных);
 - сетевые отказы (потери связи, задержки передачи данных);
 - деградационные процессы (постепенное ухудшение характеристик оборудования) [2].
-

Основная часть

Для диагностики и классификации отказов используются различные источники данных, такие как телеметрия (температура, давление, вибрации), системные журналы (логи), сетевой трафик и события, фиксируемые системами управления (например, SCADA) [3].

Задача классификации отказов формализуется как задача многоклассовой классификации, где на вход подаётся вектор признаков, сформированный на основе наблюдаемых данных, а на выходе определяется класс отказа или нормальное состояние системы. Особенности таких данных являются высокая размерность, наличие шума, а также дисбаланс классов, при котором случаи отказов встречаются значительно реже нормального функционирования [3].

Для решения задач классификации могут использоваться различные базовые методы машинного обучения, такие как логистическая регрессия, деревья решений, метод k - ближайших соседей и нейронные сети. Однако применение этих методов в задачах диагностики отказов связано с рядом ограничений. Логистическая регрессия плохо справляется с задачами, в которых присутствуют сложные нелинейные зависимости между признаками. Деревья решений, хотя и являются интерпретируемыми, обладают высокой чувствительностью к изменениям обучающей выборки, что приводит к нестабильности результатов. Метод k - ближайших соседей становится неэффективным при высокой размерности данных. Нейронные сети, в свою очередь, требуют значительных объемов данных и вычислительных ресурсов, а также сложны в настройке [4].

Указанные недостатки обуславливают необходимость использования более устойчивых и точных методов, способных эффективно работать с реальными данными ИИС. Одним из таких подходов являются ансамблевые методы (см. таблицу 1).

Таблица 1 — Сравнение базовых и ансамблевых методов

Метод	Тип модели	Преимущества	Недостатки	Применимость к ИИС
<i>Логистическая регрессия</i>	Линейная	Простота, интерпретируемость	Плохо работает с нелинейностями	Низкая
<i>Дерево решений</i>	Нелинейная	Интерпретируемость	Переобучение, нестабильность	Средняя
<i>Random Forest</i>	Ансамбль (bagging)	Устойчивость, работа с шумом	Большой размер модели	Высокая
<i>Gradient Boosting</i>	Ансамбль	Высокая точность	Долгое обучение	Очень высокая

<i>XGBoost</i>	Ансамбль	Регуляризация, скорость	Сложность настройки	Очень высокая
<i>LightGBM</i>	Ансамбль	Быстрота, масштабируемость	Чувствительность к параметрам	Очень высокая
<i>CatBoost</i>	Ансамбль	Работа с категориальными признаками	Требует ресурсов	Очень высокая

Ансамблевые методы основаны на идее объединения нескольких моделей для получения более точного и устойчивого результата. Основным принципом заключается в том, что совокупное решение группы моделей превосходит результаты каждой отдельной модели.

Одним из наиболее распространённых подходов является бэггинг (bagging), при котором несколько моделей обучаются независимо на различных подвыборках исходных данных. Классическим примером является алгоритм Random Forest, представляющий собой ансамбль деревьев решений. Данный метод широко применяется для анализа сенсорных данных, так как он устойчив к шуму и выбросам.

Другим важным подходом является бустинг (boosting), при котором модели обучаются последовательно, и каждая последующая модель пытается исправить ошибки предыдущих. К алгоритмам данного класса относятся Gradient Boosting, AdaBoost и их современные реализации. Бустинг показывает высокую эффективность при работе со сложными зависимостями и несбалансированными данными.

Также применяется метод стекинга (stacking), который предполагает комбинирование различных моделей с использованием метамоделей. Такой подход особенно эффективен в ИИС, где используются разнородные источники данных.

Ансамблевые методы позволяют снизить дисперсию модели, повысить устойчивость к переобучению и улучшить обобщающую способность.

В последние годы получили широкое распространение усовершенствованные алгоритмы ансамблевого обучения, которые демонстрируют высокую эффективность в задачах классификации отказов. Алгоритм XGBoost является одной из наиболее популярных реализаций градиентного бустинга. Он включает механизмы регуляризации, что позволяет избежать переобучения, и отличается высокой скоростью обучения. LightGBM представляет собой оптимизированную реализацию бустинга, ориентированную на работу с большими наборами данных. Он использует эффективные методы построения деревьев и обеспечивает высокую производительность. CatBoost является алгоритмом, специально разработанным для работы с категориальными признаками. Это особенно важно при анализе логов и событий, характерных для ИИС. Указанные алгоритмы активно

применяются в промышленности и научных исследованиях и фактически стали стандартом в задачах классификации сложных данных. Сравнительный анализ точности моделей показан на рисунке 1.

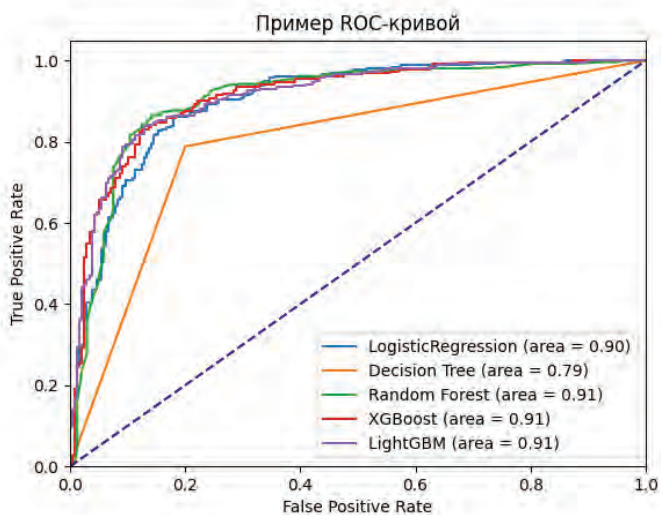


Рисунок 1 – Анализ точности моделей

Рассмотрим типичный сценарий применения ансамблевых методов для классификации отказов в ИИС на примере промышленного оборудования.

На первом этапе осуществляется сбор данных с датчиков, включая параметры температуры, давления и вибрации. Далее выполняется предобработка данных, включающая очистку, нормализацию и обработку пропущенных значений. После этого формируются признаки (статистические характеристики сигналов за определенный промежуток времени). Затем производится обучение модели с использованием алгоритма градиентного бустинга. Обученная модель используется для классификации состояния системы на такие классы, как нормальное функционирование, перегрев, износ и отказ.

Для оценки качества модели применяются метрики, такие как точность (accuracy), F1 - мера и площадь под ROC - кривой (ROC - AUC) [5]. Использование ансамблевых методов позволяет достичь высокой точности классификации даже в условиях шумных и несбалансированных данных.

Несмотря на высокую эффективность, ансамблевые методы не лишены недостатков. Во - первых, они требуют значительных вычислительных ресурсов, особенно при работе с большими объемами данных. Во - вторых, такие модели часто являются слабо интерпретируемыми, что затрудняет анализ причин принятия решений. Кроме того, важной проблемой является дисбаланс классов, характерный для задач диагностики отказов, поскольку случаи отказов

встречаются редко. Также существенным фактором является необходимость наличия размеченных данных для обучения моделей [3].

Современные исследования в области классификации отказов ИИС направлены на дальнейшее повышение точности и адаптивности моделей. Одним из перспективных направлений является интеграция ансамблевых методов с глубоким обучением, что позволяет учитывать сложные временные зависимости в данных. К тому же развивается подход онлайн - обучения, позволяющий обновлять модели в реальном времени по мере поступления новых данных. Важную роль играет автоматизация подбора моделей и гиперпараметров (AutoML). Ко всему прочему активно развиваются методы интерпретации моделей (Explainable AI), такие как анализ важности признаков, что позволяет повысить доверие к результатам классификации.

Заключение

Таким образом, ансамблевые методы машинного обучения являются эффективным инструментом для классификации типов отказов в интеллектуальных информационных системах. Они обеспечивают высокую точность, устойчивость к шуму и способность работать с данными высокой размерности.

Современные алгоритмы, такие как градиентный бустинг и его реализации, находят широкое применение в задачах диагностики и прогнозирования отказов. Несмотря на существующие ограничения, дальнейшее развитие ансамблевых методов и их интеграция с другими подходами открывают новые возможности для повышения надежности и эффективности ИИС.

Литература

1. Берман А.Ф., Николайчук О.А., Юрин А.Ю., Кузнецов Н.А. Интеллектуальная информационная система анализа отказов. – Иркутск: Изд - во ИрГТУ, 2018. – 180 с.
2. Серкова А.С. Прогнозирование отказов оборудования с использованием технологий искусственного интеллекта. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 210 с.
3. Замятин А.В., Мурзагулов Д.А. Обнаружение аномалий в технологических данных: алгоритмы, программы, системы. – Томск: Изд - во Томского государственного университета, 2022. – 280 с.
4. Бабичева И.Ф., Шарко А.В. Теоретические разработки по использованию вейвлет - анализа и нейросетевых технологий в системе диагностики и прогнозирования остаточного ресурса промышленного оборудования. – Киев: Наукова думка, 2019. – 180 с.
5. Малюгин, В.И. Рынок ценных бумаг: Количественные методы анализа / В.И. Малюгин. Москва: Дело, 2003. 320 с.
6. Куприянов М.С., Матюшин П.В. Ансамблевые методы машинного обучения в задачах диагностики технического состояния сложных систем. Информационные технологии, 2020, т. 26, № 4, с. 218–224. – DOI: 10.17587 / it.26.218 - 224.

7. Федоров А.В., Яковлев А.А. Прогнозирование отказов промышленного оборудования с использованием градиентного бустинга. Вестник компьютерных и информационных технологий, 2021, № 7, с. 23–30.

© Платошин А.И., Денисов А.А., Пашко А.Д.2026

Ротару А.Н.

Старший научный сотрудник,
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, РФ

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ФУНДАМЕНТНЫХ БЛОКОВ ЗДАНИЯ НЕРАЗРУШАЮЩИМ МЕТОДОМ

Аннотация: В статье приведен основной метод определения прочности фундаментных блоков неразрушающего метода.

Ключевые слова: фундамент, контроль, классификация, прочность бетона, дефекты и повреждения, снижение несущей способности фундаментов, неразрушающие методы.

Фундаментные блоки зданий и сооружений являются важным конструктивным элементом. Они передают нагрузку от вышележащих конструкций на фундамент. Фундаменты должны отвечать требованиям прочности, долговечности и устойчивости на протяжении всех жизненных циклов здания или сооружения в целом. Растущие объемы строительства ставят перед строителями задачу сокращения сроков возведения зданий и повышения качества строительной продукции. Стоимость фундаментных работ может составлять 20 - 25 % от общей стоимости здания.

Обеспечение высокой долговечности и прочности бетонных элементов напрямую зависит от качества используемых материалов. Качество исходных материалов является первоочередной задачей. Устранение дефектов в бетонных элементах достигается проектированием на месте. Конструкции, не отвечающие проектным и законодательным требованиям, должны быть усилены на стадии строительства, что приведет к дополнительным затратам на разработку проектной документации.

Прочность бетона - одно из важнейших свойств бетона и железобетонных конструкций и обозначается классом прочности бетона (В), измеряется в МПа и выражает максимальное давление на сжатие, и может выдержать материал без разрушения.

Неразрушающий метод является актуальным для определения прочностных характеристик. Такой метод контролирует как в процессе возведения, так и в процессе эксплуатации здания.

С помощью ультразвукового тестера «УК1401» можно получить скорость прохождения ультразвука. По специальной формуле оценивается прочность конструкции в МПа (см. табл. 1 - 2).

Таблица № 1 – Результаты ультразвукового обследования конструктивных элементов здания

Участок	Значение			Ср. арифм.	Сигма	0,95	Прочность, МПа
	1	2	3				
фбс, точка № 1 в осях Д / 9 - 10							
1	3770	3770	3750	3763,33	11,55	3744	32,60
среднее значение							32,60
фбс, точка № 2 в осях Д / 9 - 10							
1	3990	3980	3990	3986,67	5,77	3977	36,33
среднее значение							36,33
фбс, точка № 3 в осях Д / 9 - 10							
1	3960	3970	3960	3963,33	5,77	3954	35,96
среднее значение							35,96
фбс, точка № 4 в осях Д / 9 - 10							
1	3850	3850	3840	3846,67	5,77	3837	34,09
среднее значение							34,09
фбс, точка № 5 в осях Д / 9 - 10							
1	3900	3900	3910	3903,33	5,77	3894	35,00
среднее значение							35,00
фбс, точка № 6 в осях Д / 9 - 10							
1	3960	3970	3970	3966,67	5,77	3957	36,01
среднее значение							36,01

Вывод:

- прочность ФБС имеет средние значения 32,60 – 36,33 МПа, что соответствует классу бетона В25.

Таблица № 2 – Результаты ультразвукового обследования конструктивных элементов здания

Участок	Значение			Ср. арифм.	Сигма	0,95	Прочность, МПа
	1	2	3				
фбс, точка № 1 в осях В / 5 - 6							
1	4030	4010	4010	4016,67	11,55	3997	36,66
среднее значение							36,66
фбс, точка № 2 в осях В / 5 - 6							
1	3450	3410	3410	3423,33	23,09	3384	26,85

среднее значение							26,85
фбс, точка № 3 в осях В / 5 - 6							
1	405 0	402 0	399 0	4020, 00	30,0 0	396 9	36,21
среднее значение							36,21

Вывод:

- прочность ФБС имеет средние значения 26,85 – 36,66 МПа, что соответствует классам бетона В20 – В25.

Общие выводы:

При обследовании неразрушающим методом контроля конструктивных элементов здания получен следующий результат:

- прочность ФБС соответствует классам бетона В20 – В25.

Результаты обследования показывают, что прочность конструктивных элементов здания более 15 МПа и не выходит за пределы нормативных значений в соответствии с ГОСТом 26633 - 2015 «Бетоны тяжёлые и мелкозернистые. Технические условия».

© Ротару А.Н., 2026

Ротару А.Н.

Старший научный сотрудник,
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, РФ

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ТВЁРДОСТИ СТАЛИ С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРА «УЗИТ - 3»: СРАВНЕНИЕ С МЕТОДАМИ РОКВЕЛЛА И БРИНЕЛЛЯ

Аннотация: В статье использовался прибор ультразвуковой измеритель твердости «УЗИТ - 3» для измерения твердости на поверхности изделий из конструкционных сталей, близких к ним по модулю упругости.

Ключевые слова: конструкция, контроль, прочность бетона, прибор, твердость по Роквеллу, неразрушающие методы.

В данной статье рассматриваются особенности метода УЗИ с помощью твердомера «УЗИТ - 3» (см. фото. 1). Ультразвуковой метод физически наиболее близок к методу Виккерса для измерения твердости.

Измерение твердости по Виккерсу с небольшим усилием алмазного пирамидального индентора. Нагрузка на индентор может отличаться у приборов разных фирм, но обычно составляет не более 5 кгс (Микродур). Для ультразвукового индентора 3 нагрузка составляет около 1,5 кгс. Глубина проникновения индентора в материал незначительна, что может быть одной из

основных причин несоответствия результатов измерения твердости ультразвуковым методом по сравнению с традиционными методами Роквелла и Бринелля.



Фотография 1 – Прибор ультразвуковой измеритель твердости «УЗИТ - 3»

Таблица № 1 – Результаты твердости по Роквеллу (HRC, HRA) и по Бринеллю (HB) в МПа стальных конструктивных элементов сооружения

Ось	Обозначение шкалы	Вид изделия	Твердость по Роквеллу, HRC (20 - 67) един., HRA (70 - 85) единиц	Твердость по Бринеллю HB, единиц	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Ультразвуковой метод определения прочности, МПа	Марка стали
A / 2	C (20 - 67 единиц)	Стальная колонна	47	444	1480	740	329,97	C345
A / 3	C	Стальная колонна	46	438	1460	730	410,23	C390
A / 4	C	Стальная колонна	56	555	1850	925	401,34	C390
Б / 2	C	Стальная колонна	62	632	2106	1053	408,73	C390

Ось	Обозначение шкалы	Вид изделия	Твердость по Роквеллу, HRC (20 - 67) един., HRA (70 - 85) единиц	Твердость по Бриннелю НВ, единиц	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Ультразвуковой метод определения прочности, МПа	Марка стали
Б/3	С	Стальная колонна	37	341	1136	568	418,78	С390
В/1	А (70 - 85 единиц)	Стальная колонна	68	333	1110	555	408,89	С390
В/2	А	Стальная колонна	69	354	1180	590	403,95	С390
Г/1	А	Стальная колонна	82	621	2070	1035	401,19	С390
Г/4	С	Стальная колонна	61	621	2070	1035	398,52	С390

Вывод:

Минимальное значение предела прочности $\sigma_b \approx 1110$ МПа (по шкале А), прочность имеет средние значения 408,89 МПа, соответствует марке стали С390; максимальное значение предела прочности $\sigma_b \approx 2106$ МПа (по шкале С), прочность имеет средние значения 408,73 МПа, соответствует марке стали С390; минимальный предел текучести $\sigma_t \approx 555$ МПа.

Общие выводы:

По результатам ультразвукового обследования получены следующие результаты:

- прочность наружной стальной колонны соответствует марке стали С390;
- прочность стальных колонн соответствует маркам стали С345 – С390;

По проектным данным, прочность стальных конструкций должна быть не менее 345 МПа, результаты обследования показывают, что прочность отдельных конструктивных элементов не выходит за пределы нормативных значений в соответствии с ГОСТ 27772 – 2021 «Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия».

В конструкциях из стали с пределом текучести свыше 530 МПа (5400 кгс / см²), принимаются по специальным техническим условиям. Для конструкций, изготовленных в период с 1932 по 1982 г., $\sigma_b = 1,1$ для сталей с пределом текучести до 380 МПа (3850 кгс / см²) и $\sigma_b = 1,15$ для сталей с пределом текучести свыше 380 МПа (3850 кгс / см²), приведен из СП 16.13330.2017 «СНиП II - 23 - 81* Стальные конструкции».

Максимальное значение временного сопротивления «предел прочности» для проката из стали С390, С390 - 1, С440, С550, С590 не должно превышать установленные нормы более чем на 160 Н / мм² (1 Н / мм² = 1 МПа), ГОСТ 27772 - 2021 «Прокат для строительных стальных конструкций».

© Ротару А.Н., 2026

Ротару А.Н.

Старший научный сотрудник,
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, РФ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ БЕТОНА И АРМАТУРЫ: ФАКТОРЫ СЦЕПЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ

Аннотация: В статье рассматривается применение арматуры железобетонных конструкций на прочность. Для повышения жесткости и прочности конструкций применяется предварительно напряженную арматуру. При возведении зданий и сооружений части строительной конструкции, испытывающие дополнительную нагрузку, нуждаются в укреплении.

Ключевые слова: Прочность, железобетонные конструкции, арматура, здания.

Арматура выполняет функцию компенсатора низкой прочности бетона на разрыв и растяжение. Поскольку этот показатель в 150 - 200 раз выше, чем у стальных элементов, металлические каркасы предотвращают разрушающие бетон деформации и другие повреждения конструкции. После затвердения бетонной смеси, она прочно сцепляется с арматурой по всем границам, образуя единый монолит. Бетон и сталь имеют близкие значения коэффициента. При совместной работе, когда арматура воспринимает растягивающие нагрузки, а бетон – нагрузки, снимающие напряжение, преимущества и достоинства обоих материалов становятся очевидными. Сила сцепления под нагрузкой уравнивает

деформацию двух элементов и зависит от ряда факторов: прочности бетона и величины усадки, типа поверхности арматуры и размеров ее сечения.

В железобетонных конструкциях арматура устанавливается в основном для восприятия растягивающих усилий и усиления бетона в сжатых зонах конструкций.

По виду арматура бывает:

- гибкая (из отдельных стержней и проволок, а также изделий из них);
- жесткая (из стальных прокатных уголков, швеллеров и двутавров).

Гибкая арматура наиболее часто используется в строительстве, поскольку в большинстве случаев она более экономична, чем жесткая.

Гибкая арматура классифицируется по следующим признакам:

1) По назначению:

- а) на рабочую, устанавливаемую по расчету;
- б) на конструктивное армирование фиксирует проектное положение рабочей арматуры (монтажное армирование), более равномерное распределение усилий между отдельными стержнями рабочей арматуры (распределительное армирование), поглощение усилий, возникающих при усадке бетона, изменении температуры конструкции и т.д. Рабочая и конструктивная арматура может быть продольной и поперечной.

2) По способу изготовления:

- а) стержневую, диаметром 6...40 мм, поставляемую в пачках (диаметром 12 мм и более, длиной до 13,2 м, массой до 15 т или в мотках (диаметром до 10 мм, массой до 1300 кг);
- б) проволочную, диаметром 3...12 мм, поставляемую в мотках массой 500...1500 кг.

Стержневая арматура может изготавливаться:

- без легирующих добавок;
- легированной. Содержание углерода составляет 0,1...0,8 %. Легирующие добавки *Cr, Ni, Mo, W, V, Ti* и др. вводят для улучшения свойств сталей. Количество добавок – до 5 %;
- термическое или термомеханическое упрочнение путем специальной термообработки;
- упрочненной вытяжкой.

Арматурная проволока изготавливается путем однократного (B500) или многократного (Bп1200...Bп1500) волочения через несколько отверстий с последовательно уменьшающимся диаметром. Протяжка и волочение осуществляются в холодном состоянии.

3) По форме поверхности:

- а) гладкую (A240, B500);
- б) периодического профиля в виде винтовой линии (A300) или «елочки» (A400, A500, A600, A800, A1000).

4) По способу применения:

- а) напрягаемую;
- б) ненапрягаемую.

С помощью прибора «УК - 1401» проведен метод ультразвукового неразрушающего контроля, который используется в целях оценки прочности материалов конструкций с учетом влияния армирования. Применение метода обусловлено отсутствием надежных градуировочных зависимостей между скоростью ультразвука и прочностью в железобетонных конструкциях. Скорость ультразвука V в метрах в секунду вычисляется по формуле:

$$V = (l / t) \cdot 10^3$$

где: t – время ультразвука, мкс;

l – расстояние между центрами установки преобразователей, мм.

При ультразвуковом измерении прочность бетона (слой до 20 мм) при попадании ультразвуковой волны в арматуру скорость прохождения увеличивается в среднем в 1,3 раза (табл. 1).

Таблица 1 – Ультразвуковые измерения ж / б конструкции

<i>Расстояние от начала ж / б конструкции</i>	<i>14 мм</i>	<i>18 мм</i>	<i>20 мм</i>
5	2050	1650	1650
10	2170	1660	1580
25	2250	1730	1470
30	2340	1800	1600

На основании данных, полученных из таблицы № 1, было установлено, что прибор обнаруживает арматуру при следующих толщинах 14, 18, 20 мм.

© Ротару А.Н., 2026

Ротару А.Н.

Старший научный сотрудник,
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, РФ

АНАЛИЗ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО МЕТОДУ БРИНелЛЯ

Аннотация: В статье проводилось оценка прочности стальных конструкций с помощью измерения твердости по Бринеллю.

Ключевые слова: стальные конструкции, прочность материалов, измерения, значение твердости по Бринеллю.

Для оценки прочности стальных конструкций были проведены измерения твердости по Бринеллю. Измерения проводились неразрушающим методом с помощью электронного твердомера ТЭМП - 4.

На участках, где проводились измерения, были удалены лакокрасочные покрытия и слои коррозии со всех исследуемых конструкций. Затем поверхность стали была обработана с помощью угловой шлифовальной машинки, чтобы достичь до чистоты класса 5. На каждом участке были проведено несколько измерений твердости. Среднее арифметическое от этих результатов и есть искомое значение твердости. Пересчет из твердости по Бринеллю в предел прочности (σ_B) произведен согласно ГОСТу 22761 «Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Бринеллю переносными твердомерами статического действия».

Соответствие между пределом прочности и пределом текучести стали можно определить, вычислив отношение этих параметров для различных марок стали.

Таблица № 1 – Результаты твердости и по Бринеллю (НВ) в МПа стальных конструктивных элементов сооружения

Ось	Обозначение шкалы	Вид изделия	Твердость по Роквеллу, HRC (20 - 67) един., HRA (70 - 85) единиц	Твердость по Бринеллю НВ, единиц	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Ультразвуковой метод определения прочности, МПа	Марка стали
М / 45	С (20 - 67 единиц)	Стальная колонна	47	444	1480	740	344, 52	С34 5
Н / 45	С	Стальная колонна	53	522	1740	870	338, 84	С34 5
Н / 51	А (70 - 85 единиц)	Стальная колонна	71	388	1293	646	344, 36	С34 5
Н / 47	А	Стальная колонна	81	601	2003	1001	341, 86	С34 5

Ось	Обозначения шкалы	Вид изделия	Твердость по Роквеллу, HRC (20 - 67) един., HRA (70 - 85) единиц	Твердость по Бриннелю НВ, единиц	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Ультразвуковой метод определения прочности, МПа	Марка стали
Н / 54	С	Стальная колонна	63	659	2196	1098	338, 66	С34 5
Н / 59	А	Стальная колонна	70	368	1226	613	344, 60	С34 5
Н / 61	С	Стальная колонна	53	522	1740	870	341, 80	С34 5
М / 64	А	Стальная колонна	83	659	2196	1098	400, 33	С39 0
Н / 64	С	Стальная колонна	46	438	1460	730	347, 04	С34 5
М / 57	А	Стальная колонна	72	409	1363	681	394, 28	С39 0
М / 50	А	Стальная колонна	78	530	1766	883	386, 94	С39 0

Ось	Обозначение шкалы	Вид изделия	Твердость по Роквеллу, HRC (20 - 67) един., HRA (70 - 85) единиц	Твердость по Бриннелю НВ, единиц	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Ультразвуковой метод определения прочности, МПа	Марка стали
Н / 81	А	Стальная колонна	84,5	688	2293	1146	380,33	С390
Н / 85	А	Стальная колонна	79	574	1913	956	400,04	С390
М / 65	С	Стальная колонна	53	522	1740	870	405,25	С390
М / 69	А	Стальная колонна	76	499	1663	831	398,53	С390
М / 79	С	Стальная колонна	58	582	1940	970	395,83	С390
М / 90	А	Стальная колонна	83	659	2196	1098	416,98	С390
М / 94	А	Стальная колонна	84,5	688	2293	1146	417,83	С390

Ось	Обозначения шкалы	Вид изделия	Твердость по Роквеллу, HRC (20 - 67) един., HRA (70 - 85) единиц	Твердость по Бриннелю НВ, единиц	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Ультразвуковой метод определения прочности, МПа	Марка стали
М / 96	А	Стальная колонна	72	409	1363	681	409,88	С390
Н / 96	А	Стальная колонна	75	464	1546	773	391,90	С390

Вывод:

Минимальное значение предела прочности $\sigma_b \approx 1226$ МПа (по шкале А), прочность имеет среднее значение 344,60 МПа, соответствует марке стали С345; максимальное значение предела прочности $\sigma_b \approx 2293$ МПа (по шкале А), прочность имеет среднее значение 417,83 МПа, соответствует марке стали С390; минимальный предел текучести $\sigma_t \approx 646$ МПа.

По результатам ультразвукового обследования получены следующие результаты:

- прочность стальных колонн по осям М / 50, М / 53, М / 57, М / 64, М / 65, М / 69, М / 74, М / 79, М / 87, М / 90 М / 94, М / 96 соответствует марке стали С390, прочность стальных колонн в оси М / 45 соответствует марке стали С345;

- прочность стальных колонн по осям Н / 45, Н / 47, Н / 51, Н / 54, Н / 59, Н / 61, Н / 64 соответствует марке стали С345, прочность стальных колонн по осям Н / 67, Н / 71, Н / 81, Н / 85, Н / 88, Н / 93, Н / 96 соответствует марке стали С390.

В конструкциях из стали с пределом текучести свыше 530 МПа (5400 кгс / см²), принимаются по специальным техническим условиям. Для конструкций, изготовленных в период с 1932 по 1982 г., $\sigma_b = 1,1$ для сталей с пределом текучести до 380 МПа (3850 кгс / см²) и $\sigma_b = 1,15$ для сталей с пределом текучести свыше 380 МПа (3850 кгс / см²), приведен из СП 16.13330.2017 «СНИП II - 23 - 81* Стальные конструкции».

Максимальное значение временного сопротивления «предел прочности» для проката из стали С390, С390 - 1, С440, С550, С590 не должно превышать установленные нормы более чем на 160 Н / мм², ГОСТ 27772 - 2021 «Прокат для строительных стальных конструкций».

© Ротару А.Н., 2026

Синюгина Ю.В.

научный сотрудник ВУНЦ ВВС «ВВА», г. Воронеж, РФ

АНАЛИЗ СПЕЦИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

Аннотация

В статье разобраны основные специальные свойства композиционных материалов, приведены примеры их практического применения и обозначены перспективы развития технологий

Ключевые слова

Композиционные материалы, композиты, аэродромное покрытие

Аэродромные покрытия испытывают экстремальные нагрузки: вес тяжёлой авиатехники, динамическое воздействие при взлёте и посадке, перепады температур, воздействие химических реагентов и атмосферных факторов. Композиционные материалы (композиты) всё чаще применяются для решения этих задач благодаря уникальным свойствам, превосходящим традиционные решения (асфальт, бетон). Их внедрение позволяет: повысить безопасность полётов за счёт надёжности покрытий; сократить затраты на ремонт и обслуживание; продлить межремонтные периоды; адаптировать аэродромы к сложным климатическим условиям. Разберём основные специальные свойства таких материалов.

Высокая прочность при малом весе. Композиты сочетают высокую удельную прочность (прочность на единицу массы) и жёсткость. Это достигается за счёт: армирующих элементов – волокон (углеродных, стеклянных, базальтовых) или тканей, создающих каркас; связующего – полимерных смол (эпоксидных, полиэфирных), фиксирующих форму и распределяющих нагрузку. В результате покрытие выдерживает нагрузки от шасси самолётов (до сотен тонн) без деформаций, при этом масса конструкции меньше, чем у бетонной плиты аналогичной прочности [2].

Усталостная прочность и долговечность. Многократные циклы нагрузок (взлёты / посадки) вызывают усталостные разрушения. Композиты обладают высокой устойчивостью к ним: армирующие волокна препятствуют распространению микротрещин; полимерная матрица демпфирует ударные

нагрузки. В результате срок службы покрытия увеличивается в 1,5–3 раза по сравнению с традиционными материалами, а также снижаются затраты на ремонт [1].

Коррозионная и химическая стойкость. Аэродромы подвергаются воздействию: авиационного топлива и масел; противообледенительных реагентов; солей, используемых зимой; атмосферных осадков с примесями. Композиты инертны к большинству этих веществ. Полимерная матрица не вступает в реакции, а армирующие волокна (стеклянные и базальтовые) не корродируют [2].

Термостойкость и устойчивость к перепадам температур. Эксплуатация в разных климатических зонах требует: сохранения свойств при температурах от -60°C (Крайний Север) до $+80^{\circ}\text{C}$ (пустынные регионы); устойчивости к термоударам и циклам «замораживание–оттаивание». Поэтому необходим подбор терморезистивных смол и армирующих волокон с низким коэффициентом теплового расширения. Это предотвращает образование трещин и расслоение [1].

Антискользящие свойства. Безопасность взлёта и посадки требует высокого коэффициента сцепления. Достигается это за счёт: текстурирования поверхности композита; введения в верхний слой абразивных частиц (корунда, кварцевого песка); использования специальных покрытий. В результате происходит предотвращение юза и сокращение тормозного пути даже в дождь или снег [2].

Ремонтопригодность и модульность. Композитные покрытия часто выполняются в виде плит или сегментов: повреждённый участок можно быстро демонтировать и заменить без остановки работы аэродрома; локальный ремонт выполняется с использованием тех же композитных составов (заплатки, накладки).

Радиопрозрачность. Для покрытий в зонах радиолокационных систем и навигационного оборудования важна радиопрозрачность. Композиты на основе стекло - или базальтопластика не создают помех для радиосигналов, в отличие от стальных арматурных сеток в бетоне [2].

Низкое водопоглощение и гидрофобность. Полимерная матрица композитов практически не впитывает воду. Это исключает: набухание и деформацию; образование льда внутри материала при отрицательных температурах; снижение прочности во влажном состоянии [1].

Возможность интеграции функциональных элементов. Структура композитов позволяет встраивать: датчики мониторинга состояния покрытия (напряжения, температуры, трещин); системы подогрева против обледенения (греющие кабели); светосигнальные элементы [2].

На практике композиты уже используются в разных сегментах аэродромной инфраструктуры: композитные плиты для временных взлётно - посадочных полос (ВПП) и вертодромов; защитные накладки из композитов на критических участках (зоны касания шасси, рулёжные дорожки); ремонтные составы на основе композитов для локального восстановления бетонных покрытий [1, 2].

Развитие композитных материалов открывает новые возможности для аэродромного строительства: «умные» покрытия с самодиагностикой и адаптацией

к нагрузкам; использование нанодобавок (углеродные нанотрубки, графен) для повышения прочности и термостойкости; биокompозиты на основе натуральных волокон для экологичных решений [2].

Специальные свойства композиционных материалов делают их перспективной альтернативой традиционным покрытиям аэродромов. Сочетание прочности, лёгкости, долговечности и функциональности позволяет повысить безопасность, сократить эксплуатационные расходы и продлить межремонтные периоды. Развитие технологий и снижение стоимости производства будут способствовать более широкому внедрению композитов в авиационной инфраструктуре.

Список использованной литературы:

1. Маслов В.В., Петров А.Н. Современные полимерные композиты для дорожного и аэродромного строительства. – СПб.: Политехника, 2020. – 287 с.
2. Васильев Ю.Э. «Композиционные материалы в транспортном строительстве». – М.: Транспорт, 2018. – 312 с.

© Синюгина Ю.В., 2026

Уварова С.Д.

научный сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, РФ

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДЕФОРМАЦИЙ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ НА ЭТАПЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

Техническое обследование многоэтажного жилого здания, пострадавшего после взрыва, проводилось с целью оценки технического состояния здания.

Обследуемое здание девятиэтажное прямоугольное в плане с подвалом под всем зданием. Размеры в плане – по главному фасаду 86,5 м, по боковому фасаду – 11,8 м. Высота подвальных помещений составляет 1,80 м.



Фотография 1. Вид здания

Цель наблюдений: определение направления и численных величин основных геометрических показателей, связанных с деформацией элементов конструкции здания.

Суть наблюдений заключалась в определении кренов стен и уклонов горизонтальных элементов конструкции. Анализ результатов двойных наблюдений, выполненных в марте 2022 года и в июле 2023 года.

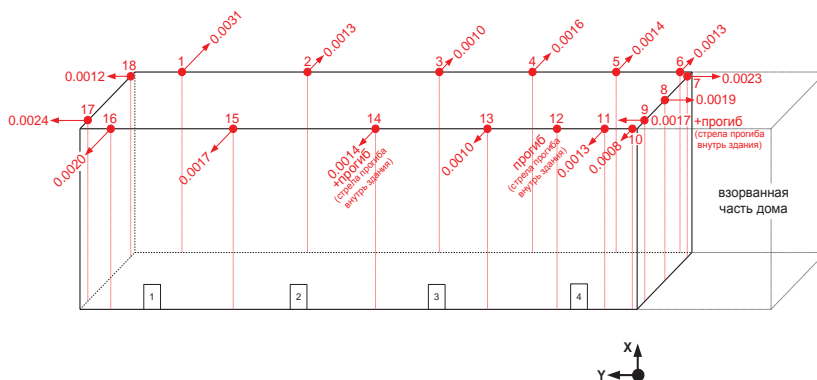


Рисунок 1. Схема геодезических наблюдений за кренами стен здания в 2022 году

Все отклонения от вертикали лежат в пределах от 20мм до 78мм, что не превышает допустимой величины в 135мм характеризующую III категорию технического состояния зданий и сооружений (допустимая величина зависти от высоты здания). Три створа 9, 12 и 14 имеют прогиб со стрелой прогиба внутрь здания. Все створы за исключением 9 - го имеют крен наружу.

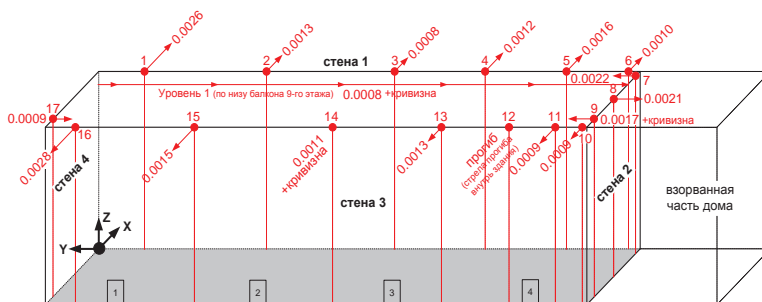


Рисунок 2. Схема геодезических наблюдений за кренами стен здания в 2023 году

Все отклонения от вертикали лежат в пределах от 20 до 66мм, что не превышает допустимой величины в 157 мм характеризующую III категорию технического состояния зданий и сооружений. Все створы за исключением 7 - го, 9 - го и 17 - го

имеют крен наружу здания, т.е. целиком длинные стены 1 и 3 имеют наклон наружу здания.

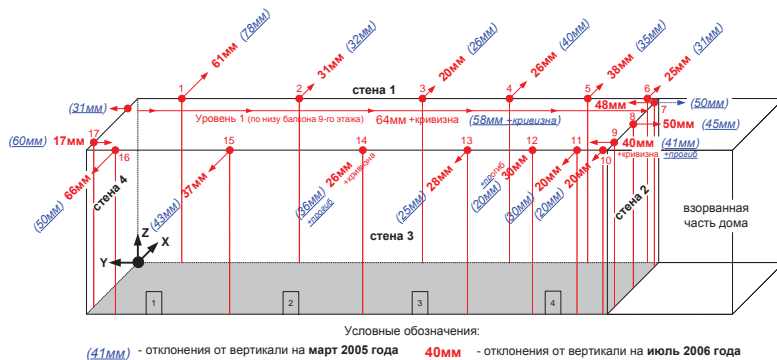


Рисунок 3. Направления и величины отклонений от вертикали по результатам двойных наблюдений

В результате сравнения повторных наблюдений выявлены изменения в геометрии здания:

- по створу 7 изменилось направление крена на противоположное;
- уменьшилось отклонение от вертикали по створу 1 на 22 % (78 - 61мм);
- увеличилось отклонение от вертикали по створу 16 на 24 % (50 - 66мм).
- уменьшилось отклонение от вертикали по створу 17 на 72 % (60 - 17мм).

Данные изменения свидетельствуют о наличии «подвижек» преимущественно вдоль длинной стороны здания (по оси «Y»).

По совокупности геометрических параметров отдельных элементов здание относится не выше III категории технического состояния зданий и сооружений.

© Уварова С.Д., 2026

Уварова С.Д.

научный сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ),
г. Москва, РФ

ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРИ МОНТАЖЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

В Российской Федерации существует множество различных ГЭС, АЭС и других сооружений, которые включают в свое конструктивное решение металлические строительные элементы. Например, довелось проводить геодезические измерения

на одной из гидроэлектростанций и проверять отклонения всех конструктивных элементов сооружения, в том числе металлических. В данной статье рассматриваются наблюдения за пространственными кровельными структурами типа «МАрХИ» (рис. 1).

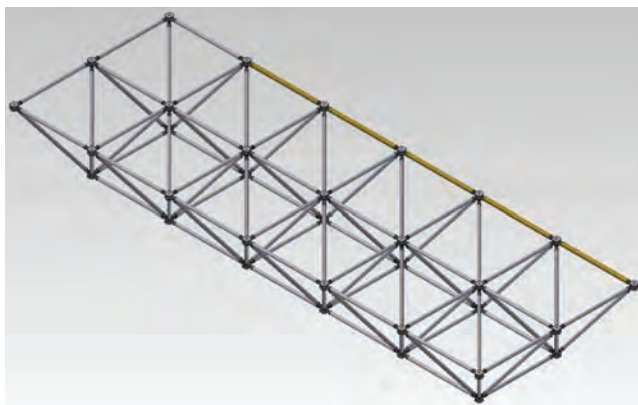


Рисунок 1. Перекрытие типа «МАрХИ»

Наблюдения за перекрытием МАрХИ в здании ГЭС ведется с июля 1995 года. Схема расположения контрольных точек и формула расчета прогиба взяты из технического отчета проектной организации «МАрХИ» (рис.2).

Контрольные точки были замаркированы краской. Наблюдения ведутся методом геометрического нивелирования с площадок полукозловых кранов для каждого пролета отдельно. В год выполняется, как правило, зимний и летний циклы наблюдений. С начала наблюдений, по настоящий момент, было выполнено 24 цикла.

Схема расположения контрольных точек

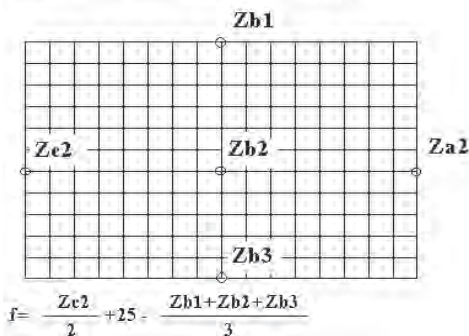


Рисунок 2. Схема расположения контрольных точек и формула расчета прогиба

Обработанные данные вносятся в накопительные таблицы абсолютных и относительных прогибов. Кроме того, строится диаграмма отклонений прогибов

текущего цикла от начального цикла наблюдений, и график относительных прогибов МП - АГ10, ТБ для всего ряда наблюдений (рис. 3).

Из анализа полученных данных следует:

1. Значения прогибов в зимний период больше чем в летний.
2. По результатам съемки от 18.08.2009 года наблюдаются наибольшие прогибы секций на ГА 1 - 17 мм, ГА 5 - 13 мм от предыдущего цикла (11.03.2009г). Абсолютные прогибы составляют 44 и 30 мм соответственно. В относительной мере f / L величины прогибов составляют $1 / 770$ и $1 / 1130$. Допустимая величина прогиба не должна превышать $1 / 250$ в относительной мере (согласно отчета 4 / 95 - ИИ, страница 78) или 130мм в абсолютной.

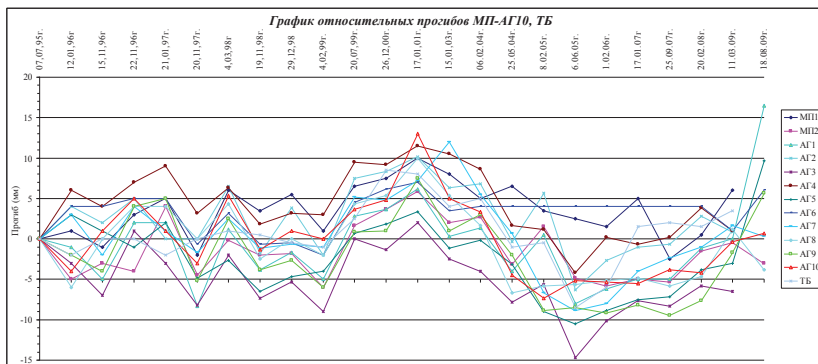


Рисунок 3. График относительных прогибов МП - АГ10, ТБ

Общие выводы:

Состояние крановых путей, по которым проведены наблюдения (ГА 3,5,6,8,9), за исключением ГА - 2 удовлетворительное. По ГА - 6 наблюдаются некоторые отклонения превышающие допустимые значения.

Прогибы конструкций типа «Мархи» не превышают допустимых значений. Предлагается организовать мониторинг за состоянием конструкций «Мархи» ГА1.

© Уварова С.Д., 2026

Уварова С.Д.

научный сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, РФ

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВЛАЖНОСТИ БЕТОНА В КОНСТРУКЦИЯХ ЖИЛЫХ ПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Для георадиолокационного сканирования конструкций использовался прибор Бетоноскоп «СК - 1700» (рис. 1). Бетоноскоп «СК - 1700» - современный

геофизический прибор, применяющийся для поиска и локализации различных дефектов в деревянных, кирпичных, железобетонных строительных конструкциях, обнаружения арматуры, скрытой проводки, кабелей и других коммуникаций при проведении отделочных и монтажных работ, а также для изучения однородности конструкций.

Работа прибора основана на свойстве радиоволн отражаться от границ раздела сред с различной диэлектрической проницаемостью. Бетоноскоп «СК - 1700» с центральной частотой 1700 МГц, длительностью зондирующего импульса 1 - 5 нс и детальностью сканирования 5 - 10см имеет максимальную глубину зондирования 0,8 - 1,0м.

План - схема георадиолокационного сканирования представлена на рис. 2.

Графики показателей влажности получены в результате компьютерной обработки.



Рисунок 1 – Бетоноскоп «СК - 1700»

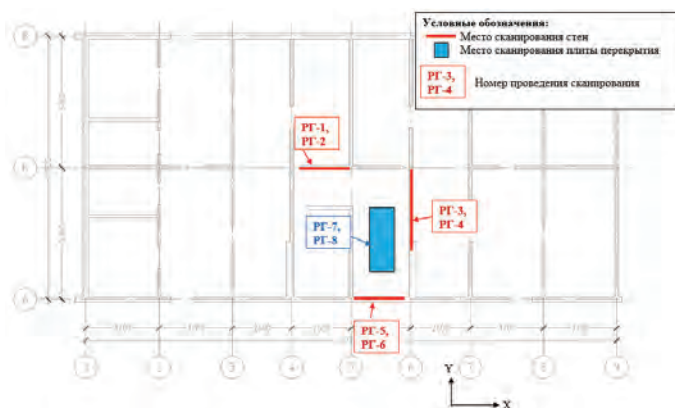


Рисунок 2 – План - схема подвала здания с указанием мест проведения георадиолокационного сканирования

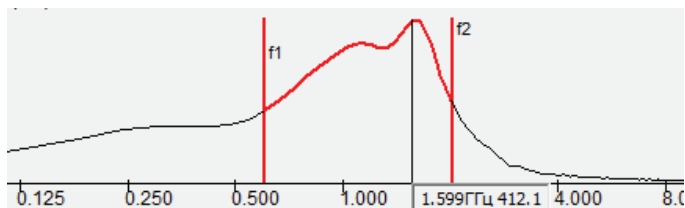


Рисунок 3. График показателя влажности бетона в стеновой панели

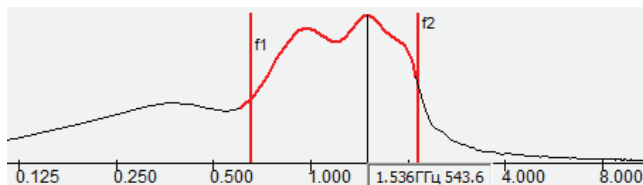


Рисунок 4. График показателя влажности бетона в плите перекрытия

По результатам обработки данных, были составлены графики показателей влажности бетона стеновых панелей и плиты перекрытия, по которым видно, что влажность бетона не превышает критическое значение.

© Уварова С.Д., 2026

Уварова С.Д.

научный сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ),
г. Москва, РФ

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ВЫСОКОТОЧНОЙ ГЕОДЕЗИИ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Техническое обследование участка автодороги, расположенного по адресу: г. Москва, ул. Гришина, д. 23, проводилось с целью оценки технического состояния дороги. По проекту объемно - планировочное решение участка автодороги представлено в таблице № 1.

Таблица 1. Объемно - планировочное решение участка автодороги

№ п / п	Наименование параметра (или элемента) дороги	Характеристика параметра (или элемента) дороги
1.	ширина проектируемого проезда	6,0м
2.	ширина тротуаров	1,5м

№ п / п	Наименование параметра (или элемента) дороги	Характеристика параметра (или элемента) дороги
3.	минимальный радиус круговой кривой в плане минимальный радиус кривой в продольном профиле: выпуклой вогнутой	30м 600м 650м
4.	Длина дороги	296,65м
5.	обследуемый участок	251,0м

Проводилось инженерно - геодезическое обследование участка дороги от Можайского шоссе до проектируемого жилого комплекса по определению соответствия выполненных работ по отношению к проекту.

По результатам геодезической съёмки (рис. 1) видно, что ширина проезжей части дороги местами составляет от 9,476м до 6,317м на протяжении 251м., что не соответствует проекту. Конструкция дорожной одежды составила объём 1014,28 м³.

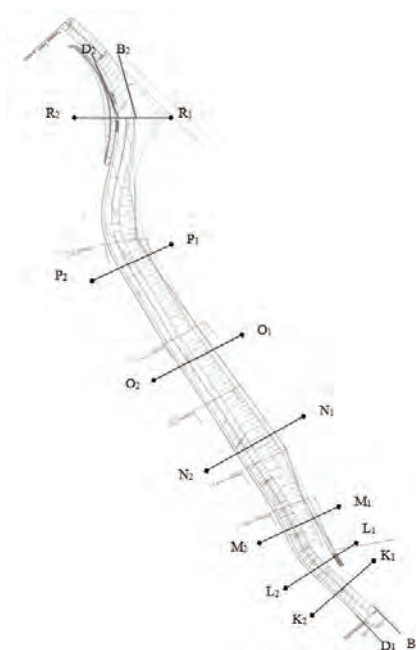


Рис. 1. Схема геодезической съёмки.

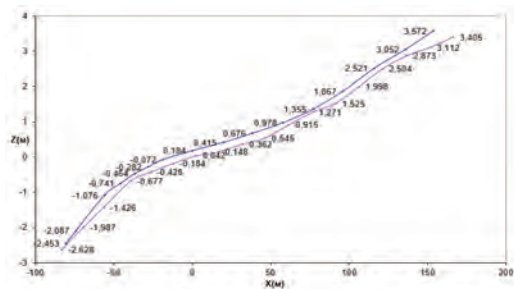


Рис. 2. Участок дороги в системе координат.

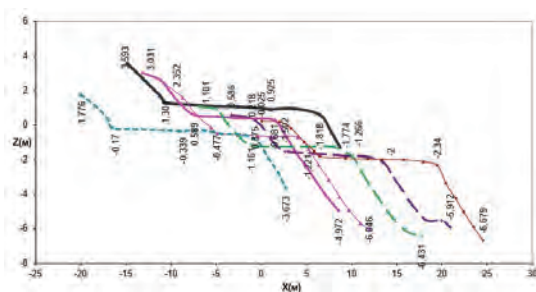


Рис. 3. Диаграмма с участками профилей (разрезов) (из рис. 1)

© Уварова С.Д., 2026

Уваров В.А.

Младший научный сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, РФ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ АРМАТУРЫ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА СК - 1700 ЗД



Рисунок 1 – Бетоноскоп «СК - 1700»

Защитный слой бетона — один из ключевых параметров железобетонных конструкций, обеспечивающий долговечность и надежность работы арматуры. Он

выполняет сразу несколько функций: защищает сталь от коррозии, обеспечивает огнестойкость и гарантирует совместную работу бетона и арматуры.

Нарушение толщины защитного слоя может привести к преждевременному разрушению конструкции. Поэтому его контроль является важной задачей технического обследования.

Современные методы неразрушающего контроля, такие как радиолокационное сканирование с применением бетоноскопа СК - 1700 3D, позволяют эффективно решать эту задачу. Понятие защитного слоя и нормативные требования Защитный слой — это расстояние от поверхности бетона до ближайшей поверхности арматурного стержня.

Основные функции защитного слоя: защита арматуры от коррозии; обеспечение сцепления арматуры с бетоном; повышение огнестойкости конструкции; защита от механических повреждений.

Толщина защитного слоя регламентируется строительными нормами и зависит от: типа конструкции (фундамент, плита, колонна); условий эксплуатации; диаметра арматуры; класса бетона. Отклонения от нормативных значений могут существенно снижать долговечность конструкции. Принцип работы прибора СК - 1700 3D СК - 1700 3D - это георадарный прибор, использующий отражение электромагнитных волн от границ раздела материалов с различной диэлектрической проницаемостью.

При сканировании железобетона: сигнал проходит через бетон; отражается от арматуры; возвращается к приемнику; фиксируется в виде радарограммы. По времени задержки сигнала определяется глубина залегания арматуры, что позволяет вычислить толщину защитного слоя.

Методика определения защитного слоя: Перед началом обследования необходимо: очистить поверхность от загрязнений; устранить неровности (по возможности); нанести координатную сетку.

Выбираются параметры: частота антенны (1700 МГц для высокой точности); режим сканирования; калибровка по известному образцу (при необходимости).

Сканирование выполняется: по заданной сетке; с фиксированным шагом (обычно 2–5 см); в одном или двух направлениях. Особенности интерпретации результатов При анализе радарограмм следует учитывать: четкость гиперболических отражений от арматуры; влияние влажности бетона; наличие помех (провока, закладные элементы); неоднородность структуры бетона.

Типичные признаки: нормальный слой — равномерная глубина отражений; уменьшенный слой — близкое расположение гиперболических отражений к поверхности; увеличенный слой — более глубокое положение отражений; неравномерность — разброс глубин по площади. Точность измерений Точность определения защитного слоя зависит от: правильности калибровки; диэлектрических свойств бетона; шага сканирования; квалификации оператора. Средняя погрешность метода составляет: $\pm 3\text{--}5$ мм при благоприятных условиях; до ± 10 мм при сложных условиях. Использование СК - 1700 3D позволяет: выполнять контроль без вскрытия

конструкции; получать оперативные результаты; обследовать большие площади; строить трехмерные модели армирования; выявлять дефекты одновременно с измерением защитного слоя. Метод имеет ряд ограничений: снижение точности при высокой влажности; трудности при плотном армировании; необходимость опытной интерпретации; зависимость результатов от настройки прибора. Практическое значение Контроль защитного слоя с помощью СК - 1700 3D применяется: при приемке строительных работ; при обследовании зданий; при реконструкции и усилении конструкций; при технической экспертизе. Заключение Определения защитного слоя арматуры с использованием прибора СК - 1700 3D является эффективным методом неразрушающего контроля. Он обеспечивает высокую точность измерений и позволяет оперативно выявлять отклонения от проектных значений. Применение данного метода повышает качество строительного контроля и способствует увеличению срока службы железобетонных конструкций.

© Уваров В.А., 2026

Уваров В.А.

Младший научный сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ),
г. Москва, РФ

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗАЛЕГАНИЯ РОСТВЕРКОВ В ОСНОВАНИИ СООРУЖЕНИЙ

Для оценки однородности грунтового массива в основании здания применялся метод георадиолокации, который основан на изучении полей высокочастотных электромагнитных волн (используются частоты от первых десятков МГц до первых единиц ГГц). В основе метода лежит различие по способности проникания электромагнитных волн в неоднородные толщи грунтов из-за их отличия по диэлектрической проницаемости. Излучаемый импульс, распространяясь в обследуемой среде или объекте, отражается от границ, на которых меняются электрические свойства - электропроводность и диэлектрическая проницаемость. Отраженный сигнал принимается приемной антенной, усиливается, преобразуется в цифровой вид и запоминается. В результате, из упорядоченного набора отраженных сигналов, складывается разрез исследуемой среды, который перпендикулярен плоскости антенны георадара. Полученный разрез называется георадиолокационным профилем.

Как правило, георадиолокационный профиль представлен в виде радарограммы – массива амплитуд отраженных сигналов с дополнительной информацией по каждому шагу зондирования, записанный в файл и визуализируемый в виде разреза исследуемой среды.

Радиотехнический прибор подповерхностного зондирования РППЗ «ОКО» (в общепринятой терминологии - георадар) представляет собой портативный радиолокатор, который в отличие от, классического, направляет зондирующие электромагнитные импульсы в исследуемую среду, а не в свободное пространство. Исследуемой средой может быть земля (отсюда наиболее распространенное название - георадар), вода, стены зданий, сооружений и т.п.

Диэлектрическая проницаемость незначительно зависит от частоты и типа грунтов, но очень сильно зависят от их влажности.



Рисунок 1 – Антенный блок АБ - 250М, применённый для сканирования грунтов

Георадиолокационное сканирование грунтов производилось на поверхности грунтов вдоль здания по длинной стороне.

Радарограммы сканирования грунтов представлены на рис. 2.

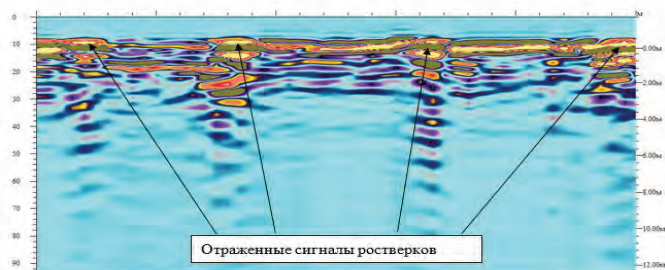


Рисунок 2 – Радарограмма сканирования грунтов с местами расположения ростверков

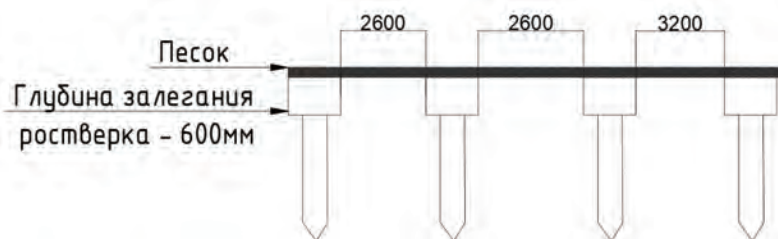


Рисунок 3 –Схема залегания ростверка

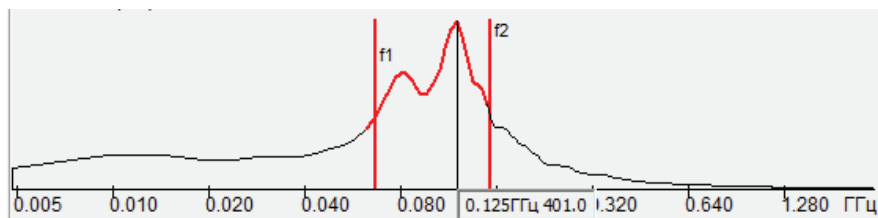


Рисунок 4. График влажности грунтового основания на проведенном участке георадаролокационного сканирования

Выводы:

По результатам георадиолокационного сканирования грунтов основания здания можно сделать следующие выводы:

- прослеживаются граница залегания ростверков на глубине 600 мм,
- при сканировании грунтового основания пустот и провалов не обнаружено;
- обводненности грунтов основания не обнаружено.

© Уваров В.А., 2026

Уваров В.А.

Младший научный сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ),
г. Москва, РФ

ПОИСК КОРРОЗИИ АРМАТУРЫ В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА СК - 1700 3D

Коррозия арматуры является одной из основных причин снижения долговечности железобетонных конструкций. Разрушение защитного слоя бетона, воздействие влаги, агрессивных сред и перепадов температур приводят к окислению стальных стержней, что в дальнейшем вызывает потерю прочности конструкции. Для своевременного выявления таких дефектов применяются методы

неразрушающего контроля, одним из которых является использование георадарного оборудования, в частности прибора СК - 1700 3D.



Рисунок 1 – Бетоноскоп «СК - 1700»

Принцип работы прибора СК - 1700 3D представляет собой портативный георадар (бетоноскоп), работающий на основе электромагнитного зондирования среды. Прибор излучает радиоволны высокой частоты (около 1700 МГц), которые проникают в толщу конструкции и отражаются от границ сред с различными физическими свойствами. Отражённые сигналы регистрируются и обрабатываются встроенным программным обеспечением, что позволяет формировать двухмерные и трёхмерные изображения внутренней структуры бетона.

Таким образом определяется положение арматуры, её глубина залегания и состояние окружающего материала. Возможности выявления коррозии. Хотя прибор напрямую не «видит» коррозию как химический процесс, он позволяет выявить её косвенные признаки: изменение электромагнитных характеристик в зоне арматуры; нарушение защитного слоя бетона; появление трещин, расслоений и пустот вокруг стержней; изменение формы и отражающей способности арматуры. При соответствующей калибровке и обработке данных возможно определение степени коррозии арматуры. Это делает СК - 1700 3D эффективным инструментом для диагностики скрытых дефектов без вскрытия конструкции.

Процесс поиска коррозии с использованием СК - 1700 3D включает несколько этапов: Подготовка поверхности, очистка зоны обследования и нанесение разметки. Сканирование конструкции Производится перемещением антенны по заданной сетке с фиксацией координат. Прибор регистрирует отражённые сигналы и сохраняет их во встроенной системе. С помощью программного обеспечения формируются радарограммы и 3D - модель объекта. Интерпретация: Анализ аномалий, определение положения арматуры и выявление признаков коррозии. Использование специального разметочного коврика позволяет повысить точность построения трёхмерной модели конструкции. Преимущества метода Применение СК - 1700 3D для диагностики железобетона имеет ряд преимуществ: неразрушающий характер контроля; высокая точность определения глубины и

положения арматуры; возможность построения 3D - модели конструкции; выявление скрытых дефектов (трещины, пустоты, расслоения); оперативность проведения обследования. Прибор способен работать с различными материалами — бетон, кирпич, грунт — и обнаруживать как металлические, так и неметаллические объекты. Ограничения метода Несмотря на эффективность, метод имеет ряд ограничений: сложность интерпретации результатов требует высокой квалификации специалиста; снижение точности при высокой влажности или наличии сильных помех; ограниченная глубина исследования (до ~ 1 м); необходимость калибровки для оценки степени коррозии.

Заключение Использование прибора СК - 1700 3D является современным и эффективным методом диагностики железобетонных конструкций. Он позволяет выявлять расположение арматуры и косвенные признаки её коррозии без разрушения объекта. Это особенно важно при обследовании зданий и сооружений, где требуется оперативная и безопасная оценка технического состояния. Внедрение подобных технологий повышает надёжность строительных конструкций, снижает затраты на ремонт и способствует продлению срока их эксплуатации.

© Уваров В.А., 2026

Уваров В.А.

Младший научный сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ),
г. Москва, РФ

ПОИСК ДЕФЕКТОВ В ВИДЕ ПУСТОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОРАДИОЛАКАЦИОННЫМ СКАНИРОВАНИЯ



Рисунок 1 – Бетоноскоп «СК - 1700»

Бетон является одним из наиболее широко используемых строительных материалов благодаря своей прочности, долговечности и универсальности. Однако

в процессе производства, транспортировки и укладки в бетонных конструкциях могут возникать дефекты, среди которых особую опасность представляют пустоты.



Рисунок 2 – Пример дефекта

Они снижают несущую способность конструкции, ухудшают ее долговечность и могут привести к аварийным ситуациям. Современные методы неразрушающего контроля позволяют эффективно выявлять такие дефекты, и одним из наиболее перспективных является георадиолокационное сканирование.

Пустоты в бетонных конструкциях могут возникать по ряду причин: недостаточное уплотнение бетонной смеси; нарушение технологии укладки; расслоение смеси; наличие воздуха или воды в структуре; ошибки при армировании и формировании опалубки. Такие дефекты часто скрыты внутри конструкции и не могут быть обнаружены визуально, что делает необходимым применение специальных методов диагностики.

Принцип георадиолокационного сканирования это метод неразрушающего контроля, основанный на использовании электромагнитных волн высокой частоты. Прибор (георадар) излучает радиоволны в толщу бетона, которые отражаются от границ сред с различными диэлектрическими свойствами. Когда сигнал сталкивается с пустотой (воздушной полостью), происходит резкое изменение диэлектрической проницаемости, что вызывает характерное отражение. Приемник фиксирует возвращенные сигналы, и на их основе формируется изображение внутренней структуры материала.

Георадиолокационное сканирование обладает рядом преимуществ: Неразрушающий характер — не требуется вскрытие конструкции; Оперативность — результаты можно получить в реальном времени; Высокая чувствительность к пустотам, трещинам и неоднородностям; Возможность обследования больших площадей; Безопасность для персонала и окружающей среды.

Несмотря на эффективность, метод имеет и ограничения: снижение точности при высокой влажности бетона; ограниченная глубина проникновения (обычно до 1–2 метров); сложность интерпретации данных без квалифицированного специалиста; влияние арматуры на отражение сигналов.

Полученные георадиолокационные данные отображаются в виде радарограмм. Пустоты обычно проявляются как гиперболические отражения или зоны с аномально низкой плотностью сигнала. Для повышения точности анализа применяются специализированные программные комплексы, позволяющие фильтровать шумы, усиливать полезные сигналы и строить трехмерные модели.

Метод широко применяется в различных областях: обследование мостов и транспортной инфраструктуры; контроль качества бетонных плит и перекрытий; диагностика фундаментов зданий; проверка тоннелей и гидротехнических сооружений; оценка состояния дорожного покрытия.

Георадиолокационное сканирование является эффективным и современным инструментом для выявления пустот в бетонных конструкциях. Оно позволяет своевременно обнаружить скрытые дефекты, оценить их размеры и расположение. Использование данного метода повышает безопасность эксплуатации зданий и сооружений.

© Уваров В.А., 2026

Fedko S. A.

4 - year student

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow,

Galeznik V. D.

4 - year student

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow,

Terekhova Y. Z.

Senior Lecturer with a Higher Education Degree

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A TOOL FOR CYBERCRIME AND CYBER DEFENSE

Abstract: The rapid integration of artificial intelligence (AI) into digital infrastructures has transformed both offensive and defensive practices in cyberspace, making the dual - use character of AI a relevant problem for information security research. The purpose of this article is to provide a comparative analysis of how AI is employed as an instrument of cybercrime and as a means of cyber defense. The study is based on a qualitative review of recent academic publications and reports issued by recognized institutions in the field of cybersecurity. The analysis shows that AI substantially increases the scale, speed, and personalization of attacks, while also enhancing anomaly detection, threat intelligence, and incident response. The main result is that the net effect of AI on cybersecurity is not predetermined and depends on the maturity of governance, the quality of training data, and the presence of qualified human oversight.

Keywords: artificial intelligence, cybersecurity, cybercrime, deepfakes, machine learning, threat detection, AI governance.

Introduction

Contemporary cybersecurity is shaped by the accelerated diffusion of artificial intelligence technologies, including machine learning, deep learning, and large language models. These technologies operate as general - purpose tools whose applicability is determined by the intent of their users, which gives them a pronounced dual - use character. On one side, malicious actors integrate AI into phishing, fraud, malware development, and disinformation campaigns; on the other side, defenders rely on AI for anomaly detection, behavioral analytics, and the automation of incident response [1, 3].

Academic literature increasingly emphasizes that the offensive and defensive uses of AI evolve at different speeds, which creates an asymmetric risk environment. Reports of European and international institutions point to a steady growth of AI - enabled threats and to the parallel adoption of AI - based countermeasures in security operations centers [2, 4]. At the same time, the regulatory framework for trustworthy AI, including the European Union AI Act and the NIST AI Risk Management Framework, is only beginning to address security - related risks in a systematic way [5, 6].

The aim of the present study is to compare the mechanisms, risks, and protective potential of AI in cyberspace and to formulate a balanced assessment of its role. The research tasks include: (1) characterizing the principal forms of AI - enabled cybercrime; (2) describing the principal defensive applications of AI; and (3) identifying the ethical, legal, and technical challenges that determine the effectiveness of AI as a security tool. The methodological basis of the study is qualitative comparative analysis of academic publications and reports of cybersecurity institutions; no original empirical data are collected.

Results and Discussion

1. Artificial Intelligence as an Instrument of Cybercrime

AI lowers the technical threshold of cybercrime and increases the scalability of attacks. Generative language models allow attackers to produce grammatically correct and contextually adapted phishing messages in many languages, which reduces the linguistic markers traditionally used by spam filters and by users themselves. Business email compromise scenarios benefit particularly from such automated text generation, since the credibility of impersonated correspondence is a decisive factor in the success of the attack [2, 3].

Deepfake technologies extend the same logic to audio and video. Synthetic voice cloning has been documented in fraud schemes in which attackers imitate executives in order to authorize fraudulent payments, while manipulated video content is increasingly used in disinformation and reputational attacks. The combination of generative models with publicly available personal data enables highly individualized social engineering, including spear phishing aimed at specific employees of a target organization [1, 2].

On the technical side, AI contributes to the automation of malware. Machine learning can be applied to polymorphic code generation, to the selection of evasion techniques

against signature - based detection, and to the orchestration of large - scale reconnaissance. Adversarial machine learning, in turn, allows attackers to craft inputs that mislead defensive classifiers, for example by evading malware detectors or by poisoning training data used by security models [3, 7]. These developments suggest that AI does not merely amplify existing attack patterns but also creates qualitatively new attack surfaces oriented against AI - based defenses themselves.

2. Artificial Intelligence as an Instrument of Cyber Defense

Defensive applications of AI are concentrated in areas where the volume and velocity of data exceed the capacity of human analysts. Anomaly detection based on unsupervised learning is widely used to identify deviations in network traffic, in user behavior, and in endpoint telemetry. Such systems are particularly valuable against previously unseen attacks, where signature - based methods are ineffective [1, 4].

Threat intelligence platforms increasingly employ natural language processing to aggregate and classify information from open sources, dark - web forums, and vendor advisories. AI - assisted enrichment of indicators of compromise accelerates the work of security operations centers and supports proactive hunting for adversary infrastructure. In incident response, security orchestration, automation, and response (SOAR) tools rely on machine learning to prioritize alerts, to suppress false positives, and to suggest containment actions, which shortens the time between detection and remediation [4, 6].

AI also strengthens user authentication through behavioral biometrics, including keystroke dynamics, mouse movement patterns, and device usage profiles. Such methods provide continuous and risk - adaptive authentication that is more resistant to credential theft than static factors alone. In addition, machine learning models support fraud detection in financial systems by evaluating transactions in real time on the basis of contextual and behavioral features [1, 7].

3. Comparative Analysis: Asymmetry, Ethical and Legal Challenges

A comparative view reveals a structural asymmetry between offensive and defensive uses of AI. Attackers operate under fewer constraints: they may use unlicensed models, ignore data - protection requirements, and tolerate high error rates, since a single successful intrusion is sufficient. Defenders, in contrast, must comply with legal and ethical norms, minimize false positives that disrupt legitimate users, and demonstrate the explainability of automated decisions, particularly when these decisions affect access rights or financial transactions [5, 6].

Ethical and legal challenges include the risk of mass surveillance enabled by powerful behavioral analytics, the opacity of complex models, and the difficulty of attributing liability when an autonomous defensive action causes harm. The European Union AI Act introduces obligations of risk management, transparency, and human oversight for high - risk AI systems, and the NIST AI Risk Management Framework provides a voluntary structure for trustworthy development and deployment of AI [5, 6]. However, the practical implementation of these requirements in cybersecurity products is still uneven, and the global character of cyber threats complicates the harmonization of regulatory regimes.

Technical challenges concern, above all, the integrity of training data and the robustness of models. Data poisoning, model stealing, and adversarial examples threaten the reliability of AI - based defenses, which means that AI cannot be treated as a self - sufficient solution. Effective use of AI in cybersecurity requires layered architectures in which machine learning complements, rather than replaces, classical controls and human expertise [3, 7].

Conclusion

The comparative analysis confirms that artificial intelligence is a dual - use technology whose impact on cybersecurity cannot be reduced to a single direction. As an instrument of cybercrime, AI increases the scale, personalization, and technical sophistication of phishing, fraud, deepfakes, and automated malware, and it generates new categories of attacks targeting machine learning systems themselves. As an instrument of cyber defense, AI substantially improves anomaly detection, threat intelligence, incident response, and user authentication, and it allows security teams to manage a volume of events that would otherwise be unmanageable.

The defensive potential of AI prevails only under specific conditions: the existence of high - quality and protected training data, the application of adversarial - robust models, compliance with emerging regulatory standards such as the EU AI Act and the NIST AI Risk Management Framework, and the preservation of qualified human oversight over critical decisions. In the absence of these conditions, the same technologies that strengthen defenses may amplify systemic risks. Further research should focus on the empirical evaluation of AI - based security tools in operational environments and on the development of standardized benchmarks for adversarial robustness.

References

1. Sarker I. H. AI - driven cybersecurity: an overview, security intelligence modeling and research directions // SN Computer Science. 2021. Vol. 2, № 3. Article 173.
2. Europol. Internet Organised Crime Threat Assessment (IOCTA). The Hague: Europol, 2023. 64 p.
3. Brundage M., Avin S., Clark J. et al. The Malicious Use of Artificial Intelligence: Forecasting, Prevention, and Mitigation. Oxford: Future of Humanity Institute, 2018. 101 p.
4. ENISA. Threat Landscape 2023. Athens: European Union Agency for Cybersecurity, 2023. 159 p.
5. Regulation (EU) 2024 / 1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act) // Official Journal of the European Union. 2024. L series, 12 July 2024.
6. National Institute of Standards and Technology. Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0). Gaithersburg (MD): NIST, 2023. 48 p.
7. Biggio B., Roli F. Wild patterns: ten years after the rise of adversarial machine learning // Pattern Recognition. 2018. Vol. 84. P. 317–331.

© Fedko S. A., 2026., © Galeznik V. V., 2026., © Terekhova Y. Z., 2026.

Черкашин И.Д.

магистрант 2 курса СПбГУ

г. Санкт - Петербург, РФ

Асфондьярова И.В.

к.т.н., доцент ВШСит СПбГУ

г. Санкт - Петербург, РФ

МОНИТОРИНГ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Аннотация

В статье показан анализ опасных факторов, возникающих на предприятии общественного питания, определены контрольные критические точки, показана система мониторинга параметров технологических процессов на примере ресторана с открытой кухней и самообслуживанием.

Ключевые слова

Качество, безопасность, критические контрольные точки, мониторинг.

Cherkashin I.D.

2d year master's student of SPbPU,

St. Petersburg, Russia

Asfondyarova I.V.

PhD, Associate Professor at the Higher School of Service and Trade of SPbPU,

St. Petersburg, Russia

MONITORING TECHNOLOGICAL PROCESSES AT A PUBLIC CATERING ENTERPRISE

Annotation

The article presents an analysis of hazardous factors arising in a public catering establishment, identifies critical control points, and demonstrates a system for monitoring process parameters using the example of a restaurant with an open kitchen and self-service.

Keywords

Quality, safety, critical control points, monitoring.

Система безопасности продукции на предприятиях общественного питания, в том числе и в ресторанах, включает анализ опасных факторов, возникающих в процессе изготовления продукции, определение критических контрольных точек, мониторинг параметров технологических процессов и документационное сопровождение

К опасным факторам относят риски, которые могут возникнуть при выпуске пищевой продукции на предприятии общественного питания. Риски подразделяют на физические, химические и микробиологические.

Физические риски представляют собой посторонние предметы, способные случайно попасть в пищевую продукцию на любом этапе технологического процесса. Источниками физических загрязнений выступают оборудование, инвентарь, упаковочные материалы, персонал, а также сырьё, поставляемое с дефектами. Наличие физических частиц в готовом блюде приводит к механическим травмам полости рта, пищевода, желудочно - кишечного тракта, повреждению зубов или удушью.

Физические риски минимизируются программой предварительных условий, включающей график замены инвентаря, обязательный предсменный осмотр инструментов, использование металлодетекторов на выходе фарша и магнитных сепараторов для муки и сахарной пудры. Все случаи обнаружения физического включения в блюде должны регистрироваться в журнале несоответствий с последующим корректирующим действием. Не реже одного раза в полугодие необходимо проводить внеплановый инструктаж для всех поваров о правилах предотвращения физического загрязнения, с демонстрацией извлечённых из продуктов посторонних предметов и разбором причин их попадания [1].

Химические риски возникают при попадании в пищевую продукцию токсичных веществ, способных вызвать острое или хроническое отравление. Источники химического загрязнения делятся на три основные группы: остатки моющих и дезинфицирующих средств, миграция вредных веществ из материалов оборудования и упаковки, а также природные токсины и контаминанты, содержащиеся в сырье.

Микробиологические риски занимают ведущее место среди опасных факторов на предприятии общественного питания ввиду высокой вероятности роста патогенных микроорганизмов и продукции микробных токсинов. Источниками патогенных микроорганизмов могут служить: сырое сырьё, руки персонала, оборудование, воздух производственных помещений, а также готовые блюда, выдержанные при нарушении температурного режима. Основные патогены включают бактерии (*Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Campylobacter jejuni*), вирусы (норовирус, гепатит А), простейшие (*Giardia*, *Cryptosporidium*) и плесневые грибы [2].

Критические контрольные точки представляют собой этапы технологического процесса, на которых возможно применение управляющих воздействий для предотвращения, устранения или снижения до приемлемого уровня опасного фактора. Отсутствие контроля в критической точке ведёт к выпуску продукции, представляющей неприемлемый риск для здоровья потребителя [3].

Так, например, для ресторанов можно определить ККТ на основе анализа опасных факторов (физических, химических, микробиологических) с применением логической схемы «дерева решений». Каждой критической точке установлены

критические пределы – значения контролируемого параметра, разделяющие допустимый и недопустимый уровни безопасности.

Рассмотрим ККТ на примере ресторана с открытой кухней и самообслуживанием (см. таблицу 1).

Таблица 1 – ККТ в ресторане (разработано автором)

ККТ	Наименование ККТ	Параметры ККТ
Первая ККТ	Приёмка сырья	Определяет допустимость дальнейшего использования продуктов. Поступление мяса и рыбы с температурой вне диапазона от -2°C до +2°C, а птицы с температурой выше +2°C указывает на нарушение холодильной цепи. Даже при внешне нормальных органолептических показателях такое сырьё бракуется или возвращается поставщику. Критический предел по температуре фиксируется при приёмке. Дополнительно проверяется соответствие данных электронной ветеринарной справки в ФГИС «Меркурий» информации на этикетке; при расхождении сведений товар не принимается. Для яйца критическим пределом служит целостность скорлупы, наличие маркировки и подтверждение первичной обработки поставщиком
Вторая ККТ	Хранение продуктов в холодильных камерах	Превышение верхнего предела +6°C даже на короткое время (более 30 минут) ведёт к росту <i>Listeria monocytogenes</i> на поверхности охлаждённых мясных и рыбных полуфабрикатов. Нижний предел +2°C не допускает подмораживания овощей и зелени, при котором разрушаются клеточные стенки, и продукт после размораживания становится питательной средой для бактерий. Дважды в смену показания термометров фиксируются в журнале температурного режима. При выходе температуры за критический предел всё содержимое камеры проверяется органолептически, при подозрении на порчу проводится лабораторный контроль
Третья ККТ	Работа посудомоечной	Критический предел температуры на цикле ополаскивания (не ниже 80°C) обеспечивает

	машины	термическую дезинфекцию, уничтожающую вегетативные формы бактерий. Температура мойки ниже 60°C не обеспечивает растворение жиров и удаление органических остатков, что ведёт к образованию биоплёнок. Концентрация моющего средства устанавливается дозирующим устройством и контролируется согласно инструкции производителя. При любом нарушении критического предела посуда направляется на повторную мойку, а машина останавливается до выяснения причин.
Четвёртая ККТ	Тепловая обработка	Критический предел для куриного мяса 74°C в центре продукта выбран по данным ВОЗ: при нагреве до указанной температуры происходит 7 - логарифмическое снижение Salmonella и Campylobacter. Для говяжьих стейков допустима температура 63°C с выдержкой 3 минуты благодаря меньшей внутренней контаминации плотной мышечной ткани. Для рубленых изделий (котлеты, тефтели) критический предел такой же, как для птицы – 74°C, поскольку при измельчении микроорганизмы с поверхности распределяются по всему объёму. Каждая партия контролируется щуповым термометром с погрешностью не более ±0,5°C. Не доведение до критической температуры влечёт повторную прожарку либо браковку партии
Пятая ККТ	Самообслуживание через прилавок раздачи	Критический предел 65°C для горячих блюд поддерживается мармитами с водяной баней или инфракрасными лампами. Температура ниже 65°C попадает в зону опасного диапазона 6–60°C, где бактерии размножаются с максимальной скоростью. Для холодных блюд (салаты, нарезки, десерты) критический предел 6°C обеспечивается охлаждаемыми витринами. Превышение предела более чем на 30 минут требует снятия блюда с раздачи и браковки. Контроль осуществляется каждые 60 минут с

		записью в журнале прилавка раздачи. Показания термометра сравниваются с критическими пределами немедленно; при выходе за пределы включается резервное холодильное оборудование.
Шестая ККТ	Охлаждение горячих блюд	Критический предел времени охлаждения от 60°C до 21°C составляет 2 часа. Задержка в зоне 60–21°C наиболее опасна для <i>Bacillus cereus</i> , споры прорастают и продуцируют энтеротоксин. Последующее охлаждение от 21°C до 5°C должно занимать не более 4 часов, суммарно не более 6 часов. Превышение любого из временных пределов требует немедленной браковки блюда, поскольку токсин может сохраняться даже после повторного нагрева. В журнале охлаждения фиксируются время начала охлаждения, температура каждые 30 минут, время достижения 5°C.
Седьмая ККТ	Разделка и предотвращение перекрёстного загрязнения	Критическим пределом служит полное разделение потоков сырых и готовых продуктов по цветовым зонам: красные доски и ножи — для сырого мяса, жёлтые — для птицы, синие — для сырой рыбы, зелёные — для овощей, коричневые — для готового мяса. Физический предел — отсутствие видимых порезов, царапин, сколов на поверхности досок. Наличие повреждённой доски автоматически переводит точку в недопустимое состояние, так как в бороздах накапливаются органические остатки и формируются биоплёнки, устойчивые к мойке. Ежедневно перед началом смены шеф-повар проверяет каждую доску. Любое нарушение цветовой маркировки в процессе работы фиксируется и немедленно исправляется
Восьмая ККТ	Фритюрная жарка	Имеет химический критический предел: содержание полярных соединений не выше 24 %. При превышении указанного значения масло начинает выделять акролеин и другие канцерогены. Физический предел —

			<p>температура не выше 175°C, поскольку при 180–200°C резко ускоряются реакции полимеризации и гидролиза. Контроль осуществляется тест - полосками в начале каждой смены. Дополнительно фиксируется количество циклов жарки: после 7–10 циклов масло заменяется даже при удовлетворительных показателях теста. Фритюрница снабжена термостатом, блокирующим нагрев выше установленного предела.</p>
Девятая ККТ	блюда термической обработки	без	<p>Критический предел времени от заправки до подачи составляет 1 час. После заправки салатов соусом начинается активный рост микрофлоры, поскольку среда становится влажной и питательной. Промывка овощей должна завершаться дезинфицирующим раствором (обычно на основе молочной или лимонной кислоты) с последующим ополаскиванием питьевой водой. Персонал обязан использовать одноразовые перчатки, которые меняются каждый час или после контакта с посторонними предметами. Нарушение любого из критических пределов ведёт к снятию салата с реализации.</p>
Десятая ККТ	обращение яйцом	с	<p>Критический предел включает использование яйца, уже прошедшего первичную обработку у поставщика, и его дополнительное промывание в отдельной промаркированной ёмкости с рабочим дезинфицирующим раствором перед использованием. Четырёхсекционная мойка на предприятии не применяется. После обработки яйцо используется в день обработки и хранится при температуре от +2°C до +6°C. Любое яйцо с трещиной скорлупы бракуется полностью, поскольку бактерии могут проникнуть внутрь. Запись в журнале обработки яйца подтверждает соблюдение критических пределов.</p>

Каждая ККТ обеспечена измерительным оборудованием (термометры, тест - полоски, хронометры, рН - метры), проходящим регулярную поверку. Ответственность за контроль ключевых точек закреплена за шеф - поваром: он контролирует приёмку сырья, тепловую обработку, прилавок раздачи, охлаждение готовых блюд и блюда без термической обработки. Посудомойщик и уборщица отвечают за выполнение операций ККТ - 3, повар фритюра — за ККТ - 8, при этом итоговый контроль записей выполняет шеф - повар. При выходе контролируемого параметра за критический предел незамедлительно выполняются корректирующие действия: браковка сырья, повторная тепловая обработка, остановка рабочей зоны, промывка и дезинфекция оборудования. Все случаи выхода за пределы регистрируются в журнале несоответствий с указанием причины, корректирующих действий и подписи ответственного лица.

В качестве мониторинга критических контрольных точек можно предложить «дерево решений» на основе логического аппарата Система охватывает десять критических точек, описанных выше. Каждая точка снабжена методами контроля, периодичностью измерений, ответственным лицом и документальной фиксацией. Применение древа решений позволило для каждой ККТ выбрать оптимальный тип контроля: непрерывный (автоматический), дискретный (периодический) или комбинированный [4].

Графическая схема выбора системы мониторинга для каждой критической контрольной точки представлена на рисунке 1.

Система мониторинга по ККТ1 (приёмка сырья) основана на дискретном контроле каждой партии. Дерево решений показало отрицательный ответ на вопрос о непрерывном измерении, поскольку партия поступает одномоментно. Мониторинг включает измерение температуры щуповым термометром, визуальный осмотр органолептических показателей и проверку соответствия данных электронной ветеринарной справки в ФГИС «Меркурий» информации на этикетке. Периодичность контроля — каждая партия при поступлении. Ответственное лицо — шеф - повар. Документ фиксации — лист приёмки сырья или электронный чек - лист приёмки.

Мониторинг ККТ - 2 (холодильные камеры) организован как непрерывный автоматический с дублирующим дискретным контролем. Электронные терморегистраторы с записью каждые 15 минут позволяют отслеживать температуру в реальном времени. При выходе температуры за диапазон от +2°C до +6°C система подаёт звуковой сигнал на пост шеф - повара. Дополнительно дважды в смену показания снимаются вручную и заносятся в журнал температурного режима. Нарушение критического предела влечёт немедленную проверку всего содержимого камеры.

Мониторинг ККТ - 3 (посудомоечная машина) выполняется непрерывно - дискретным методом. Температура мойки и ополаскивания контролируется каждый цикл по показаниям термометров машины.

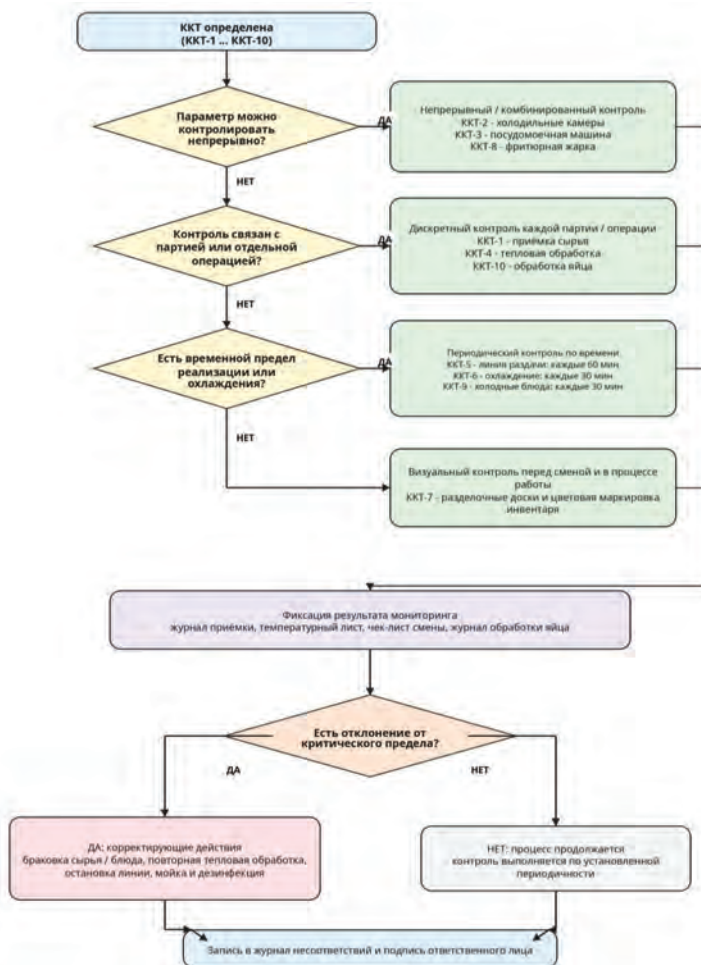


Рисунок 1. Древо решений выбора системы мониторинга ККТ (разработано автором)

Дозирование моющего средства проверяется согласно инструкции производителя и программе производственного контроля. Работа машины при температуре ополаскивания ниже 80°C не допускается. Каждый случай отклонения требует повторной мойки всей партии посуды.

Мониторинг ККТ - 4 (тепловая обработка) выбран дискретным выборочным методом. Для каждой партии измеряется температура щуповым термометром в центре самого толстого участка продукта. Контрольная выборка составляет не менее двух единиц для малых партий и 5 % для партий более 50 штук. Фиксация результатов производится в листе температурного контроля готовых блюд с указанием времени измерения, значения температуры и подписи повара.

Мониторинг ККТ5 (прилавок раздачи) организован как дискретный периодический контроль каждые 60 минут. Выносным термометром измеряется температура каждого блюда, находящегося на прилавке. Для горячих блюд критический предел составляет 65°C, для холодных — 6°C. Превышение предела более чем на 30 минут требует снятия блюда с реализации. Результаты заносятся в журнал температурного режима прилавка раздачи с почасовой разбивкой.

Мониторинг ККТ - 6 (охлаждение готовых блюд) выполняется полуавтоматическим дискретным методом с запуском таймера. Таймер запускается в момент постановки горячего блюда в холодильник. Первый замер температуры производится через 30 минут, затем каждые 30 минут до достижения 21°C. После достижения 21°C замеры продолжают до 5°C с той же периодичностью. Критические пределы времени: 2 часа до 21°C, 4 часа до 5°C. Превышение любого предела ведёт к браковке блюда.

Мониторинг ККТ7 (разделочные доски) осуществляется визуальным дискретным методом. Перед каждой сменой шеф - повар осматривает каждую доску на наличие порезов, царапин и сколов. Доски с повреждениями глубиной более 1 мм выводятся из эксплуатации. В процессе работы повара контролируют цветовую маркировку: красный — сырое мясо, жёлтый — птица, синий — сырая рыба, зелёный — овощи, коричневый — готовое мясо, белый — молочные продукты и яйца, фиолетовый — аллергены.

Мониторинг ККТ - 8 (фритюрная жарка) построен как непрерывный приборный контроль температуры с дискретным дополнением. Термостат фритюрницы поддерживает температуру не выше 175°C и автоматически отключает ТЭНы при превышении. Каждую смену повар проводит тест - полосками контроль полярных соединений. При показателе 24 % и выше масло подлежит замене. Дополнительно ведётся счётчик циклов жарки: после 7–10 циклов масло заменяется даже при удовлетворительных тестах.

Мониторинг ККТ9 (холодные блюда без термической обработки) выполняется через Заборный журнал. В журнал вносится наименование блюда, количество порций, время выкладки на прилавок, время снятия с реализации и подпись ответственного сотрудника. По данным Заборного журнала контролируется срок реализации холодных блюд: при превышении предела в 1 час блюдо снимается с прилавка и утилизируется. Дополнительно контролируется использование одноразовых перчаток и санитарное состояние рук.

Мониторинг ККТ - 10 (обработка яйца) осуществляется визуально - измерительным методом со 100 % охватом продукции. Каждое яйцо осматривается на овоскопе или при ярком освещении для выявления трещин скорлупы. Температура хранения яйца контролируется ежедневной записью в журнале. Дезинфицирующий раствор готовится и применяется строго по инструкции, с фиксацией приготовления свежего раствора. Яйца с повреждённой скорлупой бракуются полностью.

Таким образом, система мониторинга, построенная на основе древа решений, определяет для каждой ККТ оптимальный тип контроля. Для холодильных камер предусмотрен непрерывный автоматический мониторинг с дублирующим ручным контролем. Для посудомоечной машины используется непрерывно - дискретный метод. Для тепловой обработки применяется выборочный дискретный метод. Для

повышения устойчивости системы рекомендуется закрепить перечень средств измерения, порядок поверки оборудования, обучение персонала и регулярную проверку журналов мониторинга.

Документацию о критических пределах каждой контрольной точки необходимо оформлять в виде отдельных листов утверждения или включать в рабочие инструкции сотрудников. Документ должен содержать обоснование выбранного критического предела со ссылкой на нормативные документы или результаты валидационных исследований. Критические пределы устанавливаются в числовом, временном или качественном выражении в зависимости от контролируемого параметра [5].

Список использованной литературы:

1. Что такое ХАССП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://garantx.ru/haccp/что-такое-haccp/>, свободный. – (дата обращения: 25.05.2026).

2. Безопасность пищевых продуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>, свободный (дата обращения: 25.05.2026).

3. Что такое критическая контрольная точка в системе ХАССП? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vestalink.ru/tpost/s7pef1kiy1-что-такое-критическая-контрольная-точка>, свободный (дата обращения: 25.05.2026).

4. Метод «Дерева принятия решений». Понятие критической контрольной точки и критических пределов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/2865179/page:15/>, свободный (дата обращения: 25.05.2026).

5. Принцип ХАССП №3: Определение критических пределов для ККТ при разработке процедур ХАССП для предприятия общественного питания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://haccp-likbez.ru/kriticheskie-predely-kkt>, свободный (дата обращения: 25.05.2026).

© Черкашин И.Д., Асфондырова И.В., 2026

Чернухин Ю.В.

канд. техн. наук, доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА»
г. Воронеж, РФ

Востриков В.С.

курсант
ВУНЦ ВВС «ВВА»
г. Воронеж, РФ

МОДЕРНИЗАЦИЯ МУФТЫ С РЕГУЛИРУЕМЫМ КРУТЯЩИМ МОМЕНТОМ

Аннотация

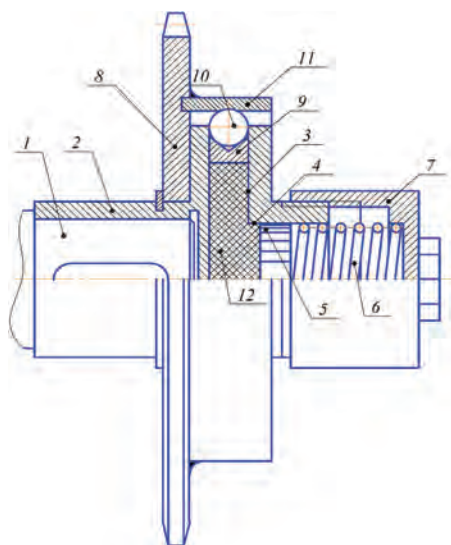
Предложена оригинальная модернизация конструкция муфты с оперативным изменением величины передаваемого крутящего момента.

Ключевые слова

Муфта, передаваемый момент, оперативность регулирования момента.

Предохранительные муфты являются одними из наиболее распространенных узлов, являющимся надежной защитой машин и механизмов, которые эксплуатируются в условиях технологических процессов с кратковременными повышениями нагрузки.

В настоящее время широкое распространение получила шариковая муфта, в корпусе ведущей полумуфты которой выполнены четыре радиально цилиндрических отверстия 3 и центральное отверстие 4. В нем установлен подпружиненный поршень 5, жестко связанный с накидной гайкой 7. Радиально цилиндрические отверстия 3 и частично центральное отверстие 4 заполнены упругим пластичным материалом 12. В результате поступательного движения поршня 5, вследствие вращения гайки 7, происходит упругая деформация материала 8, в результате чего усилие передается на каждый из четырех ползун 9, который перемещает шарики 10, обеспечивая номинальное давление на кольцевую обечайку 11 ведомой звездочки 8.



- 1 – вал;
- 2 – ведущая полумуфта;
- 3 – радиально цилиндрическое отверстие;
- 4 – центральное отверстие;
- 5 – поршень;
- 6 – пружина;
- 7 – накидная гайка;
- 8 – ведомая звездочка;
- 9 – ползун;
- 10 – шарик;
- 11 – кольцевая обечайка;
- 12 –упругий материал.

Рисунок 1. Муфта исходная

При превышении номинального значения момента сопротивления на звездочке 11 она останавливается, а шарики 10 с ползунами 9 перемещаются к оси муфты, обеспечивая свободное вращение звездочки 12. Регулировка усилия пружины 6 на заданный предельный крутящий момент осуществляется гайкой 7.

Существенным недостатком муфты является использование в ней упругого пластичного материала, который с течением времени и под действием внешних факторов теряет свои упругие свойства, в результате чего ее защитное

срабатывание происходит при значениях крутящего момента ниже номинальных значений.

Главной целью настоящего исследования был поиск технических решений, позволяющих повысить надежность передаваемого крутящего момента.

Результатом целенаправленной работы является муфта, конструкция которой представлена на рисунке 2.

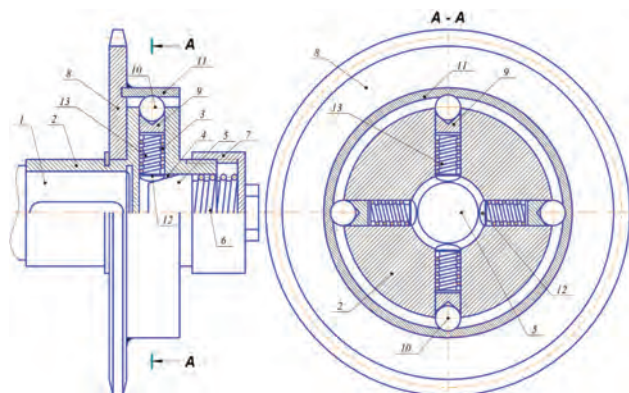


Рисунок 2. Муфта предлагаемая

Обозначения 1 - 11 по рисунку 1.

12 – грибовидный толкатель; 13 – пружина толкателя.

Усовершенствованной муфты заключается в следующем. В радиально цилиндрическое отверстие, которое ранее было заполнено упругим материалом, помещен грибовидный толкатель 12, упирающийся одним концом в ползун 9, а другим в поршень 5, имеющий форму усеченного конуса (ранее была цилиндрическая). Для более надежного контакта толкателя с поршнем 5 и ползуном 9 установлена пружина 13. Номинальное значение крутящего момента устанавливается за счет осевого смещения конусообразного поршня 9, посредством вращения накидной гайки 7.

Основные получаемые преимущества:

- 1) компактность, простота и технологичность в изготовлении,
- 2) надежность и долговечность в эксплуатации,
- 3) возможность оперативного изменения величины передаваемого крутящего момента.

По материалам исследований подана заявка на полезную модель.

Список использованной литературы:

1. Руднев С.Г. Муфты. Конструкция и расчет: учебное пособие для ВО / С.Г. Руднев, В.М. Погосян, А.Л. Мечкало. –Санкт - Петербург: Лань, 2020. –108 с.

© Чернухин Ю.В., Востриков В.В. 2026

Гребенникова Н.М.

к.т.н., доцент

Тамбовский государственный технический университет

Тамбов

Чупахин И.А.

студент

Тамбовский государственный технический университет

Тамбов

Любавина М.А.

студент

Тамбовский государственный технический университет

Тамбов

ЦИФРОВОЙ ПОМОЩНИК ДЛЯ ГЛАЗ

Аннотация: Приложения для зрительной гимнастики является актуальным вопросом нагрузки глаз при необходимой работе с мобильными гаджетами, такие как: телефон, планшет.

Ключевые слова: приложение, упражнения, глаза, учеба, гимнастика.

Grebennikova N.M.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Tambov State Technical University

Tambov

Chupakhin I.A.

Student

Tambov State Technical University

Tambov

Lyubavina M.A.

Student

Tambov State Technical University

Tambov

DIGITAL ASSISTANT FOR THE EYES

Abstract: Applications for visual gymnastics is a relevant issue of eye load when necessary work with mobile gadgets, such as: phone, tablet.

Keywords: application, exercises, eyes, study, gymnastics.

В условиях современного цифрового общества проблема нагрузки на органы зрения приобретает особую остроту - люди всех возрастов ежедневно проводят значительное время перед экранами мобильных устройств, таких как смартфоны и

планшеты. В связи с этим разработка специализированных приложений для зрительной гимнастики становится не просто полезной инициативой, а насущной необходимостью, способной помочь в профилактике нарушений зрения [1].

Для реализации такого проекта была применена технология ZERO CODE - подход к созданию цифровых продуктов, который исключает необходимость написания кода и опирается на интуитивно понятный графический интерфейс. Конкретным инструментом разработки выступил сервис GLIDE.

Созданное приложение имеет продуманную структуру, объединяющую несколько взаимосвязанных блоков. Во-первых, пользователь может выбрать комплекс упражнений на текущий день. Во-вторых, для каждого задания предусмотрено подробное описание - оно помогает разобраться в технике выполнения и избежать ошибок. В-третьих, встроен модуль расписания с указанием конкретных временных промежутков для занятий, что дисциплинирует и помогает выработать полезную привычку.

Процесс разработки стартовал с формирования единой таблицы, содержащей три рабочих листа. Каждый из них был соотнесён с одним из нижних ярлыков будущего приложения [2], что задавало чёткую логику организации данных. После этого началась фаза наполнения контента. В разделе «Расписание» были зафиксированы оптимальные временные интервалы для выполнения гимнастики. Раздел «Упражнения» содержит полный перечень заданий, включённых в расписание, с исчерпывающими инструкциями по их выполнению. Здесь же реализована удобная функция «Добавить в избранное»: она позволяет пользователю отметить наиболее комфортные и эффективные упражнения, чтобы в дальнейшем формировать индивидуальные комплексы на основе личных предпочтений.

Дополнительно приложение поддерживает динамическую смену темы оформления: оно автоматически синхронизируется с системными настройками устройства. Если на гаджете активирован светлый режим, интерфейс приложения примет соответствующую цветовую схему; при переключении на тёмную тему оформление также изменится, обеспечивая зрительный комфорт в любых условиях освещения [3].

В перспективе планируется расширение функционала за счёт внедрения системы уведомлений. Такие напоминания будут своевременно оповещать пользователя о необходимости выполнить гимнастику, помогая не пропускать сеансы и поддерживать регулярность занятий.

Список литературы:

1. Плетнева А. О., Янчус В. Э. Разработка методики тестирования мобильного приложения на основе технологии ай - трекинга // Программные системы и вычислительные методы. – 2025. – №. 1. – С. 92 - 105.
2. Соколова В. В. Разработка мобильных приложений. – 2014.
3. Бойко Е. А. Упражнения для глаз. – РИПОЛ классик, 2011.

© Гребенникова Н.М., Чупахин И.А., Любавина М.А., 2026

Шаврин А.Н.

Московский университет имени С.Ю. Витте

Научный руководитель: Блощук А.А.

Кандидат технических наук

Московский университет имени С.Ю. Витте

ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СЕТЬ

Аннотация

Данная статья посвящена разработке высокоскоростной региональной информационной сети. Функционирование подобной сети требует современных технологий информационной связи для оптимизации рабочих процессов и улучшения качества обслуживания абонентов.

В рамках работы проводится анализ требований к параметрам сети и устанавливаются ее основные функциональные и технические характеристики, учитывающие специфику региона, его ландшафт и загруженность сети.

Ключевые слова

Структурированные кабельные системы, частотно - территориальное планирование, базовая станция, мобильная связь, LTE

Введение

С момента возникновения идеи о создании системы частотно - территориального планирования для сотовой связи началось активное развитие радиотелефонной связи. В 1980 - х годах появились первые коммерческие системы сотовой связи первого поколения, использующие аналоговую частотную модуляцию. С развитием цифровых технологий были созданы новые поколения сотовой связи: от 2G (1992 года) до 4G (2010 года) и 5G.

5G стандарты пока не установлены, и самым распространенным стандартом является 4G: LTE - Advanced или Wireless MAN - Advanced. Данные сети обеспечивают скорость подключения до 1,4 Гбит / с для стационарных абонентов и выше 100 Мбит / с для передвигающихся, что вполне удовлетворяет потребности пользователей. Поэтому в данной работе именно технологии этого стандарта будут использоваться для проектирования сети связи.

Поскольку большую часть доходов приносит мобильный интернет, в развитии систем мобильной связи заинтересованы как пользователи, так и операторы. Более того мобильная связь упрощает и ускоряет процесс прокладки кабеля, поэтому для удаленных от крупных развитых городов областей наиболее целесообразным является проектирование мобильной системы связи, которая будет обеспечивать высокоскоростной доступ в интернет для населения и привлекать новых абонентов операторам.

Планирование сетей связи LTE, обзор ее основных параметров и архитектура.

Частотно - территориальное планирование – это неотъемлемый элемент эволюции системы мобильной связи. ЧТП является таковым, так как численность населения постоянно растет и вместе с этим увеличивается количество абонентов,

что требует большего доступа к сетям связи, повышая необходимость рационального использования частотных ресурсов. Благодаря ЧТП возможно оптимизировать частотное использование, а также избежать неэффективное дублирование ресурсов сети, что в свою очередь способствует эффективному использованию капитальных затрат.

Проведение частотно - территориального планирования является важным стратегическим решением для операторов сотовой связи, поскольку оно позволяет им проводить оптимизацию сети и сокращать затраты на обслуживание, а также повышать качество предоставляемых услуг для конечных пользователей.

Long - Term Evolution – это стандарт мобильной связи, который является развитием сети 3G. LTE обеспечивает более высокую скорость передачи данных, меньшую задержку и увеличенную емкость сети для поддержки широкого спектра мобильных приложений и услуг.

Сама LTE сеть – это набор БС, в котором БС, расположенные рядом соединены интерфейсом. Они в свою очередь применяются для хэндоверов станций абонентов между соседними БС, при балансировке нагрузки в том числе. Сами интерфейсы являются логически, так как чтобы они работали нет необходимости в реальном физическом соединении между БС. БС подключены к сетевому ядру с помощью интерфейса передачи команд управления; в ядро также входят обслуживающие шлюзы, которые содержат программное обеспечение управления сетью.

LTE является эволюцией предыдущих поколений сетей (2G - 3G). Однако, отличительной особенностью данного стандарта связи является основное взаимодействие между двумя ключевыми узлами: базовой станцией (eNodeB), которая выполняет традиционные функции контроллера радиосети, и блоком управления мобильностью (Mobility Management Entity, MME). Дополнительным компонентом в составе MME является сетевой шлюз (Gateway, GW). Практически все функции сети LTE осуществляются взаимодействием между этими узлами.

Определение зон, где связь должна работать на требуемом уровне качества и надежности, является неотъемлемой частью планирования сети. При планировании радиосвязи необходимо решать вопросы, связанные с определением дальности связи при различных условиях и оценкой потерь сигнала при распространении. Поскольку параметры связи между базовыми и абонентскими станциями постоянно меняются, для решения этой задачи используются статистические методы. Самыми распространенными моделями, используемыми для расчета зон покрытия являются Okamura, Hata, и COST231 - Hata.

Модель Hata основана на экспериментальных данных модели Okamura и является эмпирической моделью, основанной на графических данных о потерях, полученных в результате измерений ослабления сигнала в городских условиях. Эта модель применяется для диапазона таких часто, как

150 - 1500 МГц, протяженности трассы 1 - 20 км и высот базовых и абонентских станций соответственно 30 - 200 м и 1 - 10 м.

Модель COST231 - Hata является улучшенной версией модели Hata. Ее отличие заключается в том, что она позволяет расчет затухания сигнала в другом частотном диапазоне (1,5 - 2 ГГц).

Учитывая технические характеристики оборудования для радиодоступа и его возможность поддержки более ранних стандартов мобильной связи, было выбрано оборудование компании Huawei Technologies, а именно БС "DBS3900".

«DBS3900» состоит из двух блоков: BBU – блока обработки базовых частот и RRU – выносного радиочастотного блока. Они соединены между собой посредством оптоволоконных кабелей через интерфейс CommonPublicRadioInterface (CPRI), что позволяет реализовать распределенную базовую станцию.

Заключение

Был проведен анализ требований к параметрам сети, также были установлены ее основные функциональные и технические характеристики. Были исследованы основные параметры стандарта связи, который используется в проекте. После изучив рынок производителей радиооборудования, был выбран продукт компании Huawei Technologies. Этот продукт имеет ряд преимуществ перед аналогичными предложениями: он экономически эффективен, обладает высокими техническими характеристиками и удобен в развёртывании.

Список литературы

1. Системы мобильной связи: учебное пособие для вузов / Н. Н. Буснюк, Г. И. Мельянец – 2 - е изд., стер. – Санкт - Петербург: Лань, 2023. – 128 с.
2. Мобильная радиосвязь: частотно - территориальное планирование и внутри системная электромагнитная совместимость: Учебное наглядное пособие для лекционных и практически занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей / С.М. Мелихов. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2023. – 21 с.
3. Архитектура сетей 5G: статья / И. С. Каретников // Инновации. Наука. Образование. – 2020. – № 12. – С. 390 - 394.
4. Инфокоммуникационные системы. Аппаратное обеспечение: учебник для вузов / А. Е. Журавлев, А. В. Макшанов, А. В. Иванищев. – 2 - е изд., стер. – Санкт - Петербург: Лань, 2021. – 392 с.
5. Evolution of multiple - access networks - cellular and non - cellular - in historical perspective. Part 4 / A. M. Sergeev, N. Sh. Blaunstein // Information and Control Systems. – 2019. – No. 1(98). – С. 65 - 75.

Шаврин А.Н., Московский университет имени С.Ю. Витте
Научный руководитель: Блощук А.А. Кандидат технических наук
 Московский университет имени С.Ю. Витте

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ НАСТРОЙКЕ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Аннотация

В данной статье рассмотрены проблемы в управлении разработкой программного средства для обучения студентов настройке беспроводных систем, в ходе исследования были выявлены основные пожелания сотрудников, задействованных в бизнес - процессе, а также пожелания конечных пользователей, на основе научных публикаций были выявлены уже существующие на рынке готовые решения, применяемые в ходе автоматизации.

Ключевые слова

Python, управление, автоматизация, разработка, беспроводные сети

Введение

В современных реалиях вопрос обучения студентов построению беспроводных сетей и работы с ними является крайне актуальным. Причин для этого несколько. Несмотря на имеющиеся у разработчиков инструменты, зачастую не существует единой системы разработки. Средства автоматизации, единая информационная модель и система контроля версий позволяют ускорить разработку и релиз продукта на рынок. Более того многие компании покинули российский рынок, и вопрос разработки российских платформ, которые могли бы выступить аналогами в ходе обучения и преподавательской деятельности, стоит как никогда актуально.

Цель данной работы провести анализ требований разработчиков и конечных пользователей к программному обеспечению и изучить уже имеющиеся на рынке решения по автоматизации, которые могут пригодиться при разработке.

Анализ потребностей сотрудников, задействованных в бизнес – процессе

Таблица 1 – Потребности сотрудников

Сотрудник	Проблема	Пожелание
Преподаватель - разработчик	Ручная сборка и тестирование	Автоматические тесты
Преподаватель - методист	Непрозрачность статуса задач	Дашборд с видимостью процесса
Тестировщик	Отсутствие формальных тестов	Автоматизированные регрессионные тесты
Лаборант	Ручное копирование версий	Централизованное хранилище и автообновление

Анализ потребностей сотрудников, задействованных в бизнес - процессе, показал, что все категории пользователей испытывают значительные затруднения,

связанные с ручным характером операций, отсутствием прозрачности процесса и низкой степенью автоматизации проверки качества. Наиболее критичными являются потребности:

- В автоматизации сборки и тестирования (для преподавателя - разработчика и тестировщика)
- В обеспечении видимости статуса изменений (для методиста)
- В централизованном управлении версиями и развёртывании (для лаборанта)

Удовлетворение данных потребностей возможно только путём внедрения автоматизированной системы управления разработкой, включающей инструменты непрерывной интеграции (CI), автоматического тестирования и отслеживания требований. Эти требования будут учтены при проектировании модели TO - BE и выборе средств автоматизации.

Анализ потребностей конечного пользователя на основе литературы и интернет - источников

В работе, выполненной в Университете ИТМО, рассматривается проблема временных затрат преподавателей на исправление ошибок в студенческих работах. Лузин и Зинченко утверждают, что «автоматизация проверки таких ошибок станет решением этой проблемы», а «внедрение подобной системы должно повысить эффективность проведения занятий, что сделает обучение студентов более структурированным и продуктивным». Результаты тестового запуска платформы подтвердили «повышение эффективности проведения занятий с её использованием». [1]

В своей статье автор говорит о том, что несмотря на необходимость ручной настройки сети в качестве этапа обучения и ознакомления, в современных сетях так или иначе используются различные методы автоматизации, так как ввод команд вручную в командную строку сопровождается ошибками, а также занимает много времени. Трошин перечисляет уже существующие методы для более быстрого конфигурирования сети, такие как: Ansible, Salt и Puppet. Автор делает вывод как о необходимости практического знакомства студентов с основами автоматического конфигурирования сетевых устройств, так и о применении их при обучении в целом. [2]

Исходя из данных публикаций можно сделать следующие выводы: вопрос автоматизации обучения является актуальным, авторы сходятся во мнении об уменьшении временных затрат, более того предлагают уже существующие системы автоматизации.

Обзор интернет - публикаций по автоматизации бизнес - процесса «разработка ПО для обучения настройки беспроводных сетей»

В условиях современных реалий также встает вопрос и о доступности программных средств. Обучение сетям как правило проходило в симуляционном пакете от Cisco – Packet Tracer, который предоставлял функционал по моделированию и анализ сетевых процессов.

В статье «Использование отечественного оборудования в курсе “Компьютерные сети”» автор затрагивает вышеуказанную проблему немного в ином ключе, а именно с точки зрения аппаратного обеспечения, что также необходимо учитывать при обучении сетям.

Рассуждая конкретно о беспроводных сетях, автор статьи предлагает использовать маршрутизаторы компании Eltex и QTECH отечественного производства.

Заключение

На основе анализа потребностей пользователей и обзора публикаций можно сделать вывод, что процесса автоматизации разработки программного средства для обучения студентов беспроводным сетям должен быть направлен на замену инженерных инструментов в случае необходимости, а также на создание единого управленческого контура. Разрабатываемая система должна обеспечивать ролевой доступ, целостность данных, поддержку процессов контроля качества и формирования отчетности, что выражено в потребностях сотрудников.

Список литературы

1 Лузин Б.Е., Зинченко А.А. (науч. рук. Балакшин П.В.) Применение *ci / cd* в области автоматизации образовательных процессов // Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание. – СПб: Университет ИТМО, [2025]. URL: <https://kmu.itmo.ru/digests/article/15950>

2 Трошин, А. В. Необходимость обучения студентов основам автоматизации конфигурирования сетевых устройств / А. В. Трошин // Актуальные проблемы высшего образования в области инфокоммуникационных технологий: Материалы XIII Российской научно - методической конференции, Самара, 25–28 февраля 2025 года. – Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2025. – С. 145 - 146. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=82115060>

3 Трошин, А. В. Использование отечественного оборудования в курсе "Компьютерные сети" / А. В. Трошин // Актуальные проблемы высшего образования в области инфокоммуникационных технологий: Материалы XIII Российской научно - методической конференции, Самара, 25–28 февраля 2025 года. – Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2025. – С. 143 - 144. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=82115059>

© Шаврин А.Н., 2026

Шаврин А.Н.

Московский университет имени С.Ю. Витте

Научный руководитель: Блощук А.А. Кандидат технических наук

Московский университет имени С.Ю. Витте

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОСТУПА К РЕГИОНАЛЬНОМУ ИНФОРМАЦИОННОМУ РЕСУРСУ ДЛЯ УЧРЕЖДЕНИЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

В данной статье описываются работы по техническому проектированию инфраструктуры доступа к региональному ресурсу в учреждении здравоохранения

Московской области, проводятся работы для определения потребностей учреждения здравоохранения в необходимо компьютерном и сетевом оборудовании для работы с системами ЕМИАС МО.

Ключевые слова

Структурированные кабельные системы, система кабеленесущих конструкций, архитектура, монтажные конструктивы

Введение

В данной работе рассматриваются основные этапы проектирования структурированной кабельной системы для московского областного профилактического диспансера, проводится анализ работ по внедрению системы кабеленесущих конструкций, а также монтажных конструктивов.

Архитектура СКС

В качестве кабелей горизонтальной подсистемы СКС используются четырех - парные кабели типа «витая пара» категории 6 марки LAN - 6EUTP - LSZH производства компании Lanmaster. Согласно рекомендациям по обеспечению противопожарной защиты, кабели имеют негорючее исполнение с низким выделением дыма, не содержащего галогенов. Все кабели горизонтальной подсистемы СКС прокладываются кабеленесущими конструкциями – в лотках и кабель каналах с обеспечением запаса не менее 3 м.

В качестве подсистемы рабочего места используются телекоммуникационные розетки производства компании Lanmaster 6 категории. С целью унификации розеток подсистем рабочего места, все розетки СКС имеют тип разъема RJ - 45.

В качестве кабеля магистральной подсистем СКС может использоваться одноимодовый самоподвесной кабель с 8 волокнами, класса OS2 производства компании Lanmaster.

Заделка кабелей горизонтальной подсистемы СКС должна выполняться на базе патч - панелей категории 6 марки LAN - PPL24U6 имеющие 24 порта с коннекторами RJ - 45.

Для подключения многопарного кабеля магистральной подсистемы, предназначенного для коммутации линии системы проводной телефонной связи, предполагается использование кроссов 110 марки LAN - RS110 - 100FT на которой производится заделка магистральных витопарных кабелей с медными жилами.

В качестве телекоммуникационных модулей выбраны модули Keystone категории 6 марки LAN - OK45U6 / 180 - WH производства компании Lanmaster.

Система кабеленесущих конструкций

Система кабеленесущих конструкций для организации кабельных трасс внутри корпусов применяется для прокладки трасс горизонтальных кабелей и трасс магистральных кабелей, как на горизонтальных участках трасс, так и на вертикальных кабельростах.

Эта система строится на базе проволочных лотков марки LAN - MT50x200 - 3.8EZ сечениями 200x50мм и длиной 3 м производства компании Lanmaster, металлорукава диаметром 20 мм и пластиковых кабель каналов марки LAN - CT120x - WH сечением 120x50мм производства компании Lanmaster.

Монтажные конструктивы

Монтажный конструктив главного кросса, расположенный в корпусе ЛДК на этаже 1 в помещении 53, представляет из себя напольный телекоммуникационный шкаф закрытого типа, с цоколем и щеточными вводами. Шкаф имеет высоту 48 U, размеры 800 x 1200

Монтажный конструктив горизонтального кросса представляет из себя напольный телекоммуникационный шкаф закрытого типа, с цоколем и щеточными вводами. Шкаф имеет высоту 27 U, размеры 600 x 1000

Монтажный конструктив горизонтального кросса, расположенный в корпусе ЛД1 на этаже 1 в помещении 16, представляет из себя телекоммуникационный шкаф закрытого типа, с цоколем и щеточными вводами. Шкаф имеет высоту 27 U, размеры 600 x 1000

Заключение

В данной статье была описана работа и ее основные этапы по техническому проектированию инфраструктуры доступа к региональному информационному ресурсу в учреждении здравоохранения Московской области. Были проведены исследования по определению потребностей учреждения здравоохранения в необходимом компьютерном и сетевом оборудовании для работы с системами ЕМИАС МО.

Список литературы

- 1 ISO / IEC11801 «Информационные технологии. Прокладка кабелей по схеме общего назначения в помещениях пользователей телекоммуникационных систем».
- 2 ГОСТ Р 53315 - 2009 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности».
- 3 ГОСТ Р 53246 - 2008 «Информационные технологии. Системы кабельные структурированные. Проектирование основных узлов системы. Общие требования».

© Шаврин А.Н., 2026

Шаркевич А.Е.

Студент магистратуры 1 курса АлтГТУ,
г. Барнаул, РФ

Патрушев Е.М.

Доцент, кандидат технических наук АлтГТУ,
г. Барнаул, РФ

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ХРОНОМЕТРАЖА НА ОСНОВЕ ГЕНЕРАТОРОВ ХАОСА

Аннотация

В статье рассматриваются результаты разработки системы хронометража на основе генераторов хаоса. Рассмотрен способ получения временной отметки путем генерации цифрового сигнала с хаотически модулированной частотой.

Представлены структурная схема, схема для симуляции, а также алгоритм работы системы. Для проверки работоспособности системы было проведено математическое моделирование работы системы.

Ключевые слова

Генератор хаоса, хронометраж, генератор сигналов, Raspberry pi, активная система, частотная модуляция, частотный фильтр.

Введение

На сегодняшний день существующие системы для измерения хронометража стали неотъемлемой частью современных спортивных соревнований, поскольку обеспечивают высокую точность фиксации результатов, оперативную обработку данных и снижение влияния человеческого фактора. Наиболее широко такие системы применяются в массовых стартах, марафонах, велогонках и других дисциплинах, где требуется одновременно обслуживать большое число участников и фиксировать прохождение контрольных точек в реальном времени. Однако, доминирующие в массовом сегменте пассивные UHF RFID - решения из-за высокой плотности участников имеют недостаток, а именно, низкая помехоустойчивость к перекрёстным помехам (коллизии), что снижает надёжность регистрации. Из-за чего возникает потребность в таких системах, которые были просты в создании и имели высокую помехоустойчивость. Предлагается использовать активную систему, основанную на генерации импульсов с хаотически модулированной частотой в определённой полосе частот. Для детектирования и идентификации предлагается использовать микроконтроллер (МК), на котором реализованы цифровые полосовые фильтры (ЦПФ). Преимущество такой системы в том, что она позволяет отказаться от дорогостоящих и сложных в настройке аппаратных решений в пользу программных алгоритмов. Использование хаотической модуляции распределяет энергию сигнала по широкому спектру, делая его устойчивым к помехам и наводкам.

Структурная схема системы хронометража на основе генератора хаоса

Система хронометража на основе генератора хаоса включает в себя передающую и приемную части, при этом ключевые узлы формирования сигнала - генератор хаоса (ГХ) и генератор, управляемый напряжением (ГУН), - реализованы программно внутри генерирующего микроконтроллера. Выводы МК подключены к преобразователю напряжения в ток (ПНТ), сигнал от него идет к передающей катушке индуктивности (рисунок 1). Приемная часть системы содержит принимающую катушку, усилитель, аналоговый полосовой фильтр (ПФ) и обрабатывающий микроконтроллер, программные цифровые полосовые фильтры, декодер, блок хронометража и формирователь отчёта (рисунок 2).

Принцип работы заключается в том, что генератор хаоса формирует нелинейный управляющий сигнал, задающий закон изменения частоты в ГУН. Полученная последовательность импульсов через преобразователь напряжения в ток подается

на излучающую катушку, которая создает в пространстве динамическое магнитное поле.

При пересечении объекта над приемной катушкой сигнал проходит через усилитель и полосовой фильтр, после чего поступает в обрабатывающий микроконтроллер. Он с помощью цифровых полосовых фильтров анализирует частотный состав сигнала, а детектор сопоставляет полученный спектральный рисунок с заданным паттерном для идентификации. При успешном распознавании блок хронометража фиксирует точное время события, которое передается на выход через формирователь ответа.

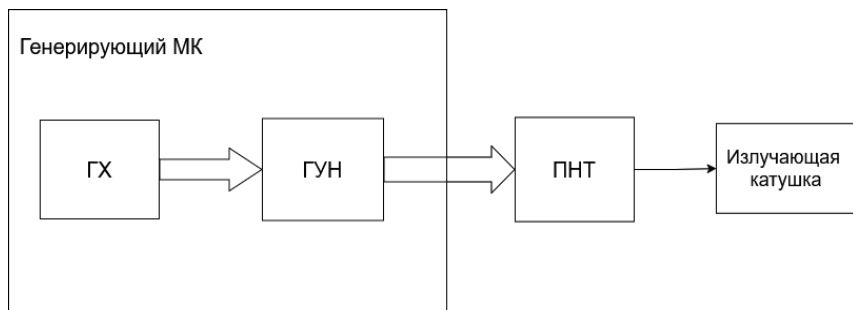


Рисунок 1. Структурная схема генератора системы хронометража на основе генератора хаоса

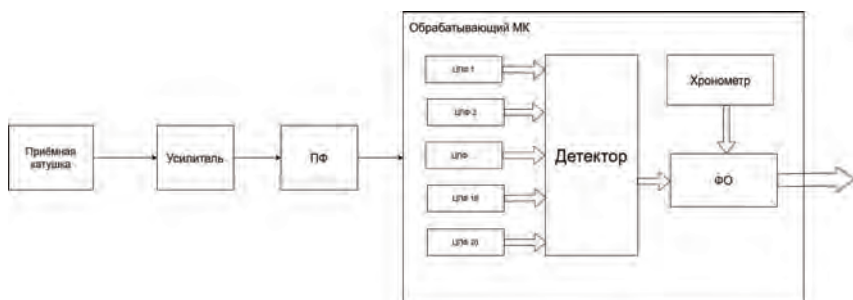


Рисунок 2. Структурная схема приёмника системы хронометража на основе генератора хаоса

Электрическая схема для симуляции

Генерирующий микроконтроллер Raspberry Pi Zero 2W является центральным звеном активного транспондера, где программно реализованные блоки генератора хаоса (ГХ) и генератора управляемого напряжением (ГУН), формируют последовательность управляющих импульсов. Основной принцип работы устройства базируется на частотной модуляции, при которой длительность пауз между логическими уровнями непрерывно меняется по закону логистического отображения. Использование контроллера DMA позволяет транслировать эти

хаотические изменения напрямую в регистры GPIO, обеспечивая мгновенную перестройку частоты и стабильность временных интервалов без нагрузки на центральный процессор. Для физической реализации сигнала блок ПНТ выполнен в виде транзисторного ключа, который коммутирует ток в излучающей катушке.

Внутри Raspberry Pi 3 массив программных цифровых полосовых фильтров ЦПФ анализирует спектральный состав входящих импульсов в двух частотных областях: от 10 до 11 кГц и от 11 до 12 кГц с шагом каждой полосы в 100 Гц. Детектор в реальном времени сопоставляет активность этих полос с значениями, полученными заранее. Система идентифицирует сигнал по распределению энергии в обоих диапазонах, подтверждая подлинность хаотического паттерна. В момент успешного распознавания блок хронометража фиксирует точное время события, а формирователь ответа подготавливает и выводит данные.

Электрическая схема симуляции системы измерения хронометража на основе генератора хаоса представлена на рисунке 3

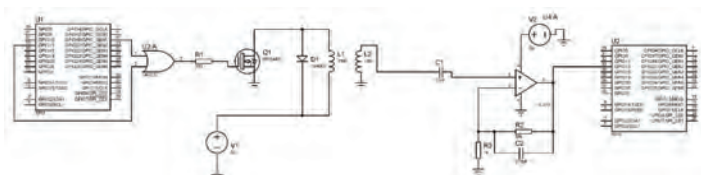


Рисунок 3. Электрическая схема для симуляции системы измерения хронометража на основе генератора хаоса

Программирование микроконтроллеров

Для генерирующего микроконтроллера Raspberry pi zero 2w используется библиотека `piRio`. С её помощью возможно генерировать цифровой сигнал с хаотически модулированной частотой в заданной полосе 10 - 12 кГц одновременно на двух выводах. Для получения необходимого сигнала функция `gpioSetTimerFunc` настраивает прерывания системного таймера, по которым контроллер понимает момент смены частоты и вызывает процедуру обновления. Внутри этой процедуры через `hardware _ PWM` в регистры аппаратного таймера мгновенно записываются новые значения частоты для выводов GPIO18 и GPIO13, так как эти выводы поддерживают работу в режиме аппаратного ШИМ. Это позволяет одновременно генерировать два хаотических потока с индивидуальными частотами в узких полосах, формируя необходимый спектр сигнала для трансляции на излучающую катушку.

Для приёмного микроконтроллера Raspberry Pi 3 программная обработка реализована так же на базе библиотеки `piRio`, которая обеспечивает захват входных импульсов для последующей фильтрации в полосе 10–12 кГц через массив из 20 цифровых фильтров. Основным инструментом здесь выступает функция `gpioSetAlertFunc`, регистрирующая `callback` - обработчик, который при каждом изменении уровня сигнала получает системную метку времени. Вычисляя разницу между этими метками, контроллер определяет мгновенный период и частоту каждого импульса, распределяя их по частотным корзинам шириной 100 Гц в реальном времени.

На основе этих данных алгоритм проверяет занятость конкретных спектральных полос, закрепленных за объектом согласно начальным условиям генерации хаотического массива. В систему интегрирован программный хронометр на базе `gpioTick`, который фиксирует точное время прихода сигнала и задает интервалы накопления статистики. Финальную обработку выполняет формирователь ответов: он сопоставляет карту активных полос с массивом начальных условий и, при совпадении, генерирует отчет с ID объекта и временным штампом, а функция `gpioSetWatchdog` гарантирует сброс состояния при исчезновении автомобиля.

Алгоритм работы генерирующего микроконтроллера

1. Создание массива начальных условий
2. Закрепление начальных условий за автомобилем
3. Получение хаотического массива с помощью логистического отображения.
4. Получение массива частот на основе хаотического массива
5. Генерация сигнала на ШИМ выводах.

Алгоритм работы принимающего микроконтроллера

1. Захват сигнала приёмником и фиксация временных меток.
2. Вычисление мгновенной частоты
3. Распределение по частотным корзинам
4. Сверка с базой начальных условий
5. Вывод ID автомобиля и его временной метки

Далее по данному алгоритму составлена блок - схема работы генерирующего (рисунке 4) и принимающего (рисунок 5) микроконтроллеров.



Рисунок 4. Блок схема работы программы генерирующего микроконтроллера(словами блок схему)

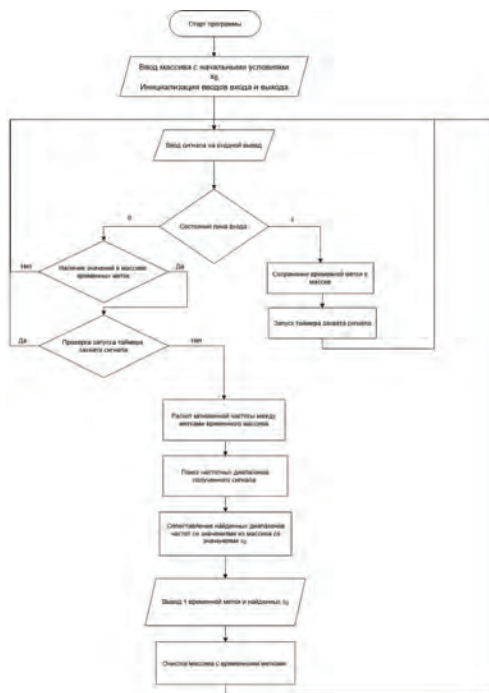


Рисунок 5. Блок схема работы программы принимающего микроконтроллера

Математическое моделирование работы системы

Для проверки работоспособности было проведено математическое моделирование на языке программирования Python. Были проведены эксперименты при подаче 1 и 2 сигналов одновременно. Длительность сигнала составляет 0.5 секунды. Идентификаторы имеют следующие значения 0.28 и 0.53. Так был сгенерирован сигнал PWL таблицей после чего был получен его спектр в программе Micro - Cap (рисунок 6). График работы приёмника изображён на рисунке 7.

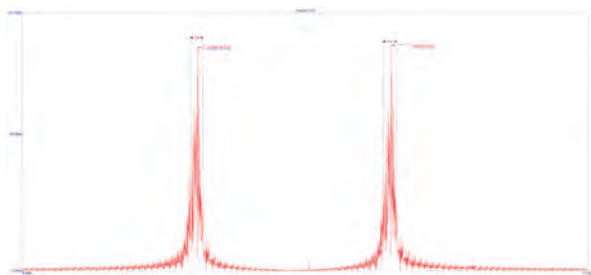


Рисунок 6. Спектр сигнала при $x_0 = 0.28$

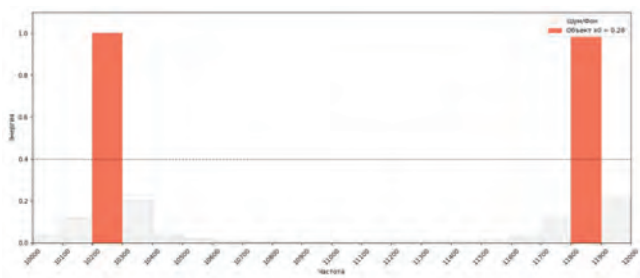


Рисунок 7. График работы приёмника при $x_0 = 0.28$

На основании сопоставления спектрального анализа на рисунке 6 и выходных данных детектора на рисунке 7 можно сделать вывод, что значение $x_0 = 0.28$ определилось благодаря строгому попаданию физических пиков частот в заданные спектральные корзины. Центральная частота первого пика 10,282 кГц попадает в диапазон 10200–10300 Гц, который в логике системы зарезервирован для кодирования первого десятичного разряда 2. Аналогично, второй пик на частоте 11,882 кГц локализуется в корзине 11800–11900 Гц, что соответствует второму разряду 8.

Далее были смоделирована работа системы при одновременной подаче сигнала с $x_0 = 0.28$ и $x_0 = 0.53$. На рисунке 8 изображен спектр сигнала и график работы детектора (рисунок 9)

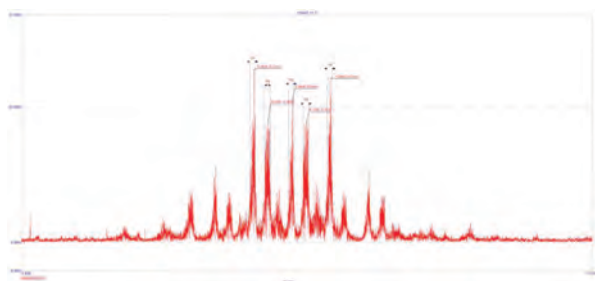


Рисунок 8. Спектр сигнала при одновременной подаче $x_0 = 0.28$ и $x_0 = 0.53$

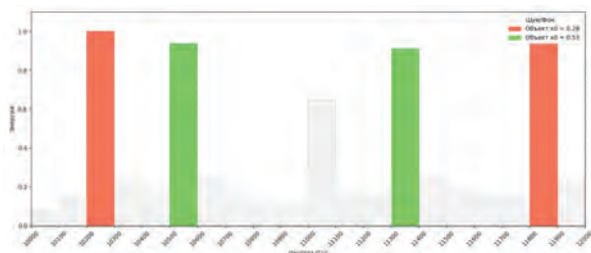


Рисунок 9. График работы приёмника при $x_0 = 0.28$ и $x_0 = 0.53$

Сопоставление спектрального анализа на рисунке 8 и выходных данных детектора на рисунке 9 демонстрирует способность системы корректно идентифицировать несколько объектов при их одновременном присутствии в канале связи. На смешанном спектре отчетливо видны четыре доминирующих частотных пика, которые группируются парами. Детектор на рисунке 8 разделяет эту суммарную энергию по соответствующим спектральным корзинам: пара частот 10,282 кГц и 11,882 кГц активирует корзины 10200–10300 Гц и 11800–11900 Гц, что позволяет восстановить идентификатор первого объекта $x_0 = 0.28$. Одновременно с этим, вторая пара пиков на частотах 10,576 кГц и 11,376 кГц попадает в корзины 10500–10600 Гц и 11300–11400 Гц, определяя начальное условие второго объекта $x_0 = 0.53$. Всплеск в полосе 11000–11100 Гц игнорируется системой потому, что алгоритм проводит селекцию только локальных максимумов энергии, соответствующих ожидаемым позициям разрядов, в то время как данный пик является побочным результатом интерференции боковых лепестков спектра от нескольких одновременно работающих генераторов.

Вывод

В рамках проведенной работы была предложен концепт активной системы измерения хронометража, призванной решить проблему затухания сигналов из-за влияния нескольких участников. Идея совмещения программного генератора хаоса на базе логического отображения, DMA - контроллера микроконтроллера Raspberry Pi и приёмного массива цифровых полосовых фильтров направлена на распределение энергии сигнала по двадцатичастотным корзинам шириной 100 Гц в диапазоне 10–12 кГц для достижения высокой помехоустойчивости. Перенос сложной аппаратной логики в программные алгоритмы открывает перспективу создания простой, бюджетной и защищенной от наводок альтернативы традиционным RFID - решениям, математическое моделирование подтвердило жизнеспособность данной идеи и правильность выбранного подхода для фиксации результатов в реальном времени.

Список использованной литературы:

1. Ишукова, Е. Н. Электронный хронометраж соревнований 1 - й категории / Е. Н. Ишукова // Скандинавские чтения. — 2021. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnyy-hronometrazh-sorevnovaniy-1-oy-kategorii> (дата обращения: 17.05.2026).
2. Хамзаев, Д. И. Влияние технических характеристик меток на действие RFID технологий / Д. И. Хамзаев // Sanoatda raqamli texnologiyalar. — 2024. — Т. 2, № 4 - 1. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tehnicheskikh-harakteristik-harakteristik-metok-na-deystvie-rfid-tehnologiy> (дата обращения: 17.05.2026).
3. Кислов, В. Я. Применение хаотических сигналов в информационных технологиях / В. Я. Кислов // Радиоэлектроника. Наносистемы. Информационные технологии. — 2009. — Т. 1, № 1 - 2. — С. 24–34. — URL: <https://cyberleninka.ru/>

article / n / primeneniye - haoticheskikh - signalov - v - informatsionnyh - tehnologiyah (дата обращения: 17.05.2026).

4. Матюш, М. В. Радиочастотная идентификация и ее применение / М. В. Матюш // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия С. Фундаментальные науки. — 2011. — № 4. — С. 110–115. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/radiochastotnaya-identifikatsiya-i-ee-primeneniye> (дата обращения: 17.05.2026).

5. Способы повышения помехоустойчивости в автоматизированных системах контроля / П. А. Будко, Н. П. Будко, А. М. Винограденко, А. И. Гаранин // Системы управления, связи и безопасности. — 2020. — № 1. — С. 138–165. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-povysheniya-pomehoustoychivosti-v-avtomatizirovannyh-sistemah-kontrolya> (дата обращения: 17.05.2026).

© Шаркевич А.Е., Патрушев Е.М., 2026

Ягодкин Д.А.

старший преподаватель СИУ – филиала РАНХиГС

г. Орёл, РФ

Римщалис Р.А.

Студент СИСЗСП

г. Орёл, РФ

Батыров М.Ш.

Студент СИСЗСП

г. Орёл, РФ

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СПОСОБЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУЛЯРНЫХ МЕССЕНДЖЕРОВ

Аннотация

Текст посвящён проблеме замедления работы мессенджеров на территории РФ по инициативе Роскомнадзора. В материале раскрываются причины ограничений (недостаточная защита персональных данных, использование сервисов в преступных целях), описывается технология реализации, а также анализируются недостатки популярного способа обхода ограничений — использования VPN.

Ключевые слова

Лендинг, веб - разработка, Go (язык программирования), REST API, SQLite, CGO, CMS, CRM, VPS, modernc.org / sqlite, mattn/go-sqlite3, административная панель, интеграция с CRM, развёртывание, кросс - платформенная сборка

В последнее время Роскомнадзор начал активно замедлять работу некоторых мессенджеров на территории РФ. В официальном заявлении Роскомнадзора

указано, что персональные данные пользователей недостаточно защищены, отсутствуют действенные меры противодействия мошенничеству, а сами мессенджеры используются в преступных и террористических целях

Замедление в большинстве случаев реализовано с помощью технологии DPI (Deep Packet Inspection) — системы глубокого анализа сетевых пакетов, которая распознаёт трафик по характерным сигнатурам и целенаправленно снижает скорость соединения или полностью обрывает его.

Самый очевидный способ попытаться восстановить стабильную работу сервиса это установка и запуск виртуальной частной сети - VPN. Однако на практике это не всегда удобно:

- VPN необходимо постоянно держать активным, что негативно сказывается на остальном трафике;
- постоянная активность заставляет устройство расходовать больше заряда батареи;
- большинство сервисов работают после оплаты;
- в некоторых случаях не работает совсем.

Следовательно, пользователям необходимо начать поиск альтернатив для работы в социальных сетях.

При поиске альтернативы VPN было рассмотрено несколько сервисов, таких как TG WS Proxy, Cloudfare WARP (+ zapret), встроенный прокси (Socks5 | MTProto), Tor, AyuGram / exteraGram + плагин exitFy

В первую очередь была рассмотрена утилита с открытым исходным кодом - TG WS Proxy от Flowseal. TG WS Proxy — это локальный SOCKS5 - прокси для Telegram Desktop с открытым исходным кодом, который ускоряет работу мессенджера, перенаправляя трафик через WebSocket - соединения. Все данные передаются в том же зашифрованном виде, что и обычно, а для работы не нужны сторонние серверы, так как утилита разворачивает сервер на компьютере.

После установки скачивания файла (TgWsProxy _ windows.exe) необходимо запустить программу. При запуске откроется мессенджер и предложит запустить прокси. Преимущества и недостатки утилиты указаны в таблице (см.табл.1).

Таким образом TG WS Proxy от Flowseal – это безопасная утилита с открытым кодом, которая не модифицирует и не расшифровывает данные, а при недоступности сервера самостоятельно переходит на прямое TCP - соединение, которая подходит большинству современных пользователей.

Таблица 1 - Преимущества и недостатки TG WS Proxy от Flowseal

Преимущества	Недостатки
1	2
<ul style="list-style-type: none"> - не требует сторонних серверов - простота использования - открытый исходный код - автоматическое переключение - трафик остаётся зашифрованным 	<ul style="list-style-type: none"> - только для ПК - эффективность зависит от конкретного провайдера и типа ограничений - программа должна быть постоянно запущена в фоновом режиме

Если же необходимо более масштабное решение для ПК, которое запустит не только мессенджер, но и освободит весь трафик следует выбирать Cloudflare WARP. Cloudflare WARP — это бесплатный VPN - сервис от компании Cloudflare, который шифрует весь интернет - трафик устройства и направляет его через глобальную сеть Cloudflare. Изначально программа создана для повышения безопасности и скорости соединения, но также эффективно помогает обходить локальные блокировки. При совместном использовании с утилитой zapret (инструмент для обхода DPI) обеспечивает стабильный доступ к заблокированным ресурсам даже при активном противодействии со стороны провайдера.

WARP устанавливает зашифрованный туннель (на базе протокола WireGuard) между устройством и ближайшим сервером Cloudflare. Для провайдера весь трафик выглядит как обычное зашифрованное соединение, а конечные адреса, к которым обращается утилита, скрыты внутри туннеля. Однако в некоторых регионах провайдеры активно с этим борются, распознают и замедляют или вовсе блокируют сам протокол WireGuard. Для этого нужна дополнительная утилита zapret, которая модифицирует сетевые пакеты в режиме реального времени, не давая DPI - системе корректно определить тип трафика и заблокировать подключение к серверам Cloudflare. Преимущества и недостатки утилиты Cloudflare WARP указаны в таблице (см.табл. 2).

Если же возможности установки стороннего программного обеспечения нет, то можно воспользоваться встроенным прокси прямо внутри официального приложения Telegram.

Таблица 2 - Преимущества и недостатки Cloudflare WARP

Преимущества	Недостатки
1	2
<ul style="list-style-type: none"> - разблокировка всего трафика - есть мобильная версия 	<ul style="list-style-type: none"> - не работает у некоторых провайдеров - компания имеет доступ метаданным трафика

Встроенный прокси — это стандартная функция Telegram, позволяющая подключаться к мессенджеру через промежуточные серверы без установки сторонних программ. Telegram поддерживает два типа прокси: SOCKS5 и MTProto Proxy. Второй разработан специально для Telegram и маскирует трафик, делая его неотличимым от обычного HTTPS - соединения для систем анализа трафика.

В случае MTProto Proxy данные дополнительно изменяются на уровне исходного кода или исполняемого кода программы в непонятный человеку код, который затрудняет анализ, понимание алгоритмов работы и модификацию при декомпиляции. Таким образом для DPI - системы провайдера это выглядит как обычный защищённый веб - трафик. Сам прокси - сервер при этом не имеет доступа к содержимому сообщений, так как шифрование Telegram сохраняется полностью.

Для установки в первую очередь необходимо найти рабочий зарубежный прокси (их можно взять из специальных Telegram - ботов и каналов или из публичных списков в интернете), но лучше всего купить частный прокси или развернуть его на собственном сервере. Преимущества и недостатки утилиты MTProto Proxy указаны в таблице (см.табл. 3).

Таблица 3 - Преимущества и недостатки MTProto Proxy

Преимущества	Недостатки
1	2
<ul style="list-style-type: none"> - функция уже встроена в приложение на всех платформах - большое количество бесплатных прокси - можно добавить несколько прокси и переключаться между ними - не замедляет остальной трафик, так как работает только для мессенджера 	<ul style="list-style-type: none"> - бесплатные прокси часто блокируют или они отключаются от перегрузки - владельцы бесплатных прокси могут размещать рекламу - низкая скорость загрузки - владелец прокси видит метаданные подключения

Tor (The Onion Router) — это бесплатная анонимная сеть, которая пропускает трафик через цепочку из нескольких зашифрованных узлов, расположенных в разных странах мира. Каждый узел знает только предыдущий и следующий элемент цепочки, а узнать всю цепь подключения невозможно. Tor можно использовать как SOCKS5 - прокси для Telegram на ПК, а на смартфоне с помощью специального приложения - маршрутизатора, например, Orbot, которое направляет трафик любых приложений через сеть Tor. Основные недостатки использования Tor:

- заметное снижение скорости;
- для работы должен быть постоянно запущен Tor Browser;
- отправка медиафайлов, голосовых и видеозвонков может работать крайне медленно;
- в некоторых регионах Tor может быть заблокирован провайдером

Также существуют модифицированные клиенты Telegram с поддержкой плагинов, например, AyuGram и exteraGram. Это модифицированные клиенты Telegram с открытым исходным кодом, основанные на официальном приложении. Они сохраняют весь привычный функционал мессенджера, но добавляют множество дополнительных возможностей, включая поддержку плагинов. Одним из таких плагинов является exitFy. exitFy - мощный инструмент для обхода блокировок и ускорения работы Telegram, который может работать как встроенный прокси, бесплатный сервер, с поддержкой собственных подписок (VLESS, VMess,

Trojan, Shadowsocks) или режим tg - ws - проху. Преимущества и недостатки утилиты AyuGram и exteraGram указаны в таблице (см.табл. 4).

Таблица 4 - Преимущества и недостатки AyuGram и exteraGram

Преимущества	Недостатки
1	2
<ul style="list-style-type: none"> - несколько режимов работы - быстрое переключение между режимами - автоматическое подключение - поддержка собственных подписок (VLESS, VMess, Trojan, SS) - модифицированные клиенты предоставляют множество дополнительных функций - не влияет на другие приложения 	<ul style="list-style-type: none"> - работает только для Android OS - клиенты не официальные и могут быть заблокированными - необходимо следить за обновлениями клиента - бесплатные серверы и внутренние прокси могут быть медленными или нестабильными в зависимости от нагрузки

Таким образом можно выделить идеальную связку, которая закрывает все потребности и работает максимально стабильно. На ПК рекомендовано использовать Cloudflare WARP + zapret, т.к. WARP покрывает не только Telegram, но и все остальные приложения, что избавляет от необходимости настраивать обход отдельно для каждого сервиса. На смартфоне можно использовать AyuGram + плагин exitFu с подключением через серверы. Однако каждый может подобрать свою комбинацию, которая лучше подходит для решения конкретных задач.

Список использованных источников:

1. Баланов, А. Н. Защита информационных систем. Кибербезопасность: учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — 3 - е изд., стер. — Санкт - Петербург: Лань, 2026. — 280 с. — ISBN 978 - 5 - 507 - 56255 - 8. — Текст: электронный // Лань: электронно - библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/514704>
2. Журавлев, А. Е. Инфокоммуникационные системы. Аппаратное обеспечение: учебник для СПО / А. Е. Журавлев, А. В. Макшанов, А. В. Иванищев. — 4 - е изд., стер. — Санкт - Петербург: Лань, 2026. — 396 с. — ISBN 978 - 5 - 507 - 54552 - 0. — Текст: электронный // Лань: электронно - библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/509348>
3. Прохорова, О. В. Информационная безопасность и защита информации: учебник для СПО / О. В. Прохорова. — 7 - е изд., стер. — Санкт - Петербург: Лань, 2026. — 124 с. — ISBN 978 - 5 - 507 - 56325 - 8. — Текст: электронный // Лань: электронно - библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/515187>

© Ягодкин Д.А., Римшалис Р.А., Батыров М.Ш., 2026

Ягодкин Д.А.

старший преподаватель СИУ – филиала РАНХиГС

г. Орёл, РФ

Алексеев М.Р.

Студент СИУСЗСП

г. Орёл, РФ

Терлов Р.Р.

Студент СИУСЗСП

г. Орёл, РФ

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ SMP СИСТЕМ

Аннотация

В статье рассматривается технология использования симметричной мультипроцессорности, аппаратная поддержка, реентерабельность ядра и SMP - совместимые драйверы для эффективного использования ресурсов

Ключевые слова

Симметричная мультипроцессорная система, общая физическая память, когерентность кэшей, общая шина, Bus Snooping, Directory - based, MESI, MOESI, MESIF, Pull - миграция

Принципы SMP лежат в основе современных многоядерных процессоров, охватывающих широкий спектр устройств: от компактных чипов для мобильных гаджетов (Apple A - series, Snapdragon) и настольных компьютеров (Intel Core, AMD Ryzen) до крупномасштабных серверных платформ, обслуживающих облачные центры обработки данных и суперкомпьютеры. Более того, SMP — это не просто аппаратная схема, это парадигма программирования: модель общей памяти, которая существенно упрощает разработку параллельных приложений по сравнению с распределённой памятью или явным обменом сообщениями. Понимание глубинных особенностей этой архитектуры жизненно важно не только создателям «железа», проектирующим новые процессоры и межсоединения, но и разработчикам программного обеспечения (особенно системного — ядер операционных систем, гипервизоров, баз данных), опытным системным администраторам, настраивающим серверы для максимальной производительности, и всем, кто связан с миром высокопроизводительных вычислений. Игнорирование изящных особенностей SMP ведёт к неэффективному использованию ресурсов, «галопирующей» синхронизации и, как следствие, к разочарованию от того, что купленный восьмиядерный процессор работает лишь немногим быстрее четырёхядерного.

Симметричная мультипроцессорная система (SMP) — это архитектура, в которой два и более процессора связаны общей памятью и координируются одной общей операционной системой. Самоназвание «симметричная» подчёркивает ключевую

особенность: все процессоры наделены равными правами и возможностями. Любой процессор в любой момент способен исполнять задачи операционной системы или пользовательские приложения, обращаться к любой ячейке памяти и обрабатывать любые прерывания.

Первые коммерческие SMP - системы появились на заре индустрии, в середине 1980 - х годов (яркий пример — Sequent Balance 8000). Однако истинно массовое распространение они получили лишь в середине 1990 - х, с появлением мощных процессоров Intel Pentium Pro и завоеванием популярности операционной системы Windows NT.

Можно выделить четыре столпа, на которых покоится концепция SMP - систем:

Общая физическая память (UMA — Uniform Memory Access). Ключевое отличие SMP заключается в том, что все процессоры имеют одинаково быстрый доступ ко всей оперативной памяти системы. Время обращения к любой ячейке памяти идентично для любого процессора. Это радикально отличает SMP от архитектуры NUMA (Non - Uniform Memory Access), где прямой доступ к локальной памяти значительно быстрее, чем к удалённой.

Единая копия операционной системы. Управление всей процессорной мощностью осуществляется одной ОС. Она отвечает за планирование выполнения потоков, распределение памяти и обработку прерываний. Любой процессор в любой момент времени может исполнять код ядра операционной системы.

Свобода выполнения любого потока любым процессором. Интеллектуальный планировщик операционной системы способен динамически переносить потоки между процессорами, обеспечивая тем самым оптимальную и равномерную загрузку всех вычислительных ресурсов.

Аппаратная поддержка когерентности кэшей. Ввиду наличия у каждого процессора собственных кэшей (L1, L2, а в современных системах — и L3), критически важно обеспечивать консистентность данных. Любые изменения, внесённые в данные в одном кэше, должны быть немедленно видны всем остальным процессорам. Для решения этой сложной задачи применяются специальные протоколы.

В классической SMP - системе множество процессоров подключаются к единой, общей системной шине (FSB — Front Side Bus), через которую и осуществляется доступ как к оперативной памяти, так и к устройствам ввода - вывода. Каждый процессор обладает собственной иерархической структурой кэш - памяти.

Однако с бурным развитием технологий общая шина быстро стала «узким местом», ограничивающим общую производительность. В современных многопроцессорных системах используются куда более совершенные топологии: коммутаторы с полным перекрёстным соединением (crossbar) или высокоскоростные соединения типа «точка - точка» (например, QuickPath Interconnect у Intel или Infinity Fabric у AMD). Тем не менее логическая модель остаётся неизменно SMP - моделью: память остаётся общей, а с точки зрения прикладного программиста доступ к ней остаётся равномерным

Существует два пути поддержания порядка:

Bus Snooping (Наблюдение за Шинной): классический метод для SMP с общей шиной. Каждый контроллер кэша — словно внимательный сосед, прислушивающийся к каждому шороху на общей улице (шине). Когда один процессор делает запись, остальные соседи либо спешно выбрасывают устаревшие копии, либо спешат их обновить.

Directory - based (На Основе Каталога): для крупных оркестров (более 16–32 процессоров) — централизованный каталог, словно журнал регистрации, хранит информацию о том, кто чем владеет. При записи каталог избирательно рассылает уведомления только тем, у кого есть копия, избегая ненужной суеты.

Самый известный из «наблюдателей» — MESI (Modified, Exclusive, Shared, Invalid). Каждая строка кэша может принять одно из четырех обликов, представленные в таблице (см.табл. 1.)

Таблица 1 - Состояние кэша

Состояние	Описание
M (Modified)	данные изменены, они уникальны для этого кэша и отличаются от того, что хранится в основной памяти.
E (Exclusive)	данные не изменены, единственны в этом кэше, но совпадают с данными в основной памяти.
S (Shared)	данные не изменены и могут одновременно присутствовать в нескольких кэшах, как общие знания.
I (Invalid)	данные устарели, неуникальны, словно забытый рецепт.

При записи в строку в состоянии S или E, контроллер кэша посылает сигнал (RFO — Read For Ownership) остальным, переводя их копии в состояние Мертвый (I).

Различные мастера внесли свои штрихи:

- MOESI: добавлено состояние "Владеющий" (Owned), позволяющее более эффективно передавать данные между кэшами, минуя основную память. Этот трюк любят процессоры AMD.

- MESIF: состояние "Пересылающий" (Forward) оптимизирует рассылки, делая их более адресными. Здесь преуспевают процессоры Intel.

Чтобы операционная система могла по - настоящему раскрыть потенциал SMP, она должна быть построена на прочном фундаменте, удовлетворяющем ряду фундаментальных требований:

Реентерабельность ядра: танец кодов под одновременными взглядами. Код ядра, этот самый мозг системы, должен быть закален для одновременного исполнения множеством процессоров. Можно представить балет, где каждый танцор (т.е. процессор) должен двигаться синхронно. Можно сделать вывод, что на

структуру данных должна быть хорошая защита, а функции должны быть в строгой синхронизации, чтобы не было беспорядка.

SMP - совместимые драйверы: в устройстве каждый драйвер должен безупречно функционировать, будто вызван из среды разных процессоров одновременно. Особенно касается это сетевых и дисковых драйверов, которые всегда реагируют на прерывания. Основная задача планировщика в SMP - системе – это не только про распределение задач, но и про настоящее искусство управления. Он должен равномерно распределить потоки между процессорами. Миграция потоков – это передвижение потока из одного процессора в другой. Она происходит с помощью двух путей:

- Pull - миграция: процессор, имеющий свободные ресурсы, который «берет» поток из очереди более загруженного ядра;
- Push - миграция: перегруженное ядро, которое отправляет часть своих потоков на менее загруженные ядра.

SMP - архитектура несет в себе ряд бесспорных преимуществ:

Прозрачность для прикладного программного обеспечения: приложения, созданные для однопроцессорных систем, привыкают к SMP без каких - либо переписываний. Они используют один процессор. Для раскрытия потенциала требуется многопоточность, но сам факт наличия нескольких процессоров не вынуждает менять фундамент старого кода.

Простая модель программирования: по сравнению с архитектурами с распределённой памятью (MPP) или неоднородным доступом (NUMA), SMP предлагает конкретное пространство, подобно одному полю, где все могут свободно передвигаться, где не нужен обмен сообщениями.

Высокая производительность для многопоточных приложений: задачи, которые разбиваются на независимые потоки, например, такие как веб - серверы, серверы баз данных, масштабируются приблизительно линейно с ростом числа процессоров.

Эффективное использование ресурсов: пока один процессор погружен в вычисления, другой может с легкостью обслуживать операции ввода - вывода, подобно двум мастерам, работающим в унисон. Система не простаивает в ожидании диска или сети, поддерживая постоянный ритм работ.

SMP – это основа большинства современных многопроцессорных систем. Концепция "нескольких одноранговых процессоров с общей памятью" делает его универсальным решением для самых разных задач.

Основным недостатком SMP является его ограниченная масштабируемость. Поддержание согласованности кэш - памяти и обеспечение равного доступа к общей шине ограничивают количество процессоров в классических SMP - системах, обычно до нескольких десятков. Превышение этого порога (например, 64 процессора) приводит к резкому увеличению служебного трафика и снижению производительности.

Перспективы SMP связаны с развитием гибридов: объединение кластеров SMP в рамках одного вычислительного узла, использование архитектуры NUMA между узлами и интеграция гетерогенных ускорителей с поддержкой когерентности. Модель программного обеспечения будет стремиться к тому, чтобы быть похожей на SMP, сохраняя при этом единое адресное пространство. В то же время

разработчикам придется проявить мастерство в управлении "локальностью данных", чтобы добиться максимальной производительности.

В обозримом будущем мы можем ожидать появления более "умных" протоколов когерентности, которые позволят сотням ядер функционировать в едином адресном пространстве, а также более тесной интеграции центральных процессоров с их специализированными ускорителями. Однако сама концепция SMP, как набора одноранговых компьютеров, совместно использующих память, останется вечной основой, которая будет служить нам в будущем.

Список использованных источников:

1. Зайцев, Е. И. Архитектура вычислительных систем: учебное пособие / Е. И. Зайцев, Е. В. Нурматова. — Москва: РТУ МИРЭА, 2025. — 77 с. — ISBN 978 - 5 - 7339 - 2569 - 1. — Текст: электронный // Лань: электронно - библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/504829>

2. Лиманова, Н. И. Вычислительные машины, комплексы, системы и сети: учебник / Н. И. Лиманова. — Самара: ПГУТИ, 2022. — 400 с. — Текст: электронный // Лань: электронно - библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/411425>

3. Засов, В. А. Организация вычислительных процессов в параллельных системах: учебное пособие: в 2 частях / В. А. Засов. — Самара: СамГУПС, 2023 — Часть 1: Мультипроцессорные системы — 2023. — 115 с. — ISBN 978 - 5 - 98941 - 369 - 0. — Текст: электронный // Лань: электронно - библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/379307>

© Ягодкин Д.А., Алексеенко М.Р., Терлоев Р.Р., 2026

Ягодкин Д.А.

старший преподаватель СИУ – филиала РАНХиГС
г. Орёл, РФ

Глебов А.Р.

Студент 4ИСОСП
г. Орёл, РФ

Шалимов А.Д.

Студент 5ИСЗСП
г. Орёл, РФ

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ СОЗДАНИЯ ВИДЕОРЕКЛАМЫ

Аннотация

Статья посвящена видеорекламе в формате преролла – короткого видеоролика, который показывают перед основным контентом на различных видеохостингах и социальных сетях. Определяется основная задача видеорекламы и дополнительные цели. Дается характеристика преролла как одного из форматов in

- stream рекламы. Приводятся практические рекомендации по созданию эффективных прероллов

Ключевые слова

Видеореклама, преролл (pre - roll), In - stream реклама, мидролл (mid - roll), постролл (post - roll), паузролл (pause - roll), анализ данных; эффективность видео

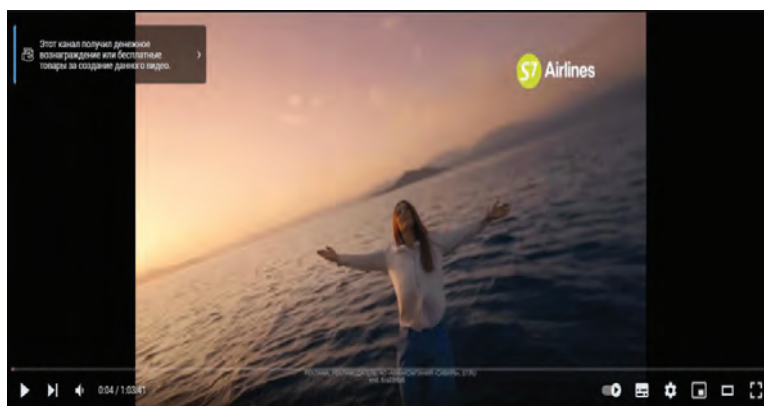
Способность видеороликов привлекать внимание аудитории, повышать узнаваемость бренда, стимулировать интерес и мотивировать к совершению целевого действия уже давно стало обыденностью. Для оценки эффективности используют различные показатели, такие как охват и просмотры, процент просмотра, средняя продолжительность просмотра, пики и спады внимания, а также учитывают факторы, влияющие на результат.

В большинстве случаев основная задача видеорекламы — повысить продажи. Часто формат также используют в рамках охватных кампаний, чтобы:

- познакомить как можно больше потенциальных клиентов с брендом;
- привлечь внимание существующей аудитории;
- рассказать подробнее о преимуществах продуктов и услуг;
- повысить узнаваемость компании и лояльность клиентов.

На видеохостингах и в социальных сетях рекламу часто показывают в формате преролла — короткого ролика перед основным контентом.

Преролл (pre - roll) представляет собой короткий рекламный видеоролик, задача которого — привлечь внимание аудитории и побудить ее к совершению целевого действия. Это один из вариантов In - stream рекламы наряду с мидролл (mid - roll, «реклама в середине видео»), постролл (post - roll, «реклама после видео») и паузролл (pause - roll, «реклама во время паузы»). В отличие от перечисленных форматов, преролл всегда показывается перед основным видео (рис.1)



Кондитер Дети. Новый сезон // Торт для Хабиба. Премьера

Рисунок 1. Пример преролла в социальной сети

Формат преролла и его сюжет могут быть разными. В одних роликах продукт представляется с помощью визуального образа и текста, в других внимание аудитории акцентируется на музыке и озвучке, а в - третьих для демонстрации преимуществ товаров и услуг бренда используют сторителлинг. Подходящий формат и сюжет рекламодатель выбирает самостоятельно исходя из целей и возможностей бизнеса. Характерные особенности преролла представлены в таблице (см.табл. 1).

Таблица 1 - Характерные особенности преролла

Характеристика	Описание
Интерактивность	в отличие от ТВ - рекламы, с преролл - контентом пользователи могут взаимодействовать: например, переходить по ссылкам внутри ролика
Простота	реклама длится меньше минуты и позволяет внедрить в короткий формат ключевые смыслы и образы, которые быстро считываются аудиторией
Запоминаемость	видео контент привлекает внимание аудитории и повышает узнаваемость бренда с помощью музыки и ярких образов
Релевантность	реклама показывается аудитории с учетом ее особенностей и интересов

Различают три формата прероллов:

- пропускаемые (Skippable) — это ролик длительностью от 15 до 30 секунд, который пользователь может закрыть, нажав на соответствующую кнопку через 5–7 секунд после старта рекламы.
- непропускаемые (Unskippable) — преролл длительностью до 30 секунд, который можно закрыть только по его окончании.
- объявления - заставки (Bumper) — это короткое видео длительностью около 6 секунд, которое можно закрыть только по его окончании.

Непропускаемые видео и объявления - заставки позволяют получить полные досмотры рекламы, а значит — повысить шансы на лучшую запоминаемость бренда и более эффективную передачу его ключевого предложения.

Помимо явных достоинств существуют и недостатки данного вида рекламы:

- игнорирование рекламы. Пользователи пропускают вставку, отходят от экрана во время трансляции или переключаются на другую вкладку в браузере;
- ограниченность во времени. Суть рекламного сообщения необходимо передать за ограниченное время, только «меткий заголовок» зрителя с первых секунд;
- негативное восприятие. Преролл неожиданно появляется в начале ролика и заставляет смотреть рекламу, что раздражает пользователей;

- не всегда достаточная вовлечённость. Если преролл нельзя пропустить, это может снизить интерес к нему по сравнению с форматом, который можно пропустить

Рекомендации по созданию видеоролика, который поможет достичь поставленных бизнес - целей:

- продумывание первых секунд. Даже если пользователь пропустит рекламу, он гарантированно посмотрит первые 5–6 секунд. Задача рекламодателя — донести ключевое сообщение за это время как можно более полно;

- создание ассоциаций. Необходимо использовать образы и темы, которые хорошо знакомы аудитории. Например, можно сделать ссылку к известному фильму или мему;

- использование СТА. Создание в рекламе четкого призыва к действию: записаться, изучить, получить бонус и так далее;

- отсутствие пауз. Максимальный хронометраж преролла — 30 секунд, но большинство пользователей не посмотрят его полностью. Поэтому рекомендуется вложить предложение бизнеса и другую важную информацию в 10–15 секунд. Чтобы избежать ошибок, рекомендуется тестировать длину роликов, оптимизировать их перед запуском, проверять реакцию аудитории и корректировать ролик по необходимости;

- использование сценариев использования. Можно показать процесс оказания услуги;

- использование субтитров. Многие зрители выключают звук во время рекламы - текстовое сопровождение поможет уловить суть;

- использование таргета. Настройка целевой аудитории увеличит количество просмотров (таргетинг по географии, социально - демографическим характеристикам или интересам). Важно использовать таргетинг на основе интересов и поведения аудитории;

- проведение анализа данных. Обращайте внимание на эффективность видео и запускайте ролики, которые дают лучший результат.

Успех преролл - кампании зависит от сочетания качественного контента, правильного таргетинга и постоянной оптимизации.

Идеальный сценарий видео начинается с названия продукта или услуги, далее идёт обозначении проблемы, которую они решают, после этого необходимо добавить призыв к действию.

В зависимости от платформы, настройки отличаются. Но, как правило, в число основных параметров входит таргетинг по демографии, интересам, местоположению, ключевым словам. Чем точнее описание аудитории, тем большая эффективность будет у преролла.

Для тестирования прероллов можно использовать, например, генератор YouTube - прероллов и CPV - оптимизацию от компании 4GIC. Некоторые возможности инструмента:

- AI - визуалы и монтаж. Pika - Labs API генерирует видеоклип по сценарию: текстовые заставки, стоковые или AI - сгенерированные кадры, анимационные переходы;

- загрузка в YouTube. С помощью видеохостинга креативы автоматически загружаются в соответствии с требованиями формата TrueView (максимум 30 секунд);

- автоматический A / B - тест и CPV - оптимизация. Система создаёт 3–5 вариантов прероллов (разные сценарии, стиль озвучки, СТА) и в течение 48 часов проводит A / B - тест, который включает в себя анализ VTR (view - through rate), CPV и конверсии;

- мониторинг и аналитика. Dash in Streamlit отображает ключевые метрики, такие как VTR, CPV, средняя длительность просмотра, конверсии (site visit, lead).

- AI - аналитика. Предлагает смену целевой аудитории, изменение длительности ролика или СТА.

Помимо этого, протестировать свой преролл можно в таких сервисах как:

- Katalon Studio. Комплексное решение для автоматизации тестирования веб - приложений, мобильных приложений и API. Упрощает процесс создания, выполнения и управления тестами;

- Cypress. Система сквозного тестирования веб - приложений. Позволяет разработчикам писать и выполнять тесты непосредственно в браузере, обеспечивает лучшие возможности отладки и обратную связь в реальном времени;

- LoadRunner. Инструмент тестирования производительности, который позволяет моделировать реальное поведение пользователей и сценарии реального мира. Предоставляет данные о производительности, которые помогают оптимизировать работу приложения;

- Gatling. Инструмент тестирования производительности с открытым исходным кодом. Позволяет разработчикам писать эффективные нагрузочные и стресс - тесты для веб - приложений и API. Поддерживает мониторинг в реальном времени, визуализацию данных о производительности и бесшовную интеграцию с популярными конвейерами CI / CD;

NeoLoad. Платформа тестирования производительности, которая поддерживает гибкие и DevOps рабочие процессы. Автоматизирует разработку, развёртывание и управление тестами производительности, облегчает сотрудничество между членами команды и предоставляет аналитику производительности в режиме реального времени.

Таким образом, преролл остаётся эффективным инструментом цифрового маркетинга, если правильно подходить к созданию и настройке рекламы. Соблюдение рекомендаций по содержанию ролика, его хронометражу позволят минимизировать недостатки формата и использовать его сильные стороны для достижения цели.

Список использованных источников:

1. Панкратов, Ф. Г. Основы рекламы: учебник / Ф. Г. Панкратов, Ю. К. Баженов, В. Г. Шахурин. – 18 - е изд., стер. – Москва: Дашков и К°, 2022. – 538 с.:

ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: [https:// biblioclub.ru / index.php?page=book&id=684499](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684499)

2. Пономарёва, Е. А. Бренд - менеджмент: учебник и практикум для вузов / Е. А. Пономарёва. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 341 с. — (Высшее образование). — ISBN 978 - 5 - 9916 - 9046 - 1. — Текст:элек - тронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: [https:// urait.ru / bcode / 536537](https://urait.ru/bcode/536537)

3. Оверби, Х. Цифровая экономика: как информационно - коммуникационные технологии влияют на рынки, бизнес и инновации: учебник / Х. Оверби, Я. А. Одестад; под научной редакцией М. И. Левина; перевод с английского И. М. Агеевой, Н. В. Шиловой. — Москва: Дело РАНХиГС, 2022. — 288 с. — ISBN 978 - 5 - 85006 - 391 - 7. — Текст: электронный // Лань: электронно - библиотечная система. — Режим доступа: по подписке. — URL: [https:// e.lanbook.com / book / 293072](https://e.lanbook.com/book/293072)

4. Овсянников, А. А. Современный маркетинг: учебник и практи - кум для вузов / А. А. Овсянников. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 582 с. — (Высшее образование). — ISBN 978 - 5 - 534 - 17729 - 9. — Текст:элек - тронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: [https:// urait.ru / bcode / 545086](https://urait.ru/bcode/545086)

© Ягодкин Д.А., Глебов А.Р, Шалимов А.Д.,2026

Ягодкин Д.А.

старший преподаватель СИУ – филиала РАНХиГС

г. Орёл, РФ

Матус Ю.Г.

Студентка СИСПСП

г. Орёл, РФ

Тангриев Б.Ю.

Студент СИСПСП

г. Орёл, РФ

АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ НАПИСАНИЯ LIGHTHEADLESS

Аннотация

В статье рассматривается проблема выбора технологической платформы для создания простого сайта с длинной прокруткой — лендинга, способного принимать заявки и отображать новости. Анализируются недостатки распространённых решений

Ключевые слова

Лендинг, веб - разработка, Go (язык программирования), REST API, SQLite, CGO, CMS, CRM, VPS, modernc.org / sqlite, mattn / go - sqlite3.

Для создания простейшего сайта с длинной прокруткой, способного принимать заявки и показывать новости, разработчик оказывается перед выбором: использовать готовую CMS с кучей зависимостей, купить SaaS - подписку или написать сайт самостоятельно.

Легковесное приложение, построенное вокруг концепции REST API (это архитектурный стиль взаимодействия между клиентом и сервером через HTTP, который определяет принципы построения API, обеспечивая стандартизированный и эффективный обмен данными между различными системами), на языке программирования Go состоит из нескольких модулей:

- модуль хранения данных (база данных);
- API - сервер для взаимодействия с клиентом;
- простая админ - панель для редактирования контента.

Такая структура обеспечивает высокую скорость разработки и лёгкость масштабирования. Однотипный лендинг не выведет бизнес на новый уровень, однако сможет решить две основные задачи:

- сбор заявок;
- показ актуальных новостей или акции.

Требования к серверной части приложения, которая отвечает за обработку запросов от клиента, работу с базой данных и бизнес - логику при этом скромные. Для реализации необходимо:

- REST API для публичных запросов (запись заявки, получение новостей);
- административная панель для менеджеров;
- интеграция с CRM;
- простое развёртывание при минимальных затратах (VPS).

REST API широко используется в веб - разработке для интеграции сервисов и приложений. Его главная особенность — использование принципов REST, которые делают взаимодействие логичным, простым и масштабируемым. REST API позволяет приложениям обмениваться данными независимо от языков программирования и платформ. Сервер предоставляет ресурсы в виде данных, а клиент получает к ним доступ с помощью стандартных HTTP - запросов. Каждый ресурс в REST API имеет уникальный идентификатор (URI) и управляется с помощью методов HTTP. Это делает взаимодействие между клиентом и сервером понятным и предсказуемым. Однако различные CMS такой набор требований закрыть, без дополнительных затрат в программировании или к косвенных расходов в бизнесе - не способны. Например, WordPress с плагинами — это PHP и MySQL, Strapi — это Node.js и сложная конфигурация, Ghost — блог - движок, а не CRM - интегратор, Directus — избыточен для одной страницы. Решение данной проблемы - написать специализированный инструмент на Go, который будет помещаться в один файл и разворачивается командой / cms.

Главной проблемой реализации стало использование SQLite без CGO. Классический драйвер mattn / go - sqlite3 требует CGO и компилятора C. Это означает что процесс создания исполняемого кода для платформы, отличной от

той, на которой запущен сам компилятор не даст собрать финальный файл. Для проекта, который должен легко собираться под Linux с Windows это не подходит.

Решение данной проблемы может стать [modernnc.org / sqlite](https://modernnc.org/sqlite). Это полноценный порт SQLite на Go, транслированный из C автоматическими инструментами. API совместимо с `database / sql` и CGO больше не нужен (рис.1).

```
import (
    "database/sql"
    _ "modernnc.org/sqlite"
)

func Open(path string) (*sql.DB, error) {
    db, err := sql.Open("sqlite", path)
    if err != nil {
        return nil, err
    }

    // WAL-режим: конкурентные читатели + один писатель без блокировок
    pragmas := []string{
        "PRAGMA journal_mode=WAL",
        "PRAGMA busy_timeout=5000",
        "PRAGMA foreign_keys=ON",
        "PRAGMA synchronous=NORMAL",
    }
    for _, p := range pragmas {
        if _, err := db.Exec(p); err != nil {
            return nil, fmt.Errorf("pragma %q: %w", p, err)
        }
    }
    return db, nil
}
```

Рисунок1. Автоматическая трансляция кода SQLite

Источник: разработано автором

Для параллельного чтения базы данных пока идет запись необходимо установить WAL (Write - Ahead Logging). Это важно при одновременных запросах к публичному API и работе в административной панели.

- CGO _ ENABLED=0 go build - o cms. / cmd / server — и файл, содержащий данные в двоичном формате готов. Также это позволит избежать зависимости на хосте.

Вместо веб - фреймворка лучше использовать стандартную библиотеку. Для этого проекта необходимо использовать - net / http, так как если будут добавлены Gin, то это увеличит дерево зависимостей на десятки пакетов.

Маршрутизация по HTTP - методам и путям для подобных одностраничных сайтов нужна простая, без path parameters {id} в сложном стиле, поэтому полноты stdlib вполне достаточно. Каждый слой middleware виден и понятен без погружения в чужой фреймворк, а маршрутизатором станет http.ServeMux с явной проверкой метода (рис.2).

```

mux := http.NewServeMux()

// Публичный API
mux.Handle("/api/leads", rateLimiter(http.HandlerFunc(h.CreateLead)))
mux.Handle("/api/news", http.HandlerFunc(h.ListNews))
mux.Handle("/api/news/", http.HandlerFunc(h.GetNews))

// Статика и загрузки
mux.Handle("/uploads/", http.StripPrefix("/uploads/", http.FileServer(http.Dir(uploadPath))))

// Административная панель
mux.Handle("/admin/", authMiddleware(sessionStore, adminHandler))

```

Рисунок 2. http.ServeMux маршрутизатор
Источник: разработано автором

Цепочка выглядит так: logger → rateLimiter → auth → csrfCheck → handler. Это достигается в рамках слойной архитектуры — подхода к проектированию программного обеспечения, который разделяет систему на несколько независимых слоёв. Каждый слой является отдельной функцией и тестируется независимо, это позволяет упростить разработку, тестирование и поддержку приложения.

Административная панель использует HTML - формы с HTMX. Без CSRF - защиты любая страница в браузере менеджера могла бы отправить форму от его имени из - за уязвимости межсайтовой подделки запросов. CSRF — это атака, при которой злоумышленник заставляет пользователя выполнить нежелательное действие на веб - сайте, на который он уже аутентифицирован, используя его учётные данные. Чтобы избежать проблем необходимо поставить синхронизирующий токен (Synchronizer Token Pattern) (рис.3).

```

func generateCSRFToken(sessionID, secret string) string {
    mac := hmac.New(sha256.New, []byte(secret))
    mac.Write([]byte(sessionID))
    return hex.EncodeToString(mac.Sum(nil))
}

func validateCSRFToken(r *http.Request, sessionID, secret string) bool {
    token := r.FormValue("csrf_token")
    if token == "" {
        token = r.Header.Get("X-CSRF-Token") // для HTMX-запросов
    }
    expected := generateCSRFToken(sessionID, secret)
    return hmac.Equal([]byte(token), []byte(expected))
}

```

Рисунок 3. Установка Synchronizer Token Pattern
Источник: разработано автором

Токен привязан к сессии через HMAC, а значит без знания секретной информации подделать его невозможно. hmac.Equal использует константное время сравнения, исключая timing - атаки. Токен встраивается в каждую форму, а для HTMX - запросов (которые отправляются через hx - post) токен добавляется в заголовок через глобальную конфигурацию.

Если публичный API для записи заявок открыт и работает в режиме – «без аутентификации», то он становится уязвимым. Аутентификация проверяет личность пользователя или системы, и без неё API открыт для всех — любой может читать данные, создавать ресурсы, удалять записи. Чтобы избежать этого необходимо задать ограничение не более 10 запросов в минуту с одного IP адреса (рис.4).

Для проверки безопасности можно использовать OWASP - чеклист (см. табл. 1). Это руководство, которое помогает систематически выявлять, оценивать и устранять уязвимости в веб - приложениях. Оно охватывает различные аспекты безопасности: от сбора информации до обработки ошибок.

Таблица 1 - OWASP - чеклист

Угроза	Защита
1	2
SQL injection	Параметризованные запросы везде, никакой конкатенации строк
XSS	html / template экранирует всё по умолчанию
CSRF	HMAC - SHA256 токены, привязанные к сессии
Session hijacking	Криптографически случайные 32 - байтовые ID
Brute force	Rate limit 10 req / min на IP для публичного API
Password storage	bcrypt с cost=10
Path traversal	http.FileServer не выходит за пределы директории

```

type IPLimiter struct {
    visitors sync.Map // map[string]*rate.Entry
    mu       sync.Mutex
}

type entry struct {
    count int
    resetAt time.Time
}

func (l *IPLimiter) Allow(ip string) bool {
    now := time.Now()
    val, _ := l.visitors.LoadOrStore(ip, &entry{resetAt: now.Add(time.Minute)})
    e := val.(*entry)

    l.mu.Lock()
    defer l.mu.Unlock()

    if now.After(e.resetAt) {
        e.count = 0
        e.resetAt = now.Add(time.Minute)
    }
    if e.count >= 10 {
        return false
    }
    e.count++
    return true
}

```

Рис.4. Создание ограничения для IP адресов

Особый акцент был сделан на html / template вместо text / template. Он автоматически экранирует данные в зависимости от того, куда они вставляются —

в HTML - атрибут, JavaScript - блок или URL. Это исключает целый класс XSS - уязвимостей.

Итоговые характеристики файла:

- размер, примерно 20 МБ (включает все шаблоны и статику);
- зависимости runtime: ноль (SQLite внутри бинарника)
- время ответа / api / leads: < 100 мс
- тестов - 125, все проходят с - case
- строк кода - 5 900

Список использованных источников:

1. Богатенков, С. А. Разработка сайтов и web - приложений: учебное пособие для вузов / С. А. Богатенков, Е. В. Бунова, В. В. Костерин. – Санкт - Петербург: Лань, 2025. – 96 с. – ISBN 978 - 5 - 507 - 52835 - 6. – Текст: электронный // Лань: электронно - библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/502463>;

2. Полуэктова, Н. Р. Разработка веб - приложений: учебник для вузов / Н. Р. Полуэктова. — 2 - е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 204 с. — (Высшее образование). — ISBN 978 - 5 - 534 - 18645 - 1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/567610>;

3. Тузовский, А. Ф. Проектирование и разработка web - приложений: учебник для вузов / А. Ф. Тузовский. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 219 с. — (Высшее образование). — ISBN 978 - 5 - 534 - 16300 - 1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561176>

© Ягодкин Д.А., Матус Ю.Г., Тангриев Б.Ю., 2026

Яковлев Д. С.

Студент 2 курса

Ульяновский государственный технический университет

г. Ульяновск, Российская Федерация

Розанов Ф. И.

кандидат философских наук, доцент,

доцент кафедры философии УлГТУ

Ульяновский государственный технический университет

г. Ульяновск, Российская Федерация

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ. ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО ЭТАПА РАЗВИТИЯ ЛИТОГРАФИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ В РФ

Аннотация

Достижение цифрового суверенитета невозможно без собственной микроэлектронной базы, сердцем которой является литография. Санкционное давление объединенного запада и США перевело этот вопрос из экономической в стратегическую плоскость, заставляя российскую

промышленность искать нестандартные выходы. Пока мировые гиганты, такие как тайваньская TSMC, американская Intel и южнокорейский Samsung, задают тон в глобальной гонке техпроцессов, российские компании, включая «Микрон», «Байкал Электроникс» и Группу «Элемент», фокусируются на создании собственных литографических решений и наращивают выпуск чипов. Статья посвящена тому, как отечественная литография адаптируется к новым реалиям и почему ставка на суверенные разработки сегодня — это не просто импортозамещение, а создание прочного фундамента технологической независимости завтрашнего дня.

Ключевые слова

микроэлектроника, техпроцесс, технологический суверенитет, литография, EUV - литография, DUV - литография.

Введение

События 2022 года, и последующее за ними санкционное давление на российскую экономику, вынудили отечественную электронную промышленность пересмотреть отношение к собственному машиностроению. Долгие годы наше отечество придерживалось политики открытости, целенаправленного приобретения и применения иностранных технологий, не уделяя должного внимания разработке конкурентоспособных аналогов импортного оборудования. Однако, прекращение поставок со стороны мировых лидеров — нидерландской ASML, японских Nikon и Canon — превратило проблему отсутствия собственных литографов из теоретической в сугубо практическую. В настоящей статье предпринимается попытка дать объективную оценку текущему состоянию дел в этой сфере, выделив реальные достижения.

Освоенный техпроцесс

Наиболее наглядным результатом последних лет является начало серийного производства и продаж первого российского фотолитографа с разрешением 350 нанометров. Эта разработка, выполненная Зеленоградским нанотехнологическим центром (ЗНТЦ) в кооперации с белорусским ОАО «Планар», прошла государственную приёмку в 2025 году, а уже в 2026 году поступила в распоряжение заказчиков — в первую очередь, АО «Микрон»[1].

Важно понимать, что данная установка не является точной копией советских разработок начала 1990 - х годов. Инженеры ЗНТЦ реализовали в ней ряд принципиально новых решений. Прежде всего, это применение твердотельного лазера вместо традиционной ртутной лампы, что обеспечивает большую стабильность и долговечность источника излучения. Значительно увеличено рабочее поле — с 3,2×3,2 мм до 22×22 мм, а максимальный диаметр обрабатываемых пластин вырос со 150 до 200 мм, что соответствует современным производственным стандартам. Производительность литографа достигает 43 пластин диаметром 200 мм в час[1]. Базовая цена оборудования составляет порядка 392 млн рублей, что, по оценкам отраслевых экспертов, на десятки процентов ниже стоимости зарубежных аналогов сопоставимого класса[1].

350 - нанометровый техпроцесс не относится к передовым. Однако его критически важно рассматривать не как конечную цель, а как некую важную ступень собственного производства. На этом уровне можно выпускать широчайший спектр изделий, необходимых для оборонной и гражданской промышленности:

микроконтроллеры для автомобильной электроники, чипы для банковских карт и паспортов, датчики, силовую электронику, компоненты для космических аппаратов, требующие повышенной радиационной стойкости. Именно этот сегмент рынка долгое время оставался без отечественного оборудования, и появление российского литографа закрывает эту критическую потребность.

Динамика разработок обнадеживает: уже к концу 2026 года ожидается опытный образец литографа на 130 нм, также 2026 году стартуют работы над моделью для 90 - нм техпроцесса[1]. Таким образом, можно говорить о формировании целостной дорожной карты, рассчитанной на ближайшие 5 - 7 лет.

Перспективные направления

Параллельно с практическими разработками в области DUV - литографии (глубокий ультрафиолет), которая лежит в основе 350 - нм и 130 - нм машин, в России ведутся исследования, нацеленные на преодоление технологических барьеров. Наиболее интересные результаты в этой сфере связаны с переходом в рентгеновский диапазон.

Учёные из Центра Келдыша, ТРИНИТИ и Института спектроскопии РАН предложили концептуально новый подход к генерации излучения для литографии. Вместо классической длины волны 13,5 нм (в машинах ASML), они предлагают перейти к более короткой волне — 6,7 нм[2]. Теоретически это позволит упаковывать транзисторы на подложке значительно плотнее, обеспечив переход на нормы 1–3 нм.

Главная сложность подобных проектов — не столько в генерации излучения, сколько в защите оптики от загрязнения. Традиционные методы подачи мишени (например, капли олова) приводят к разлёту микронных осколков, которые оседают на зеркалах и разрушают вакуумные насосы. Российские инженеры предложили оригинальное решение: формировать в зоне облучения не твёрдую мишень, а газовое облако из редкоземельных металлов (гадолиния или тербия)[2]. Работа опубликована в рецензируемом журнале «Успехи прикладной физики» (том 14, номер 1, 2026 год), что подтверждает её научную значимость. Следующим шагом, по замыслу авторов, должно стать создание лабораторного макета установки.

Другое перспективное направление связано с использованием синхротронного излучения. Учёные Новосибирского государственного университета в кооперации с институтами СО РАН предлагают создать специализированную станцию на базе Центра коллективного пользования «Сибирский кольцевой источник фотонов» (СКИФ). Проект получил название «Орел - 7»[3]. Теоретически рентгеновская литография позволяет обходить дифракционный предел, характерный для оптических систем, что открывает возможности для создания элементов нанометрового размера с высокой производительностью. Однако следует отметить, что промышленное использование синхротронов для литографии — крайне капиталоемкое решение, и на данный момент проект находится на этапе научных изысканий и создания цифровых двойников установки[3].

Сдерживающие факторы

Несмотря на впечатляющие новости о разработках, перед отраслью стоят серьёзные проблемы. Первая из них — кадровый голод. Разработка и

обслуживание литографического оборудования требует специалистов высочайшей квалификации на стыке физики, оптики, механики и программирования.

Вторая, наиболее важная проблема — нестабильность финансирования и непоследовательность государственной политики. Так, в конце 2025 года Минпромторг отменил ряд критически важных тендеров. В частности, был снят тендер на освоение производства слитков фторида кальция монокристаллического — материала, необходимого для создания оптических элементов эксимерных лазеров, без которого невозможно производство литографов для техпроцессов 90 нм и ниже[4]. Сумма тендера составляла 1,6 млрд рублей. Официальные причины отмены не называются, однако эксперты связывают это с перераспределением бюджетов в условиях общего дефицита средств[4].

Эта ситуация иллюстрирует имеющиеся проблемы: амбициозные планы (планируемая разработка 90 - нм, 65 - нм, 28 - нм литографов к 2030 году) вступают в противоречие с реалиями ресурсного обеспечения. Отсутствие собственной высококачественной оптики — это фундаментальное ограничение. Можно создать совершенную механическую систему, но без линз и зеркал, способных работать с экстремальным ультрафиолетом, о передовых техпроцессах не может быть и речи.

Заключение

После долгих лет стагнации отрасль литографии продемонстрировала способность создавать конкурентоспособные промышленные образцы оборудования. Запуск 350 - нм литографа — это важнейший шаг к восстановлению технологического суверенитета в области производства микросхем для оборонной, космической и гражданской инфраструктуры.

Однако технологический разрыв между созданным российским оборудованием (350 нм — 130 нм) и мировым уровнем (2–3 нм с переходом на 1,4 нм) колоссален и составляет около 20 лет. Более того, его преодоление невозможно только за счёт государственного энтузиазма и инженерной мысли. Требуются долгосрочные, стабильные инвестиции в фундаментальную науку и материаловедение. Будущее российской микроэлектроники зависит не только от скорости разработки следующего техпроцесса, но и подготовки инженеров, способных работать с современным оборудованием.

Список источников

1. Генеральный директор АО «ЗНТЦ» Анатолий Ковалёв — о литографе для микроэлектроники [Электронный ресурс] // Время электроники. — 27.04.2026 — URL: <https://russianelectronics.ru/v-zntcz-sozdayut-budushhee-rossijskoj-mikroelektroniki/> (дата обращения: 21.05.2026).

2. Шлойдо А. И., Туркин А. В., Саркаров Н. Э. Михайлов А. Д., Чернов Д. О., Иванов В. В., Кривцун В. М., Гаязов Р. Р. Параметры и варианты построения устройства формирования мишени для генерации излучения в рентгеновском спектральном диапазоне // Успехи прикладной физики. — 2026. — Т. 14, № 1.

3. Центр искусственного интеллекта НГУ стал одним из ключевых участников проекта нового рентгеновского литографа // Официальный сайт Исследовательского центра в сфере искусственного интеллекта НГУ (ЦИИ НГУ). — 25.02.2026 — URL: <https://cai.nsu.ru/node/88> (дата обращения: 21.05.2026).

4. Будущее современных российских литографов в опасности: Минпромторг отменил критически важные работы [Электронный ресурс] // CNews. — 03.12.2025 — URL: https://importfree.cnews.ru/news/top/2025-12-03_budushchee_sovremennyh_rossijskih (дата обращения: 21.05.2026).

© Яковлев Д. С., 2026

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ



ECONOMIC SCIENCES

Бычков З.Г.

студент

Академия управления при Президенте Республики Беларусь
г. Минск, Республика Беларусь

Научных руководитель: Костюкова С.Н.

кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры экономического развития и менеджмента
Академия управления при Президенте Республики Беларусь
г. Минск, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ ОБОРАЧИВАЕМОСТИ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ НА ФИНАНСОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация

В статье проведен анализ влияния оборачиваемости оборотных средств на финансовые результаты химического предприятия. Установлено, что замедление оборачиваемости краткосрочных активов и рост продолжительности оборота готовой продукции негативно влияют на ликвидность и рентабельность предприятия. Сделан вывод о необходимости ускорения реализации продукции, оптимизации запасов и совершенствования управления оборотным капиталом как условий повышения эффективности деятельности предприятия.

Ключевые слова

Оборачиваемость, оборотные средства, финансовые результаты, ликвидность, рентабельность, операционный цикл, финансовая устойчивость.

В современных условиях хозяйствования эффективность деятельности предприятия во многом определяется не только величиной прибыли, но и скоростью оборота капитала. Для промышленных предприятий проблема рационального использования оборотных средств приобретает особую актуальность, поскольку замедление их оборачиваемости приводит к ухудшению ликвидности, росту потребности в заемном финансировании и снижению финансовой устойчивости организации. В научной литературе отмечается, что ускорение оборачиваемости оборотных средств является одним из ключевых факторов повышения эффективности деятельности предприятия и улучшения его финансовых результатов [1].

Оборотные средства представляют собой совокупность денежных ресурсов, авансируемых в текущую деятельность предприятия и полностью потребляемых в течение одного производственного цикла. Эффективность их использования характеризуется системой показателей оборачиваемости, отражающих скорость прохождения средств через стадии снабжения, производства и реализации продукции [2].

Замедление оборота капитала приводит к увеличению продолжительности операционного цикла, росту объема средств, отвлеченных в запасы и дебиторскую задолженность, а также снижению общей рентабельности деятельности предприятия. В связи с этим анализ оборачиваемости позволяет выявить наиболее проблемные элементы финансово - хозяйственной деятельности организации и определить направления повышения эффективности ее функционирования.

Анализ проведем на примере одного из предприятий химической промышленности Республики Беларусь.

Анализ финансовой отчетности предприятия показывает, что в 2022–2024 гг. (Таблица 1) наблюдается снижение выручки от реализации продукции и ухудшение показателей оборачиваемости оборотных активов.

Коэффициент оборачиваемости краткосрочных активов снизился, а продолжительность одного оборота увеличилась. Это свидетельствует о существенном замедлении движения капитала и снижении эффективности использования оборотных средств.

Таблица 1 – Основные показатели финансово - хозяйственной деятельности предприятия (2022–2024 гг.)

Показатель	2022	2023	2024
Выручка от реализации, тыс. руб.	828 034	677 628	602 917
Прибыль от реализации, тыс. руб.	–12 333	56	201
Рентабельность продаж, %	–1,49	0,008	0,011
Коэффициент оборачиваемости краткосрочных активов, обороты	2,87	3,97	2,62
Продолжительность одного оборота краткосрочных активов, дней	125	91	137
Коэффициент оборачиваемости готовой продукции, обороты	44,3	24,6	17,4
Продолжительность оборота готовой продукции, дней	8	15	21

Источник: собственная разработка на основе финансовой отчетности организации.

Проведенный анализ показал, что ключевой причиной ухудшения показателей оборачиваемости стало снижение объемов реализации продукции при одновременном росте средней стоимости краткосрочных активов. В 2024 году выручка сократилась примерно на 11 %, тогда как величина краткосрочных активов увеличилась более чем на треть.

Наиболее негативные изменения наблюдаются в сфере обращения готовой продукции, где отмечается замедление ее реализации и увеличение остатков на складах предприятия. Это свидетельствует о наличии проблем в сбытовой деятельности и несоответствии темпов производства скорости реализации продукции. В результате значительный объем денежных средств отвлекается в запасы, что приводит к ухудшению ликвидности и росту потребности в дополнительном финансировании текущей деятельности.

В то же время показатели оборачиваемости незавершенного производства остаются относительно стабильными, что указывает на отсутствие существенных проблем непосредственно в производственном процессе. Следовательно, ключевым проблемным элементом операционного цикла предприятия является именно стадия реализации продукции.

Дополнительное влияние на снижение эффективности использования оборотного капитала оказал рост денежных средств на специальных счетах, связанных с реализацией инвестиционных проектов предприятия. Несмотря на инвестиционный характер данного фактора, временное отвлечение значительного объема финансовых ресурсов также способствовало замедлению оборачиваемости оборотных средств.

В целом ухудшение показателей оборачиваемости негативно отражается на финансовых результатах предприятия, поскольку приводит к увеличению продолжительности операционного цикла, росту затрат на хранение запасов и снижению рентабельности деятельности. В связи с этим повышение эффективности деятельности исследуемого предприятия должно быть связано прежде всего с ускорением реализации продукции, совершенствованием сбытовой политики, оптимизацией запасов и повышением эффективности управления оборотными средствами.

Таким образом, проведенное исследование подтверждает наличие тесной взаимосвязи между оборачиваемостью оборотных средств и финансовыми результатами предприятия. Замедление оборота капитала приводит к ухудшению ликвидности и снижению эффективности деятельности организации, тогда как ускорение оборачиваемости выступает важнейшим резервом повышения финансовой устойчивости и рентабельности промышленного предприятия.

Список использованной литературы:

1. Пути повышения эффективности использования оборотных средств / fnow.ru. – URL: <https://fnow.ru/articles/puti-povysheniya-effektivnosti-ispolzovaniya-oborotnykh-sredstv> (дата обращения: 14.05.2026).
2. Оборотные средства: что это такое и для чего нужны / Fintablo.ru. – URL: <https://fintablo.ru/finances/oborotnye-sredstva-chto-eto> (дата обращения: 14.05.2026).

Гуреев А.В. — аспирант Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (Москва)

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ БИЗНЕС - СТРАТЕГИЙ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ В КОНТЕКСТЕ МЕЖДУНАРОДНОГО БИЗНЕСА

Аннотация

В статье рассматриваются основные бизнес - стратегии управления организацией в контексте международного бизнеса, включая глобальную, мультинациональную и международную, каждая из которых обладает специфическими преимуществами и ограничениями, определяющими область их применимости в зависимости от отраслевых условий, этапа интернационализации и культурной дистанции. Отмечается, что в современной практике крупные компании, как правило, прибегают к гибридным комбинациям указанных стратегий, динамически балансируя между глобальной интеграцией и локальной отзывчивостью в зависимости от функциональной области, продукта и рыночного контекста.

Ключевые слова: менеджмент, международный бизнес, управление организацией, управленческие решения.

Бизнес - стратегии управления организацией в контексте международного бизнеса представляют собой комплексные подходы к координации глобальных операций, распределению ресурсов, принятию решений и позиционированию компании на мировых рынках, и каждая из них обладает определёнными преимуществами и недостатками, определяющими её применимость в зависимости от отраслевой специфики, масштаба компании, этапа интернационализации и условий внешней среды.

Глобальная стратегия, ориентированная на максимальную стандартизацию продуктов, процессов и маркетинга во всех странах присутствия с централизованным управлением из штаб - квартиры, обеспечивает значительную экономию на масштабе производства, закупок и логистики, единый глобальный бренд и чёткое позиционирование, позволяя добиваться низкой себестоимости и предсказуемого качества, но при этом страдает от низкой адаптивности к локальным потребительским предпочтениям, культурным и правовым особенностям, неспособности быстро реагировать на местные рыночные сигналы и уязвимости перед гибкими локальными конкурентами, способными предложить более релевантный продукт. Такая стратегия наиболее эффективна в отраслях с высоким давлением на издержки и универсальными потребностями потребителей, но может приводить к значительным потерям доли рынка в странах с высокой культурной дистанцией.

Мультинациональная (многонациональная) стратегия, напротив, предполагает высокую степень децентрализации и адаптации к условиям каждого рынка, где местные подразделения обладают значительной автономией в разработке продуктов, ценообразовании, продвижении и каналах сбыта. Преимуществами являются глубокая локализация предложения, высокая релевантность потребностям и ожиданиям, способность оперативно реагировать на изменения локальной конкурентной среды и регуляторные требования, а также формирование прочных связей с местными партнёрами и сообществами, однако недостатками выступают дублирование функций и высокие операционные издержки, сложность координации глобального бренда и риск его размывания, ограниченная способность к трансферу знаний и передовых практик между подразделениями, а также значительная нагрузка на местный менеджмент, требующий высокой квалификации в специфических условиях рынка.

Международная стратегия, занимающая промежуточное положение, предполагает, что компания выводит на зарубежные рынки продукты и бизнес - модели, разработанные на домашнем рынке, с минимальной адаптацией, полагаясь на централизованный контроль и передачу ноу - хау из штаб - квартиры; она позволяет быстро масштабировать успешную бизнес - модель без значительных инвестиций в локализацию, но оказывается уязвимой перед культурными барьерами, локальными регуляторными требованиями и более адаптированными конкурентами на зрелых рынках, а также ограничивает способность компании учиться на местных инновациях и использовать локальные компетенции для глобального развития.

На практике большинство крупных международных компаний не придерживаются одной чистой стратегии, а используют гибридные комбинации, варьируя степень стандартизации и децентрализации по различным функциям, продуктовым категориям и географическим регионам, и постоянно реконфигурируют баланс между интеграцией и адаптацией по мере накопления опыта и изменения глобальной конкурентной среды.

Список использованной литературы:

1. Гвоздева Д.А. Стратегии ведения бизнеса на международном рынке / Гвоздева Д.А. // Научный Лидер. 2022. № 4 (49). С. 197 - 199.
2. Гуреев А.В. Управление организацией при выходе на внешний рынок на основе алгоритмизации выбора международных бизнес - стратегий / Гуреев А.В. // Вестник Академии знаний. 2026. № 1 (72). С. 728 - 732.
3. Серых Д.А. Эффективность международных бизнес - стратегий: статистика и анализ ключевых показателей / Серых Д.А., Широкова О.В. // Экономика и социум. 2024. № 12 - 1 (127). С. 1060 - 1064.

© Гуреев А.В., 2026

Дудаева А. Ю.

Магистрант 2 курса

Дипломатической академии МГИМО МИД России,

г. Москва, РФ

МЕХАНИЗМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТРАН БРИКС В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ

Аннотация

Актуальность статьи определяется ростом роли БРИКС в мировой энергетике после расширения объединения. Цель исследования систематизировать ключевые механизмы энергетического взаимодействия стран БРИКС. На основе анализа документов, проектов и торговой динамики выделены институционально - координационная, инвестиционно - проектная и ресурсно - сырьевая модели сотрудничества.

Данная статья выполнена в рамках написания магистерской диссертации.

Ключевые слова

БРИКС; энергетическая безопасность, энергетическое сотрудничество; Новый банк развития; возобновляемая энергетика; нефтегазовые проекты; энергетический переход.

Введение

Энергетика остается одной из сфер, в которой расширение БРИКС наиболее заметно меняет содержание многостороннего сотрудничества.

Первоначально объединение было ориентировано преимущественно на координацию крупных развивающихся экономик, однако с включением новых участников оно стало охватывать не только крупные рынки спроса, но и значимые центры добычи, переработки, транспортировки и технологического развития энергетики. В результате БРИКС постепенно превращается в площадку, где вопросы энергетической безопасности, устойчивого развития, климатической политики и инвестиционного финансирования рассматриваются во взаимосвязи.

После присоединения Египта, Эфиопии, Ирана и ОАЭ, а затем Индонезии, энергетический профиль объединения стал более неоднородным, но одновременно и более содержательным. Внутри БРИКС присутствуют крупные экспортеры углеводородов, такие как Россия, Иран и ОАЭ; крупнейшие потребители энергоресурсов, прежде всего Китай и Индия; государства с растущим спросом на электроэнергию и инфраструктуру; а также страны, заинтересованные в привлечении инвестиций в атомную энергетику, ВИЭ, газовую инфраструктуру и сети. Именно эта разнородность делает энергетическое сотрудничество не линейным, а многоуровневым [13].

Научная проблема состоит в том, что БРИКС не является интеграционным объединением по типу наднационального энергетического союза. У него нет единого регулирующего органа, общего энергетического рынка и обязательных

для всех участников правил торговли энергоресурсами. В связи с этим взаимодействие строится не через жесткую институциональную иерархию, а через набор гибких механизмов: политические консультации, министерские встречи, совместные декларации, исследовательские платформы, проектное финансирование, двусторонние инвестиционные соглашения и устойчивые экспортно - импортные потоки.

Цель настоящей статьи - раскрыть и систематизировать основные механизмы взаимодействия стран БРИКС в энергетическом секторе. Для достижения данной цели решаются три задачи: определить институциональную основу энергетической координации; охарактеризовать инвестиционно - проектную модель, включая роль Нового банка развития и крупных двусторонних проектов; проанализировать ресурсно - сырьевую модель, основанную на торговле традиционными энергоресурсами между экспортерами и импортерами внутри объединения.

Методологическую основу исследования составляют системный и сравнительный подходы, анализ официальных документов и проектных материалов, а также интерпретация статистических данных по внешней торговле энергоресурсами.

Эмпирическую базу формируют материалы Нового банка развития, сведения о проектной деятельности энергетических компаний и данные Международного торгового центра, использованные для оценки динамики энергетического экспорта России, ОАЭ и Ирана в страны БРИКС за 2016 - 2025 гг. [3].

Институциональная основа энергетической координации БРИКС

Специфика энергетического сотрудничества БРИКС заключается в преобладании координационных, а не наднациональных инструментов. В объединении отсутствует единый энергетический регулятор, поэтому согласование интересов осуществляется через политико - дипломатические форматы, министерские консультации, экспертные площадки и совместные заявления. Такой подход не создает обязательных норм, но позволяет поддерживать диалог между странами с разными энергетическими балансами, климатическими обязательствами и инвестиционными возможностями.

Институционально - координационный механизм выполняет две функции. Во - первых, он формирует общий политический язык энергетического взаимодействия: энергетическая безопасность, справедливый энергетический переход, доступность энергии, технологическое сотрудничество, развитие инфраструктуры и учет интересов стран Глобального Юга. Во - вторых, он создает рамку для перехода от деклараций к проектам. В этом смысле заявления и планы БРИКС нельзя рассматривать как самостоятельный результат; их значение проявляется тогда, когда они становятся основанием для финансирования, строительства, научно - технического обмена или долгосрочных контрактов.

Казанская повестка БРИКС усилила значение вопросов национальных валют, устойчивого финансирования и инфраструктурного развития. Для энергетики это принципиально, поскольку капиталоемкие проекты в добыче, генерации, сетях и переработке особенно чувствительны к валютным рискам, санкционным

ограничениям, стоимости заемного капитала и доступу к технологиям. Поэтому энергетическое взаимодействие в БРИКС постепенно соединяется с финансовой повесткой: развитие расчетов в национальных валютах, роль Нового банка развития и поиск альтернативных каналов финансирования становятся частью энергетической безопасности.

Именно институциональная гибкость, с одной стороны, ограничивает глубину интеграции, а с другой - позволяет БРИКС объединять страны с разными интересами. Для России и Ирана приоритетом является сохранение рынков сбыта и развитие экспортной инфраструктуры; для Китая и Индии - надежность поставок и диверсификация источников энергии; для Египта, Эфиопии и ЮАР - привлечение инвестиций в генерацию и сети; для ОАЭ - сохранение роли крупного энергетического и финансового центра при одновременном развитии низкоуглеродных направлений.

Инвестиционно - проектная модель: финансирование, технологии и инфраструктура

Инвестиционно - проектная модель является наиболее материально выраженной формой энергетического взаимодействия стран БРИКС. Она отличается от обычной торговли тем, что создает долгосрочные обязательства между участниками: проект требует финансирования, технологий, строительства, сервисного сопровождения, подготовки кадров и последующей эксплуатации. В энергетике такая модель особенно значима, поскольку жизненный цикл объектов часто исчисляется десятилетиями.

Финансовым ядром этой модели выступает Новый банк развития. Согласно стратегии на 2022 - 2026 гг., банк ориентирован на финансирование инфраструктуры и устойчивого развития в странах БРИКС и других развивающихся экономиках; при этом 40 % совокупного объема одобрений должны быть направлены на проекты, связанные со смягчением последствий изменения климата и адаптацией, а общий целевой объем финансирования на стратегический период определен в 30 млрд долл. США [6]. Для энергетического сектора это означает институциональную поддержку чистой генерации, энергоэффективности и сетевой инфраструктуры.

Проекты НБР демонстрируют, что банк не навязывает странам единую модель энергетического перехода. В Индии кредит «REC Limited» использовался для финансирования объектов ВИЭ совокупной мощностью около 655 Мвт и связанных линий выдачи мощности [9]. В Бразилии финансирование через BNDES было направлено на развитие альтернативной

возобновляемой энергетики и снижение чрезмерной зависимости электроэнергетики ОТ гидрологических факторов [7]. В Южной Африке кредитная линия для Eskom была связана с развитием сетевой инфраструктуры для интеграции возобновляемых источников [8]. В Китае проект офшорной ветроэнергетики в заливе Путьянь - Пинхай иллюстрирует поддержку новых технологических сегментов низкоуглеродной энергетики [10].

НБР важен не только как кредитор. Его роль шире: банк институционализирует совместные приоритеты, снижает валютные и проектные риски, использует национальные системы регулирования и экологической оценки, а также расширяет практику финансирования в местных валютах. В результате энергетическая

кооперация получает не декларативный, а проектный характер: ее можно измерять через объемы кредитов, построенные мощности, модернизированные сети и достигнутые показатели снижения выбросов.

Наряду с многосторонним финансированием значительную роль играют двусторонние проектные связи. Россия в энергетической повестке БРИКС занимает позицию поставщика ресурсов и технологий, особенно в атомной и нефтегазовой сферах. Российские атомные проекты в Индии, Китае, Египте и Иране показывают, что атомная энергетика выступает не только коммерческим сегментом, но и механизмом долгосрочного межгосударственного взаимодействия. Такая кооперация предполагает поставки оборудования и топлива, инженерное сопровождение, подготовку кадров, сервис и регулирование вопросов ядерной безопасности.

Китай в инвестиционно - проектной модели выполняет иную функцию. Он выступает как крупный источник капитала, подрядчик инфраструктурного строительства, производитель оборудования для ВИЭ и участник нефтегазовых активов за рубежом. Китайские компании вовлечены в энергетические проекты в Бразилии, ЮАР, Эфиопии и на Ближнем Востоке, что усиливает технологическую и финансовую составляющую сотрудничества. Таким образом, в БРИКС постепенно складывается функциональная специализация: одни страны вносят ресурсную базу, другие — спрос и рынок, третьи - капитал, технологии и инфраструктурные компетенции.

Таблица 2 - Проектные формы энергетического взаимодействия стран БРИКС

Направление	Примеры проектов	Участники	Значение для модели взаимодействия
Зеленое финансирование	Кредиты НБР для REC, BNDES, Eskom, офшорной ветроэнергетики в Китае	НБР, Индия, Бразилия, ЮАР, Китай	Переход от политических заявлений к финансированию ВИЭ, сетей и энергоэффективности.
Атомная энергетика	АЭС «Куданкулам», «Тяньвань», «Сюйдапу», «Эль - Дабаа», «Бушер»	Россия, Индия, Китай, Египет, Иран	Долгосрочная технологическая кооперация и укрепление энергетической безопасности.
Нефтегазовая инфраструктура	«Сила Сибири», участие китайских компаний в «Арктик СПГ 2», российско - иранские	Россия, Китай, Иран	Создание устойчивых маршрутов поставок и совместное участие в производственно - логистических цепочках.

	газовые договоренности		
Промышленная кооперация	Производство оборудования для ВИЭ, солнечных панелей, компонентов электромобилей.	Китай, ОАЭ, Бразилия, ЮАР и др.	Связь энергетического перехода с новой индустриализацией и локализацией технологий.

Источник: составлено автором

Ресурсно - сырьевая модель: экспортные потоки и взаимозависимость

Второй крупный механизм взаимодействия - ресурсно - сырьевая модель. Она основана на структурной взаимодополняемости стран - экспортеров и стран - импортеров энергоресурсов. Для БРИКС это особенно важно, поскольку в одном объединении находятся государства с крупными запасами нефти и газа и страны с быстрорастущим спросом на энергию. Такая конфигурация создает внутренний контур энергетического обмена, в котором Россия, ОАЭ и Иран выступают как ключевые поставщики, а Китай и Индия - как основные центры спроса.

Российский энергетический экспорт в страны БРИКС после 2022 г. демонстрирует резкое усиление восточного направления. Переориентация поставок на азиатские рынки привела к росту значения Китая и Индии как покупателей нефти, газа, угля и нефтепродуктов. На уровне инфраструктуры наиболее показательным примером является газопровод «Сила Сибири». В 2025 г. поставки газа по этой магистрали составили 38,8 млрд куб. м, превысив контрактный уровень 38 млрд куб. м; это подтверждает переход российско - китайского газового сотрудничества к более устойчивой фазе [14].

Отдельное значение имеет участие китайских компаний в российских СПГ - проектах. Закрытие сделки по продаже долей в «Арктик СПГ 2» компаниям CNPC и SINOOC закрепило переход Китая от роли покупателя энергоресурсов к роли соинвестора в российской производственно - логистической цепочке СПГ: каждая из китайских компаний получила по 10 % участия в проекте [11]. Для БРИКС это важно, поскольку ресурсно - сырьевая модель становится не только торговой, но и инвестиционной.

Российско - индийское нефтегазовое взаимодействие также выходит за рамки импорта сырья. Индийские компании участвуют в российских добычных активах, включая проекты на Дальнем Востоке и в Восточной Сибири; в свою очередь, российский капитал представлен в индийской нефтепереработке. Такая связка показывает, что ресурсная модель внутри БРИКС может развиваться как взаимное участие в активах, а не только как поставка сырья от экспортера к импортеру [5].

ОАЭ в ресурсно - сырьевой модели занимают позицию диверсифицированного экспортера нефти и нефтепродуктов. Их поставки преимущественно ориентированы на азиатские рынки, прежде всего Индию и Китай. В отличие от России, где после 2022 г. рост роли стран БРИКС связан с изменением направлений экспортных потоков, модель ОАЭ отличается большей зависимостью от мировой нефтяной конъюнктуры и гибкостью логистических маршрутов.

Иран обладает крупным ресурсным потенциалом, однако его официальная торговля энергоресурсами с участниками БРИКС ограничивается санкционными барьерами, финансовыми ограничениями и транспортно - страховыми рисками. Тем не менее вступление Ирана в расширенный формат БРИКС усиливает стратегическую ресурсную базу объединения. Меморандум между «National Iranian Oil Company» и «Газпромом» на сумму около 40 млрд долл. США, подписанный в 2022 г., охватывал разработку месторождений, СПГ - направление и экспортную инфраструктуру, что показывает потенциал будущего евразийского энергетического контура[12].

Представленные статистические данные показывают, что ресурсно - сырьевая модель не является статичной. Она меняется под воздействием санкций, ценовой конъюнктуры, логистики, роста спроса в Азии и расширения состава БРИКС. Наиболее заметная трансформация произошла в российском экспорте, где после 2022 г. резко выросла доля стран объединения. Это подтверждает формирование внутри БРИКС устойчивых энергетических потоков, прежде всего между Россией, Китаем и Индией.

На рисунке 1 видно, что экспорт энергоресурсов из России в страны БРИКС в стоимостном выражении существенно вырос в 2022 - 2024 гг. Рост обеспечен прежде всего поставками в Китай и Индию, тогда как доля африканских направлений остается ограниченной. Такое распределение объясняется как масштабом спроса, так и наличием транспортной инфраструктуры, контрактной базы перерабатывающих мощностей у крупнейших азиатских партнеров.



Рисунок 1 – Экспорт энергоресурсов из России в страны БРИКС за 2016 - 2025 гг., млн долл. США

Источник: составлено автором на основе данных Международного торгового центра [3].

Экспорт энергоресурсов из ОАЭ имеет иную структуру. Он в большей степени концентрируется на нефти и нефтепродуктах, а ключевыми направлениями выступают Индия и Китай. По сравнению с Россией, динамика ОАЭ менее связана с вынужденной переориентацией потоков и в большей степени отражает традиционную роль стран Персидского залива в обеспечении азиатского спроса. При этом рост доли стран БРИКС в экспорте ОАЭ показывает, что расширенный состав объединения усиливает значение азиатского энергетического рынка.



Рисунок 2 – Экспорт энергоресурсов из ОАЭ в страны БРИКС за 2016 - 2025 гг., млн. долл. США
 Источник: составлено автором
 на основе данных Международного торгового центра [3].

Иранский экспорт демонстрирует наиболее нестабильную картину. После 2018 г. его официальные поставки в Индию и Китай резко сократились, что связано с санкционным давлением и ограничением доступа к международной финансовой и транспортной инфраструктуре. Однако ограниченность текущих показателей не отменяет стратегического значения Ирана для БРИКС. При смягчении внешних ограничений или создании альтернативных механизмов расчетов и страхования Иран способен усилить газовую и нефтяную составляющую энергетического сотрудничества.



Рисунок 3 – Экспорт энергоресурсов из Ирана в страны БРИКС за 2016 - 2025 гг., млн. долл. США
 Источник: составлено автором
 на основе данных Международного торгового центра [3].

Сопоставление доли стран ОГИКИ в общем экспорте энергоресурсов России и ОАЭ показывает разные траектории углубления зависимости от рынков объединения. Для России рост доли БРИКС связан с переориентацией экспортной модели на Китай, Индию и другие неевропейские направления. Для ОАЭ рост более плавный

и отражает долгосрочную значимость азиатского спроса. В обоих случаях можно говорить о формировании устойчивого энергетического контура БРИКС, основанного на взаимозависимости производителей и потребителей.



Рисунок 4 – Доля стран БРИКС в общем экспорте энергоресурсов России и ОАЭ за 2016 – 2025 гг.

*Источник: составлено автором
на основе данных Международного торгового центра [3].*

Заключение

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что взаимодействие стран БРИКС в энергетическом секторе развивается как многоуровневая система, а не как единый энергетический рынок. Его основу составляют несколько взаимосвязанных механизмов. Институционально - координационный механизм формирует общую повестку и политическую рамку сотрудничества; инвестиционно - проектный механизм переводит эту повестку в конкретные объекты инфраструктуры, генерации и сетей; ресурсно - сырьевая модель обеспечивает устойчивые потоки нефти, газа, угля и нефтепродуктов между экспортерами и импортерами; технологический и климатический механизм связывает энергетическую безопасность с задачами модернизации и низкоуглеродного развития.

Наиболее институционализированным инструментом проектного взаимодействия выступает Новый банк развития. Его деятельность показывает, что энергетическая кооперация БРИКС может развиваться не только через двусторонние контракты, но и через многостороннее финансирование ВИЭ, сетевой инфраструктуры и энергоэффективности. Вместе с тем крупнейшие проекты в атомной и нефтегазовой сферах по-прежнему реализуются преимущественно на двусторонней основе, что отражает практическую природу БРИКС как гибкого межгосударственного формата.

Ресурсно - сырьевая модель сохраняет ключевое значение, поскольку нефть, газ и уголь продолжают играть важную роль в энергобалансах большинства стран объединения. Рост поставок российских энергоресурсов в Китай и Индию,

значимость ОАЭ как нефтяного экспортера и потенциальная роль Ирана подтверждают, что БРИКС постепенно формирует собственный энергетический контур.

Таким образом, БРИКС в энергетике следует рассматривать не как завершенный интеграционный блок, а как пространство практической взаимодополняемости. Его сила заключается в сочетании ресурсов, спроса, капитала, технологий и политической воли к развитию альтернативных механизмов сотрудничества. Его слабость - в отсутствии единых правил, неоднородности национальных стратегий и зависимости части проектов от внешнеполитических ограничений. В перспективе эффективность энергетического взаимодействия стран БРИКС будет определяться тем, насколько успешно объединение сможет превратить гибкость своей институциональной модели в устойчивые инвестиционные и технологические результаты.

Список использованной литературы:

1. БРИКС: российский взгляд / под науч. ред. И. Е. Дискина. — Казань: Изд - во «Познание» Казанского инновационного университета имени В. Г. Тимирязова, 2024. — 224 с.

2. БРИКС Совет. На пути к глобальному зеленому лидерству: приоритеты сотрудничества стран БРИКС по вопросам борьбы с изменением климата [Электронный ресурс]. URL: <https://bricscouncil.ru/ru/analytics/na-puti-k-globalnomu-zelenomu-liderstvu-prioritety-sotrudnichestva-stran-briks-po-voprosam-borbi-s-izmeneniem-klimata> (дата обращения: 21.05.2026).

3. International Trade Centre. Trade Map: Trade statistics for international business development [Электронный ресурс]. URL: <https://www.trademap.org/Index.aspx> (дата обращения: 21.05.2026).

4. Казанская декларация XVI саммита БРИКС. Основные положения // Reuters. 24.10.2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.reuters.com/world/factobox-main-points-brics-declaration-2024-10-23/> (дата обращения: 21.05.2026).

5. Красавина Л. Н., Хомякова Л. И. Анализ современного состояния инвестиционных связей России и Индии // Вопросы региональной экономики. 2020. № 3. С. 5.

6. New Development Bank. General Strategy for 2022–2026: Scaling Up Development Finance for a Sustainable Future [Электронный ресурс]. URL: https://www.ndb.int/wp-content/uploads/2022/07/NDB_StrategyDocument_Eversion-1.pdf (дата обращения: 20.05.2026).

7. New Development Bank. Financing of Renewable Energy Projects and Associated Transmission Project [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ndb.int/project/bndesbrazil/> (дата обращения: 19.05.2026).

8. New Development Bank. Project Finance Facility for Eskom [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ndb.int/project/project-finance-facility-for-eskom/> (дата обращения: 21.05.2026).

9. New Development Bank. REC Renewable Energy Sector Development Project [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ndb.int/project/rec-renewable-energy-sector-development-project/> (дата обращения: 21.05.2026).

10. New Development Bank. Putian Pinghai Bay Offshore Wind Power Project [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ndb.int/project/pinghaichina/> (дата обращения: 21.05.2026).

11. NOVATEK. NOVATEK Closes Arctic LNG 2 Transaction. 22.07.2019 [Электронный ресурс]. URL: https://www.novatek.ru/en/press/releases/index.php?id_4=3317 (дата обращения: 21.05.2026).

12. Reuters. Iran and Russia's Gazprom sign primary deal for energy cooperation. 19.07.2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.reuters.com/business/energy/iran-russias-gazprom-sign-primary-deal-energy-cooperation-2022-07-19/> (дата обращения: 18.05.2026).

13. Reuters. Indonesia joins BRICS bloc as full member, Brazil says. 06.01.2025 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.reuters.com/world/indonesia-join-brics-bloc-full-member-brazil-says-2025-01-06/> (дата обращения: 21.05.2026).

14. Reuters. Russia's growing energy ties with China since the Ukraine war. 19.05.2026 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.reuters.com/business/energy/russias-growing-energy-ties-with-china-since-ukraine-war-2026-05-19/> (дата обращения: 21.05.2026).

© Дудаева А. Ю., 2026

Дюндина Д. Д.

ФГБОУ ВО «УрГЭУ»,

Екатеринбург, Россия

Научный руководитель: Корнова Г.Р.,

Доцент, кандидат экономических наук,

ФГБОУ ВО «УрГЭУ»,

Екатеринбург, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АДАПТАЦИИ ПЕРСОНАЛА АТЦ В ОАО АВИАКОМПАНИЯ «УРАЛЬСКИЕ АВИАЛИНИИ»

Аннотация

В статье на примере авиационного технического центра (АТЦ) ОАО Авиакомпания «Уральские авиалинии» анализируются проблемы адаптации инженеров и техников, связанные с сокращением учебного бюджета и отсутствием мониторинга результатов. Предложены два цифровых мероприятия: платформа «Электронная адаптация сотрудника АТЦ» и модуль аналитики в системе AMOS.

Реализация позволит снизить текучесть новичков, сократить абсентеизм и повысить безопасность полётов.

Ключевые слова

Адаптация персонала, авиакомпания, авиационный технический центр, наставничество, цифровизация, AMOS.

Российский рынок авиаперевозок характеризуется жёсткой конкуренцией и хроническим дефицитом квалифицированных инженерно - технических кадров. По данным hh.ru, за 2024–2025 гг. спрос на авиационных инженеров и техников вырос на 22 %, а предложение сократилось на 8 % [1]. В этих условиях эффективная адаптация новых сотрудников становится не просто HR - задачей, а фактором производственной и лётной безопасности.

ОАО Авиакомпания «Уральские авиалинии» — один из крупнейших российских авиаперевозчиков. Её авиационно - технический центр (АТЦ), располагающийся на базе аэропорта Кольцово (Екатеринбург), обслуживает парк воздушных судов и ежегодно принимает около 150 новых инженеров и техников. Специфика работы в АТЦ — высокая ответственность, строгие регламенты (EWIS, человеческий фактор, работа на высоте), сменный график — требует особой системы введения в должность. Однако анализ действующей практики, выявил две критические проблемы [5].

Первая проблема — резкое сокращение бюджета на обучение и, как следствие, падение числа обученных по важным программам. За 2023–2025 гг. затраты на подготовку персонала АТЦ снизились на 59 %. Количество сотрудников, прошедших обучение по важным программам, упало. При этом текучесть кадров в АТЦ стабильно держится на уровне 25 %, а коэффициент постоянства состава снизился с 91,2 % до 85,1 % [4]. Руководители смен указывают, что 35 % увольнений инженерно - технического персонала происходит в первые 3–6 месяцев, и главная причина — отсутствие структурированной практической подготовки.

Вторая проблема — отсутствие системы мониторинга результатов адаптации и обратной связи. В АТЦ не фиксируются сроки выхода новичка на плановую производительность, не оценивается удовлетворённость, не ведётся учёт эффективности наставников. Информация о допуске к самостоятельной работе хранится в бумажных журналах или передаётся устно. Как справедливо отмечают исследователи, без цифровой аналитики любое совершенствование адаптации идёт «вслепую» [2].

Для решения этих проблем предлагается комплекс из двух взаимодополняющих мероприятий, реализуемых силами ИТ - службы компании.

Мероприятие 1. Внедрение цифровой платформы «Электронная адаптация сотрудника АТЦ». Платформа создаётся на базе существующего корпоративного портала и включает: личный кабинет с пошаговым планом на 30, 60 и 90 дней; библиотеку видеонструкций и нормативной документации; электронные чек -

листы освоения операций; систему автоматического тестирования; еженедельные анонимные опросы удовлетворённости. Это позволяет переложить теоретическую часть на дистант, разгрузить наставников и обеспечить объективный контроль знаний. Затраты на разработку — 500–800 тыс. руб. (силами штатных программистов).

Мероприятие 2. Внедрение модуля аналитики адаптации в систему AMOS (Aviation Maintenance Operating System, уже используется в авиакомпании). Модуль автоматически рассчитывает: среднее время выхода на плановую производительность, коэффициент успешного завершения испытательного срока, рейтинг наставников по успешности подопечных, корреляцию между электронным обучением и текучестью. Результаты выводятся в дашборды с выделением «красных зон» (подразделения, где адаптация затягивается). Затраты на доработку AMOS и создание отчётов — 300–500 тыс. руб.

Совокупный годовой экономический эффект от внедрения обоих решений составит 68,3 млн руб. за счёт: снижения текучести новичков на 15–20 % (экономия на поиске и замене — около 5 млн руб.), уменьшения абсентеизма на 5 % (40–50 млн руб.) и частичной замены очных курсов электронным обучением (около 3 млн руб.). Единовременные затраты (1,3 млн руб.) окупаются менее чем за полгода. Социальный эффект включает стандартизацию адаптации, объективную мотивацию наставников, снижение стресса у новых сотрудников и, что критически важно для авиации, повышение безопасности полётов за счёт обязательного тестирования и раннего выявления проблемных зон.

Таким образом, предложенная система, ориентированная на конкретные должности АТЦ, позволяет в условиях жёсткой экономии ресурсов превратить адаптацию из интуитивно - формального процесса в измеримый и управляемый. Опыт АТЦ может быть масштабирован на другие подразделения авиакомпании.

Список использованной литературы:

1. Аналитический обзор рынка труда в авиаотрасли // hh.ru: официальный сайт. — 2025. — URL: https://hh.ru/article/aviation_labour_2025 (дата обращения: 17.05.2026).
2. Ильченко С.В., Хапаев З.А., Федосеев А.В. Оценка эффективности системы адаптации персонала: методические подходы и пути их реализации // Бизнес и дизайн ревю. — 2023. — № 4 (32). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-effektivnosti-sistemy-adaptatsii-personala-metodicheskie-podhody-i-puti-ih-realizatsii> (дата обращения: 17.05.2026).
3. Официальный сайт ОАО Авиакомпания «Уральские авиалинии». — URL: <https://www.uralairlines.ru> (дата обращения: 17.05.2026).
4. Сводный отчет по персоналу ОАО Авиакомпания «Уральские авиалинии» за 2023–2025 гг. (внутренняя отчётность).
5. Swiss AviationSoftware (Swiss - AS). AMOS Maintenance Management System. — URL: <https://swiss-as.com/amos> (дата обращения: 17.05.2026).

© Дюндина Д.Д. 2026

Кислицин А.В.

Студент, бакалавр

Научный руководитель: Терещенко Н.Н.

Д - р экон. наук, профессор

СФУ «Институт торговли и сферы услуг», г. Красноярск, Россия

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЕРВИСНЫХ УСЛУГ ТОРГОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ДЕТЕРМИНАНТ

Аннотация

В статье предложена система детерминант оценки качества сервисных услуг торгового предприятия. Исследование выполнено на материалах ООО «Музыкальная линия» с использованием методов анкетирования, индексной и интегральной оценки. Проведен анализ показателей CSI и NPS. Результаты исследования позволили выявить сильные и проблемные стороны сервисной деятельности предприятия.

Abstract

The article proposes a system of determinants for assessing the quality - of - service activities at a trade enterprise. The study was conducted on the basis of LLC "Muzykalnaya Liniya" using customer surveys, index and integral assessment methods. CSI and NPS indicators were analyzed. The results made it possible to identify the strengths and problem areas of the enterprise's service activities.

Ключевые слова

сервисные услуги, торговое предприятие, качество услуг, оценка качества сервисных услуг, детерминанты качества, SERVQUAL, CSI, NPS, клиентская лояльность, сервисная деятельность.

Keywords

competitive advantages, trade enterprise, competitive strategies, strategic management, differentiation, digitalization of trade.

Оценка качества сервисных услуг является важнейшим элементом управления торговым предприятием, поскольку позволяет выявлять степень соответствия предоставляемых услуг ожиданиям потребителей, определять направления совершенствования сервисной деятельности и формировать устойчивые конкурентные преимущества [1]. В условиях развития розничной торговли и усложнения структуры сервисных процессов особое значение приобретает использование научно обоснованных моделей оценки качества услуг, позволяющих системно анализировать сервисную деятельность предприятия [2].

В научной литературе сформировался ряд подходов к оценке качества сервисных услуг. Наиболее распространенными являются модель SERVQUAL, модель разрывов качества услуг, индекс удовлетворенности потребителей CSI и индекс потребительской лояльности NPS [2,3].

Таблица 1 – Сравнительная характеристика моделей оценки качества услуг

Модель оценки качества	Основные достоинства	Основные недостатки	Возможности применения в торговле
Модель Донабедиана	Системность, управленческая направленность, связь качества с ресурсами и результатами	Требует большого объема информации, сложна в практической реализации	Применима для комплексного анализа сервисной деятельности и внутреннего контроля
Модель Гренрооса	Учет восприятия потребителей, ориентация на клиентский опыт	Ограниченные количественные показатели, субъективность оценок	Используется для оценки качества обслуживания и имиджа торгового предприятия
Модель Кано	Выявление факторов лояльности и конкурентных преимуществ	Сложность количественной интерпретации результатов	Применима при разработке и совершенствовании сервисного продукта
Модель разрывов качества (GAP Model)	Позволяет выявлять причины неудовлетворенности клиентов	Высокая трудоемкость, сложность интерпретации	Используется для диагностики проблем качества сервиса
SERVQUAL	Наглядность, ориентация на потребителя, возможность количественной оценки	Субъективность ответов, зависимость от корректности анкеты	Широко применяется в розничной торговле для оценки качества обслуживания
NPS	Простота, стратегическая значимость	Ограниченная аналитическая глубина	Применяется для оценки лояльности и репутации торгового предприятия
CSI	Простота расчета, универсальность	Не выявляет причин неудовлетворенности	Используется для мониторинга уровня удовлетворенности клиентов

В рамках исследования выделены следующие ключевые детерминанты качества сервисных услуг торгового предприятия [3,4]:

- Надежность и стабильность оказания услуг;
- Профессионализм и клиентоориентированность персонала;
- Оперативность и удобство обслуживания;
- Доступность сервисных услуг (финансовая, временная и пространственная);
- Информационная обеспеченность услуг;
- Материально - технические условия и комфорт обслуживания;
- Социально - экологическая ориентированность сервиса.

Каждая детерминанта раскрывается через систему единичных (частных) показателей, позволяющих проводить как количественную, так и качественную оценку сервисной деятельности.

Предлагаемая система детерминант и показателей оценки качества сервисных услуг торгового предприятия представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Система детерминант оценки качества сервисных услуг [3,4,5]

Условное обозначение	Детерминанта качества сервисных услуг	Единичные (частные) показатели	Код
Н	Надежность и стабильность сервисных услуг	Наличие заявленного перечня услуг	Н1
		Стабильность оказания услуг без сбоев	Н2
		Соблюдение сроков выполнения сервисных работ	Н3
		Выполнение гарантийных обязательств	Н4
П	Профессионализм и клиентоориентированность персонала	Компетентность персонала при консультировании	П1
		Вежливость и доброжелательность сотрудников	П2
		Индивидуальный подход к покупателям	П3
О	Оперативность и удобство обслуживания	Скорость обслуживания покупателей	О1
		Минимизация временных затрат клиента	О2
		Своевременность предоставления услуг	О3

Дф	Финансовая доступность услуг	Соответствие цены и качества услуг	Дф1
		Прозрачность ценообразования	Дф2
Дв	Временная доступность услуг	Удобство режима работы предприятия	Дв1
		Возможность получения услуг без длительного ожидания	Дв2
Дп	Пространственная доступность услуг	Удобство местоположения предприятия	Дп1
		Доступность сервисных зон и парковки	Дп2
И	Информационная обеспеченность услуг	Доступность информации о товарах и услугах	И1
		Понятность и полнота консультаций	И2
		Удобство получения информации (офлайн и онлайн)	И3
		Наличие цифровых каналов связи	И4
М	Материально - технические условия и комфорт обслуживания	Состояние торговых помещений	М1
		Оснащенность торгового зала и сервисных зон	М2
		Уровень безопасности и чистоты	М3
		Удобство навигации и организации пространства	М4

Для практической реализации методики использовались методы анкетирования потребителей, балльной оценки, а также индексные показатели CSI и NPS.

Практическое исследование проведено на материалах ООО «Музыкальная линия», осуществляющего деятельность в сфере реализации и сервисного обслуживания светового и звукового оборудования.

В исследовании приняли участие 100 респондентов, являющихся покупателями и пользователями сервисных услуг предприятия. Оценка проводилась по пятибалльной шкале.

Для расчета индекса удовлетворенности потребителей (Customer Satisfaction Index, CSI) респондентам было предложено оценить качество сервисных услуг по

шести ключевым показателям, отражающим основные аспекты сервисной деятельности. Оценка проводилась по пятибалльной шкале.

Таблица 3 – Средние оценки удовлетворенности покупателей качеством сервисных услуг ООО «Музыкальная линия»

№	Детерминанты качества сервисных услуг	Средний балл
1	Надежность и стабильность сервисных услуг	4,2
2	Профессионализм и клиентоориентированность персонала	4,5
3	Оперативность и удобство обслуживания	4,0
4	Временная доступность услуг	4,1
5	Финансовая доступность услуг	3,8
6	Пространственная доступность услуг	4,3
7	Информационная обеспеченность услуг	4,0
8	Материально - технические условия и комфорт обслуживания	4,3
	Среднее значение	4,15

На основе полученных данных индекс CSI составил 4,15 балла, что в процентном выражении соответствует 83,0 %.

Для определения уровня потребительской лояльности был рассчитан индекс Net Promoter Score (NPS). Респондентам предлагалось оценить вероятность рекомендации предприятия по шкале от 0 до 10 баллов.

Таблица 4 – Распределение респондентов по группам NPS

Группа потребителей	Баллы	Количество, чел.	Доля, %
Сторонники	9–10	46	46,00
Нейтралы	7–8	38	38,00
Критики	0–6	16	16,00
Итого		100	100,00

Индекс потребительской лояльности рассчитан по формуле:

$$NPS = 46 \% - 16 \% = 30 \%$$

Окончательным этапом исследования были рассчитаны обобщающие показатели качества сервисных услуг по отдельным детерминантам на основе доли респондентов, оценивших показатели на 4–5 баллов, а также значимости показателей для потребителей.

Таблица 5 – Обобщающие показатели качества сервисных услуг по детерминантам

№	Детерминанты качества сервисных услуг	Значение, %
1	Надежность и стабильность сервисных услуг	69,5
2	Профессионализм и клиентоориентированность персонала	58,3

3	Оперативность и удобство обслуживания	61,4
4	Временная доступность услуг	71,8
5	Финансовая доступность услуг	63,2
6	Пространственная доступность услуг	76,5
7	Информационная обеспеченность услуг	68,6
8	Материально - технические условия и комфорт обслуживания	65,2
	Интегральный показатель	66,58

Результаты расчета обобщающих показателей по детерминантам качества сервисных услуг свидетельствуют о неоднородности уровня развития отдельных компонентов сервисной деятельности ООО «Музыкальная линия». Наиболее высокие значения получены по детерминанте пространственной доступности услуг (76,5 %), что характеризует удобство местоположения предприятия и доступность сервисных зон для потребителей. Существенные показатели также зафиксированы по финансовой доступности услуг (71,8 %) и надежности сервисных услуг (69,5 %), что отражает приемлемый уровень ценовой политики и стабильность предоставления сервисных операций.

В то же время сравнительно более низкие значения отмечены по профессионализму и клиентоориентированности персонала (58,3 %), а также по оперативности и удобству обслуживания (61,4 %). Это указывает на наличие резервов повышения качества работы сотрудников и оптимизации временных параметров обслуживания клиентов. Умеренные значения получены по информационной обеспеченности (68,6 %) и материально - техническим условиям обслуживания (65,2 %), что свидетельствует о необходимости дальнейшего развития цифровых каналов взаимодействия с потребителями и совершенствования сервисной среды.

Интегральный показатель качества сервисных услуг ООО «Музыкальная линия» составил 66,58 %, что характеризует общий уровень качества сервиса как достаточно высокий, однако подтверждает наличие потенциала для его дальнейшего повышения. Полученное значение отражает сформированную систему сервисного обслуживания, но одновременно указывает на необходимость целенаправленного совершенствования отдельных детерминант, прежде всего связанных с персоналом, оперативностью обслуживания и информационно - цифровой поддержкой клиентов.

Список использованной литературы:

1. Резник, Г. А. Сервисная деятельность: учебник / Г. А. Резник, А. И. Маскаева, Ю. С. Пономаренко. – Москва: ИНФРА - М, 2023. – 202 с.
2. Романович, Ж. А. Сервисная деятельность: учебник / Ж. А. Романович, С. Л. Калачев; под общ. ред. Ж. А. Романовича. – 7 - е изд., стер. – Москва: Дашков и К°, 2024. – 284 с.

3. Рубцова, Н. В. Сервисная деятельность: учебник / Н. В. Рубцова. – Москва: Академия, 2022. – 320 с.

4. Семин, О. А. Сервис в торговле: учебное пособие / О. А. Семин, В. А. Сайдашева, В. В. Панюкова. – 2 - е изд., перераб. и доп. – Москва: Дело и Сервис, 2006. – 111 с.

5. Котлер, Ф. Маркетинг менеджмент / Ф. Котлер, К. Л. Келлер. – 15 - е изд. – Санкт - Петербург: Питер, 2023. – 848 с.

© Кислицин А.В., 2026

Коннова О.А.

Российский государственный университет туризма и сервиса,
г. Москва, РФ

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ КОРПОРАТИВНЫХ ЗАЁМЩИКОВ

Аннотация

В работе проведена систематизация трёх базовых методов оценки: метода финансовых коэффициентов, метода анализа движения денежных средств и метода оценки делового риска. Значительное место отведено математическому моделированию вероятности дефолта — прежде всего дискриминантному анализу, логистической регрессии и ансамблевому методу случайного леса. Изучена концепция объективного банкротства как актуального правового и аналитического инструмента для установления реальной неплатёжеспособности организаций. Отдельно рассмотрен потенциал транзакционных данных платёжной системы Банка России в целях повышения качества прогнозирования дефолта.

Ключевые слова: кредитоспособность; корпоративный заёмщик; вероятность дефолта; финансовые коэффициенты; кредитный риск; машинное обучение.

Анализ кредитоспособности корпоративных клиентов составляет одну из ключевых компетенций банковской деятельности. Выдача любого кредита неизбежно несёт в себе риск неполного или несвоевременного возврата средств, что вынуждает кредиторов непрерывно совершенствовать инструменты оценки финансового состояния заёмщиков. Особую остроту эта задача приобретает в периоды экономической турбулентности, когда стандартные индикаторы не всегда адекватно отражают реальные условия работы предприятия.

В последние годы российская судебная практика и законодательство всё активнее задействуют концепцию объективного банкротства, которая ориентирует правоприменителей на отказ от формального балансового подхода в пользу оценки рыночной стоимости активов и реальных условий хозяйственной

деятельности должника [1]. Это принципиально меняет методологические ориентиры кредитного анализа.

К ним относятся: финансовые результаты — прибыль, убытки, динамика выручки и рентабельности; ликвидность и платёжеспособность — возможность покрывать краткосрочные обязательства имеющимися оборотными ресурсами; рыночное положение — деловая активность, конкурентные позиции, динамика доли рынка. Кроме того, обязательному изучению подлежит движение денежных потоков и прогноз их изменения на период действия кредита [5, с. 66].

Современная банковская практика располагает рядом апробированных методов изучения кредитоспособности корпоративных заёмщиков. Наибольшее распространение получили три из них: метод финансовых коэффициентов, метод анализа движения денежных средств и метод оценки делового риска. Остановимся на каждом подробнее.

К слабым сторонам коэффициентного метода относится прежде всего расхождение между выручкой и реальным денежным потоком вследствие принципов бухгалтерского учёта. Помимо этого, достоверность отчётных данных не гарантирована, поскольку балансовые показатели могут быть намеренно искажены в интересах получения кредита. Наконец, метод носит статичный характер: он фиксирует положение дел на отчётную дату, однако не позволяет делать надёжных выводов о развитии ситуации в будущем [1, с. 24–25].

При проведении анализа во внимание принимаются несколько ключевых сфер. Во - первых, учитываются отраслевая принадлежность заёмщика и специфика его деятельности: одни сегменты экономики в силу своей природы более рискованны, чем другие. Во - вторых, оценивается рыночное положение компании — устойчивые конкурентные преимущества существенно снижают деловой риск. В - третьих, принимаются во внимание производственная эффективность и уровень корпоративного управления.

Дискриминантный анализ стал одним из первых математических методов, нашедших широкое применение в задачах предсказания банкротства. Его ключевая идея — построение линейной функции, разграничивающей предприятия на две группы: потенциально несостоятельные и финансово благополучные.

Логистическая регрессия пришла на смену дискриминантному анализу в 1980 - е годы, предложив принципиально иной формат результата: вместо классификационной метки модель генерирует числовую оценку вероятности дефолта в диапазоне от 0 до 1. Это делает её значительно более информативной для целей кредитного управления.

Алгоритм случайного леса (Random Forest) относится к классу ансамблевых методов машинного обучения: итоговое решение формируется путём агрегирования прогнозов множества решающих деревьев, каждое из которых обучается на случайной подвыборке данных и случайном наборе признаков. По сравнению с линейными моделями данный алгоритм превосходит их в способности

обнаруживать нелинейные закономерности и устойчив к аномальным наблюдениям в данных.

Закрепление в российском законодательстве в 2017 году понятия «объективное банкротство» повлекло существенный пересмотр методологии оценки финансового состояния должников. В соответствии с позицией Верховного суда РФ, это состояние наступает в момент, когда суммарная величина обязательств предприятия превышает рыночную стоимость его активов [1, с. 28]. Принципиальный акцент на реальной оценке имущества, в отличие от учётной, кардинально меняет аналитическую логику.

Расширенный подход предполагает структурированное изучение четырёх блоков факторов: состояние рынка и внешних условий ведения бизнеса; качество внутренних бизнес - процессов; ресурсное обеспечение — производственное, кадровое и административное; финансовое положение [1, с. 29–30]. Такая многофакторная группировка создаёт целостную картину причин, обусловивших несостоятельность, и существенно превосходит по аналитической глубине традиционный «бухгалтерский» подход.

Особый практический интерес представляет четырёхшаговый алгоритм установления даты объективного банкротства, разработанный теми же авторами: анализ финансового состояния и выявление момента начала превышения обязательств над реальной стоимостью активов; установление причин ухудшения ситуации; анализ сделок, способствовавших наступлению кризиса; оценка решений и действий руководства [1, с. 30–35]. В банковской практике этот алгоритм применим при мониторинге кредитного портфеля для раннего обнаружения проблемных позиций.

Привлечение данных платёжных транзакций — одно из наиболее перспективных направлений обогащения аналитического инструментария. Традиционные модели, опирающиеся на показатели годовой бухгалтерской отчётности, страдают двумя системными недостатками: низкой частотой обновления данных и неизбежной задержкой их публикации — как правило, не менее трёх месяцев. Транзакционные данные предоставляют сведения о деятельности компании в режиме, близком к реальному времени.

Дополнительным резервом повышения качества анализа является развитие практики проектного кредитования с углублённой оценкой конкретных инвестиционных проектов, целевых рынков их реализации и сопряжённых рисков. Формализованные методы оценки заёмщика в этом контексте недостаточны: требуется детальное изучение бизнес - плана и технико - экономического обоснования.

Применительно к математическим моделям прогнозирования дефолта исследовательское сообщество всё более склоняется к выводу, что актуальная задача — не поиск единой универсальной модели, а формирование методологии применения современных алгоритмов к данным конкретных отраслей.

Таким образом, наибольшей эффективностью обладает комплексный подход, органично сочетающий традиционный финансовый анализ, качественную оценку делового риска и современные методы машинного обучения на транзакционных данных. Внедрение такого подхода предполагает как обновление нормативно - методической базы, так и целенаправленное развитие компетенций специалистов в области кредитного анализа.

Список литературы

1. Бобылева А. З., Львова О. А. Финансово - экономический инструментарий выявления признаков объективного банкротства // Актуальные проблемы экономики и права. – 2020. – Т. 14. – № 1. – С. 22–39.
2. Илюхин А. А., Радковская Е. В., Илюхина С. В. Экономико - математическое моделирование дефолта заемщика // Human Progress. – 2023. – Т. 9. – № 5. – С. 3.
3. Колышкин А. В., Гиленко Е. В., Довженко С. Е., Жилкин С. А., Чое С. Е. Прогнозирование финансовой несостоятельности предприятий // Вестник Санкт - Петербургского университета. Экономика. – 2014. – № 1. – С. 122–141.
4. Кучиев А. З., Кучиева И. Х. Организация и методы оценки кредитоспособности корпоративных клиентов // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2022. – Т. 3. – № 6. – С. 65–68.
5. Ушанов А. Е. Анализ кредитоспособности корпоративного заемщика: комплексный подход // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. – 2022. – № 1. – С. 103–112.

© Коннова О.А. 2026

Конторович А.А.

МГИМО МИД России, г. Москва

ЭНТРОПИЙНО - РЕГУЛЯРИЗОВАННАЯ ТРАНСПОРТНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ЭКСПОРТА РОССИЙСКОГО СПГ К 2030 ГОДУ

Аннотация: в условиях неопределённости долгосрочных планов импортёров и риска перенасыщения мирового рынка сжиженного природного газа выполнена количественная оценка перспективных направлений российского экспорта к 2030 году. На основе открытых данных построен прогноз мирового спроса и предложения, выявивший заметное превышение заявленных экспортных мощностей над подтверждённым импортом. Сформулирована транспортная задача с энтропийной регуляризацией (энтропия Шеннона), решённая итерационным алгоритмом Синкхорна, что позволило определить оптимальное долевое распределение прироста поставок с учётом стремления стран - импортёров к

диверсификации. Показано, что России целесообразно занять доминирующие позиции в дополнительном спросе Китая (49 %), Филиппин (42 %), Вьетнама (39 %) и Сингапура (32 %), а также претендовать на 22 % поставок в агрегированной группе прочих потребителей. Сделан вывод о необходимости опережающего заключения долгосрочных контрактов для закрепления на выявленных направлениях.

Ключевые слова: рынок СПГ, прогноз спроса и предложения, транспортная задача, энтропия Шеннона, алгоритм Синкхорна, диверсификация поставок, экспортный потенциал России, энергетическая безопасность.

Введение

Долгосрочная программа развития производства СПГ в России предусматривает выход на экспорт около 100 млн тонн к 2030 году [10]. Достижимость этого показателя зависит от будущего состояния мирового рынка, которое характеризуется высокой неопределённостью: многие страны - участницы торговли ещё не сформулировали окончательные намерения по импорту, а заявленные планы экспортёров могут не совпадать с реальным спросом. В таких условиях возникает необходимость в инструменте, который позволяет, опираясь на доступные открытые данные, построить непротиворечивую картину мирового баланса и определить, способна ли Россия занять в нём нишу, соответствующую программным целям. В настоящей статье формируется прогноз глобального предложения и импорта СПГ на 2030 год, выявляется расхождение между ними и с помощью решения транспортной задачи устанавливается наиболее вероятная географическая структура прироста поставок. Итогом становится количественная оценка позиций российского газа в дополнительном спросе, что даёт эмпирическую основу для верификации отраслевых ориентиров.

Гипотеза исследования

Предполагается, что даже при наличии заметного количественного разрыва между сводными намерениями экспортёров и идентифицированным спросом импортёров, оптимизационная транспортная модель с энтропийным критерием диверсификации укажет на существование устойчивых ниш для российского СПГ. Ожидается, что рациональное стремление покупателей к диверсификации источников в сочетании с географическими преимуществами России приведёт к тому, что российский газ сможет претендовать на доли прироста импорта, достаточные для выполнения плановых объёмов.

Теоретическая база исследования

Исследование опирается на несколько методологических подходов. Прогноз численности населения стран, не объявивших о целевых объёмах импорта, осуществляется путём экстраполяции временных рядов; выбор наилучшей параметрической формы тренда (линейная, квадратичная, экспоненциальная, логарифмическая, степенная) формализован через информационный критерий Акаике [1], что обеспечивает статистическую обоснованность предсказаний.

Полученные демографические оценки служат основой для расчёта будущего потребления СПГ при предпосылке о неизменности удельного энергопотребления.

Распределение прогнозируемого прироста спроса между экспортёрами формулируется как классическая транспортная задача Хичкока – Купманса [2; 3], в которой требуется минимизировать суммарные затраты на морские перевозки, аппроксимированные расстояниями между портами. Для учёта наблюдаемого в мировой практике стремления стран - импортёров к диверсификации источников поставок в целевую функцию вводится энтропийная регуляризация: задача приобретает вид оптимального транспорта с добавлением энтропии Шеннона [4]. Её эффективное решение достигается итерационным алгоритмом Синкхорна [5; 6], гарантирующим сходимость к единственному плану перевозок с заданным уровнем диверсификации.

Использование расстояний между портами как меры транспортных затрат соответствует традиции гравитационных моделей международной торговли энергоносителями [7; 8], а конкретные значения расстояний берутся из навигационного справочника [9]. Совокупность указанных методов позволяет, опираясь на общедоступные данные, получить количественные оценки долей поставщиков в дополнительном импорте СПГ и избежать субъективных сценарных допущений.

Методологические инструменты и модель

Следует скорректировать целевые ориентиры с поправкой на вероятные риски. Если главным негативным фактором выступает перенасыщение рынка предложением, то оно способно возникнуть как во внутреннем, так и во внешнем сегменте российского рынка. Предлагается следующая схема: общий выпуск сжиженного природного газа разделяется на долю для национального потребления и долю для зарубежных поставок. При избыточном предложении внутри страны поддержать производителей относительно просто — через административное регулирование цен и адресную помощь основным покупателям. Внешний же контур практически не поддаётся подобному воздействию: меры либо вовсе недоступны, либо реализуются через крайне сложные механизмы внешнеэкономической координации. К тому же подавляющая часть производимого в стране крупнотоннажного СПГ (малотоннажные установки дают ничтожную долю совокупной выработки) изначально ориентируется на экспорт.

Отсюда следует, что для оценки неблагоприятного сценария для российского СПГ - сектора необходимо сосредоточиться составляющей, которую труднее всего контролировать - экспортной. Ревизии подлежат экспортные показатели на 2030 год, и для этого требуется построить прогноз мировых спроса и предложения к обозначенному рубежу.

Оценка предложения строится так: за базу берутся фактические объёмы экспорта СПГ стран с положительным сальдо торговли этим продуктом за 2024 год. Далее просматриваются новостные ленты и аналитические публикации на предмет прогнозных оценок роста отгрузок из этих государств. Если прогноз обнаружен, он

принимается в расчет. Если прогнозное значение дано на период, отличающийся от 2030 года (более ранний или более поздний), темп изменения линейно интерполируется на целевой год. Когда какие - либо сведения об изменении объёмов отсутствуют, показатель оставляют без изменений. Исходные цифры обобщены в таблице 1.

Таблица 1.
Прогнозное значение предложения стран - экспортеров.

Страна	Экспорт, 2024 (МРТА)	Прогноз экспорта, 2030 (МРТА)	Разность (МРТА)
Алжир	11.6	11.6	0
Ангولا	3.8	3.8	0
Австралия	81	78	-3
Бразилия	4.8	4.8	0
Доминиканская Республика	1.3	1.3	0
Кот-д'Ивуар	0.3	0.3	0
Экваториальная Гвинея	3.3	3.3	0
Индонезия	12.36	12.36	0
Малайзия	24.22	34	9.78
Мозамбик	3.1	3.1	0
Нигерия	13.8	20	6.2
Норвегия	4.86	4.86	0
Оман	11.3	15.2	3.9
Папуа-Новая Гвинея	7.7	14.5	6.8
Перу	3.9	3.9	0
Катар	77.2	142	64.8
Российская Федерация	33.42	100	66.58
Тринидад и Тобаго	9.2	9.2	0
ОАЭ	4.68	15.4	10.72
США	38.06	162	73.94
Сумма	399.9	639.62	238.72

Источник: составлено автором на основе информационных сообщений СМИ.

Данные для таблицы 1 составлены на основании информационных сообщений в СМИ (новостных ресурсов и аналитических агентств) [12 - 42].

При оценке спроса значения для стран Европейского союза фиксируются на текущем уровне по причине разнонаправленных и нередко противоречащих друг другу заявлений национальных чиновников и общеевропейских структур касательно темпов энергетического перехода. Такой же подход применяется к государствам с отрицательным сальдо торговли данным продуктом. Когда в новостных сообщениях, официальных документах либо экспертных обзорах обнаруживается прогнозируемая величина импорта на 2030 г., она берётся за основу; если прогноз даётся на иной временной горизонт, значение для 2030 г. восстанавливается посредством линейной интерполяции. При отсутствии прогнозной информации выполняется расчёт ожидаемого роста численности населения страны к 2030 г., после чего на его базе определяется душевое потребление привозного топлива — принимается, что этот удельный показатель остаётся прежним. Из полученной зависимости выводится предполагаемый объём импорта государства в целевом году. В тех случаях, когда удаётся выявить прогнозные оценки эволюции топливно - энергетического баланса страны, соответствующая динамика линейно интерполируется на прогнозное значение импорта. Собранные таким образом сведения обобщены в таблице 2.

Таблица 2.
Прогнозное значение спроса стран - импортеров.

Страна	Импорт, 2024 (МРГА)	Оценка импорта, 2024 (МРГА)	Разность	Страна	Импорт, 2024 (МРГА)	Оценка импорта, 2024 (МРГА)	Разность
Аргентина	1.29	0	-1.29	Иордания	0.88	1.03	0.15
Бангладеш	5.96	15	9.04	Республика Корея	47.01	-41.79	-5.22
Бельгия	6.73	6.82	0.07	Кувейт	7.23	7.67	0.44
Бразилия	2.94	5.01	2.07	Латвия	1.79	1.83	0.04
Канада	0.31	0.33	0.02	Мальта	0.4	0.48	0.08
Чили	2.43	2.59	0.16	Мексика	0.44	0.76	0.32
Китай	78.64	132.79	54.15	Нидерланды	13.34	13.82	0.48
Колумбия	2.11	3.2	1.09	Пакистан	7.22	7.64	0.42
Хорватия	2.02	1.83	-0.19	Панама	0.61	0.65	0.04
Доминиканская республика	2.43	2.28	-0.15	Филиппины	1.41	2.5	1.09
Египет	1.86	3	1.14	Польша	4.88	4.7	-0.18
Сальвадор	0.37	0.37	0	Португалия	3.43	3.43	0
Финляндия	1.57	1.57	0	Пуэрто Рико	1.91	1.72	-0.19
Франция	18.04	18.23	0.19	Сингапур	6.3	8.5	2.2
Германия	4.85	5.07	0.22	Испания	13.52	13.15	-0.37
Греция	1.48	1.41	-0.07	Швейцария	0.22	0.23	0.01
Гренада	0.09	0.09	0	Тайвань	11.8	11.76	-0.04
Индия	26.15	60.88	34.73	Турция	9.08	9.68	0.6
Италия	10.65	10.14	-0.51	Великобритания	8.03	8.17	0.14
Ямайка	0.94	0.94	0	Вьетнам	0.29	17	16.71
Испания	67.72	42.91	-24.81	Сумма	378.19	471.84	93.65

Источник: составлено автором на основе информационных сообщений в СМИ.

Данные для таблицы 2 составлены на основании информационных сообщений в СМИ (новостных ресурсов и аналитических агентств) [12 - 42].

Для оценки численности населения для каждой страны используется экстраполяция временных рядов (годовые показатели численности населения за период в 15 лет). С помощью информационного критерия Акаике подбирается наиболее подходящая модель среди линейной, квадратичной, экспоненциальной, логарифмической и степенной. Результат представлен в виде таблицы (таблица 3) с данными по населению.

Таблица 3.
Прогнозное значение населения стран импортеров и экспортеров СПГ.

Страна	Население	Прогноз	Страна	Население	Прогноз
Алжир	46164219	50570417	Сальвадор	6309624	6351691
Ангولا	36749906	42898553	Финляндия	5583911	5581924
Австралия	26659922	27985995	Франция	68372286	69080596
Бруней	458949	474812	Германия	83287273	86988917
Дарусалам					
Камерун	28372687	3247024	Греция	10407351	9925506
Республика	6182885	6757249	Гренада	117081	118484
Экваториальная					
Гвинея	1847549	2100916	Индия	1438069596	1495320936
Индонезия	281190067	291140512	Италия	58984216	56141235
Малайзия	35126298	37484698	Ямайка	2839786	2843003
Мозамбик	33635160	39049554	Япония	124516650	122286732
Нигерия	227882945	251449192	Боруссия	11439213	13419071
Норвегия	5519601	5624500	Республика Корея	51712619	51644431
Оман	5049269	5069509	Кувейт	4853420	5145489
Папуа-Новая					
Гвинея	10389635	11394798	Латвия	2871585	2937116
Перу	33845617	37006434	Мальта	552747	657912
Катар	2656032	2657143	Мексика	129739759	133258327
Российская					
Федерация	143826130	143709208	Нидерланды	17877117	18514631
Тринидад и					
Тобаго	1367510	1368236	Пакистан	247504495	261840688
США	10483751	10775142	Панама	4458759	4778332
США	336806231	342113226	Филиппины	114937749	119347787
Аргентина	45538401	46544720	Польша	36687353	35354275
Бангладеш	171466990	178388025	Португалия	10578174	10586534
Бельгия	11779946	11898925	Пуэрто Рико	3203792	2886382
Бразилия	211140729	215942875	Сингапур	5917648	5895212
Канада	40083484	42582808	Испания	48352528	47743971
Чили	19658835	20952201	Швейцария	10536632	11108391
Китай	1410710000	1429207868	Тайвань	71702435	71468068
Колумбия	52321152	56462360	Турция	85325965	90925091
Хорватия	3859686	3490729	Великобритания	68492000	69646084
Доминиканская					
республика	66510	62332	Вьетнам	100352192	104446941
Египет	114535772	124559894			

Источник: составлено автором на основе данных Всемирного Банка

Таблица 3 составлена на основании данных представленных в базе данных Всемирного Банка [11].

После агрегирования сведений, содержащихся в двух таблицах, определяются ключевые параметры мирового рынка СПГ: ожидаемый совокупный экспорт достигает 639 млн т в год, тогда как прогнозный импорт составляет 471 млн т в год. Поскольку практически все ведущие покупатели обнародовали свои целевые объемы, а крупнейшие производители раскрыли планы расширения мощностей, становится очевидным, что предложение сталкивается с угрозой перегрева. Снижение цен в этих условиях способно привести к сокращению доходов российских нефтегазовых корпораций.

Многие прогнозы мирового баланса противоречат друг другу. Это объясняется тем, что развертывание приемной инфраструктуры для СПГ обходится дешевле, чем наращивание добывающих, перерабатывающих и транспортных мощностей, поэтому реальный спрос ряда импортеров может не находить отражения в публичных заявлениях. Вместе с тем, возможные договоры с такими странами сопряжены с неопределенностью из-за размытости их официальной позиции. Данный тезис будет использован впоследствии при формулировке транспортной задачи.

Из сказанного, однако, не вытекает необходимость полного пересмотра всего пакета мер. Представленный подход оправдан с позиции альтернативной оценки, которую осуществляют органы финансового контроля (что обсуждалось в первой главе).

Угрозу перегрева способны смягчить долгосрочные контракты на крупные партии, позволяющие поставщикам хеджировать свои доходы. Государство, в свою очередь, может формировать более благоприятную торговую среду, заключая межправительственные соглашения, организуя международные форумы и используя иные каналы. Такая деятельность входит в арсенал инструментов отраслевой поддержки и регулирования и также требует оценки.

Далее будет выполнен анализ потенциальных торговых партнеров и рассмотрены действующие между ними договоренности.

Поиск государств - импортёров, с которыми возможно подписание новых контрактов или расширение действующих, осуществляется по следующей методике. На базе собранных оценок спроса и предложения рассчитываются их приросты за период с 2024 по 2030 г. Исходим из того, что базовые объёмы спроса и предложения уже закрыты имеющимися контрактными потоками. Затем ставится транспортная задача: при заданных располагаемых объёмах газа у стран - экспортёров, заявленных потребностях импортёров (для балансировки задачи и обеспечения сходимости вводится дополнительный агрегированный потребитель «Прочие») и известных удельных транспортных издержках требуется найти такое долевое распределение поставок от каждого поставщика каждому покупателю, которое минимизирует совокупные логистические расходы, сохраняя при этом равенство входящих и исходящих потоков. Принимается, что страны - импортёры

получают выигрыш, когда поставщики, с учётом их транспортной удалённости, представлены в структуре импорта по возможности равномерно, что отвечает принципам диверсификации и энергетической безопасности. Следовательно, в постановку задачи вводится энтропийная составляющая (энтропия Шеннона). Для получения решения применяется алгоритм Синкхорна.

Нормировка:

Пусть S – поставщики, D – потребители.

s_i – предложение поставщика $i \in S$, d_j – спрос потребителя $j \in D$.

Доли (с нормировкой):

$$a_i = \frac{s_i}{\sum_{sk} s_k}, b_j = \frac{d_j}{\sum_{dk} d_k}, \sum a_i = \sum b_j$$

$c_{ij} \in (0, +\infty)$ – удельная транспортные затраты от i к j ($c_{ij} = +\infty$ для части запрещенных маршрутов).

$\epsilon > 0$ ($\epsilon_{base} = \frac{1}{2} \text{median}\{c_{ij} < \infty\}$) – параметр регуляризации.

$K_{ij} = \exp\left(\frac{-c_{ij}}{\epsilon}\right)$ – ядро Гиббса при $c_{ij} < \infty$, иначе $K_{ij} = 0$

Рассмотрим алгоритм:

База: $u_i^{(0)} = 1, u_j^{(0)} = 1$

Итерация до сходимости:

$$u_i^{(t+1)} = \frac{a_i}{\sum K_{ij} u_j^{(t)}}, u_j^{(t+1)} = \frac{b_j}{\sum K_{ij} u_i^{(t+1)}}$$

$P_{ij} = u_i K_{ij} v_j$ – оптимальный план, где P_{ij} – доля общего потока, идущего через (i, j)

$\pi_{ij} = \frac{P_{ij}}{b_j}$ – доля поставщика i в объеме потребителя j .

Таблица 4.

Мера расстояния между странами – экспортёрами и импортёрами.

с.и.	Малайзия	Нигерия	Оман	Папуа-Новая Гвинея	Катар	Российская Федерация	ОАЭ	США
Бангладеш	0.0756	0.0221	0.031	0.0365	0.516	0.0673	0.0852	0.1662
Бразилия	0.0038	0.1356	0.0037	0.0049	0.0613	0.0863	0.0101	0.6943
Китай	0.044	0.0055	0.0066	0.039	0.1104	0.4929	0.0182	0.2834
Колумбия	0.0017	0.0643	0.0022	0.0055	0.0368	0.1254	0.0061	0.758
Египет	0.0117	0.0433	0.0216	0.0057	0.3487	0.1221	0.0593	0.3876
Индия	0.0368	0.0197	0.0336	0.0178	0.5595	0.1353	0.0924	0.1049
Филиппины	0.0634	0.0076	0.0087	0.0602	0.1454	0.4158	0.024	0.2749
Сингапур	0.088	0.0129	0.0166	0.0425	0.2771	0.3236	0.0458	0.1935
Вьетнам	0.0794	0.0098	0.0124	0.0405	0.2071	0.3873	0.0342	0.2293
ЮАР	0.0169	0.2176	0.0165	0.0103	0.2735	0.0586	0.0452	0.3614
Другие страны	0.0318	0.0352	0.015	0.024	0.2482	0.2212	0.0411	0.3835

Источник: составлено автором.

В качестве меры транспортных расходов взято расстояние между портами стран в морских милях. Данные по дистанции представлены в таблице 4.

Таблица 5.
Доли в покрытии спроса на СПГ.

с.и.	Малайзия	Нигерия	Оман	Папуа-Новая Гвинея	Катар	Российская Федерация	ОАЭ	США
Бангладеш	0.0756	0.0221	0.031	0.0365	0.516	0.0673	0.0852	0.1662
Бразилия	0.0038	0.1356	0.0037	0.0049	0.0613	0.0863	0.0101	0.6943
Китай	0.044	0.0055	0.0066	0.039	0.1104	0.4929	0.0182	0.2834
Колумбия	0.0017	0.0643	0.0022	0.0055	0.0368	0.1254	0.0061	0.758
Египет	0.0117	0.0433	0.0216	0.0057	0.3487	0.1221	0.0593	0.3876
Индия	0.0368	0.0197	0.0336	0.0178	0.5595	0.1353	0.0924	0.1049
Филиппины	0.0634	0.0076	0.0087	0.0602	0.1454	0.4158	0.024	0.2749
Сингапур	0.088	0.0129	0.0166	0.0425	0.2771	0.3236	0.0458	0.1935
Вьетнам	0.0794	0.0098	0.0124	0.0405	0.2071	0.3873	0.0342	0.2293
ЮАР	0.0169	0.2176	0.0165	0.0103	0.2735	0.0586	0.0452	0.3614
Другие страны	0.0318	0.0352	0.015	0.024	0.2482	0.2212	0.0411	0.3835

Источник: составлено автором.

Результирующие показатели, представленные в таблице 5.

Закключение

Проведённое исследование показывает, что, несмотря на прогнозируемое превышение мирового предложения над подтвержденным импортным спросом, российский СПГ обладает выраженными конкурентными преимуществами на ряде направлений. Решение транспортной задачи с энтропийной регуляризацией позволило установить, что Россия способна занять доминирующие доли в приросте спроса таких стран, как Китай (49 %), Филиппины (42 %), Вьетнам (39 %) и Сингапур (32 %). Кроме того, в агрегированной группе «Прочие» доля российского газа достигает 22 %, что свидетельствует о наличии широкого поля для маневра и диверсификации поставок. Эти результаты подтверждают выдвинутую гипотезу: даже в условиях формального дисбаланса глобального рынка существуют устойчивые ниши, которые Россия способна занять благодаря рациональной логистике и стремлению импортёров к диверсификации источников.

Таким образом, для реализации экспортного потенциала, заложенного в долгосрочную программу развития отрасли, критически важна скорость занятия этих ниш. России целесообразно выработать механизмы опережающего заключения долгосрочных контрактов, в том числе на межправительственном уровне, и обеспечить оперативное наращивание присутствия в указанных странах до того, как конкурирующие поставщики заполнят те же рыночные сегменты. Полученные долевые оценки могут служить ориентиром при формировании внешнеэкономической стратегии и распределении мер государственной поддержки СПГ - проектов. Перспективным направлением дальнейших исследований является включение в модель ценовых факторов и оценка эластичности спроса по направлениям, что позволит уточнить прогноз доходности российского экспорта.

Список литературы

1. Akaike H. A New Look at the Statistical Model Identification // IEEE Transactions on Automatic Control. – 1974. – Vol. AC - 19, № 6. – P. 716–723. – Text: direct.
2. Hitchcock F.L. The Distribution of a Product from Several Sources to Numerous Localities // Journal of Mathematics and Physics. – 1941. – Vol. 20, № 1–4. – P. 224–230. – Text: direct.
3. Koopmans T.C. Optimum Utilization of the Transportation System // Econometrica. – 1949. – Vol. 17, Supplement. – P. 136–146. – Text: direct.
4. Cuturi M. Sinkhorn Distances: Lightspeed Computation of Optimal Transport // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2013. – Vol. 26. – P. 2292–2300. – Text: direct.
5. Sinkhorn R. A Relationship Between Arbitrary Positive Matrices and Doubly Stochastic Matrices // Annals of Mathematical Statistics. – 1964. – Vol. 35, № 2. – P. 876–879. – Text: direct.
6. Peyré G., Cuturi M. Computational Optimal Transport // Foundations and Trends in Machine Learning. – 2019. – Vol. 11, № 5–6. – P. 355–607. – Text: direct.
7. Boffa F., Gaffeo E., Santorsola M. The Gravity of LNG: A Semi - Parametric Analysis of Trade Determinants // Energy Economics. – 2023. – Vol. 117. – Article 106482. – Text: direct.
8. Bhattacharyya S.C. Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance. – London: Springer, 2011. – 721 p. – Text: direct.
9. Distances Between Ports. Pub. 151. – 13th ed. – Springfield: National Geospatial - Intelligence Agency, 2020. – 450 p. – Text: direct.
10. Распоряжение Правительства РФ от 16 марта 2021 г. № 640 - р «О долгосрочной программе развития производства сжиженного природного газа в Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. – 2021. – № 13. – Ст. 2274. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202103220004> (дата обращения: 28.05.2026). – Текст: электронный.
11. Всемирный банк. База данных «World Development Indicators» [Электронный ресурс]. – URL: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> (дата обращения: 28.05.2026). – Текст: электронный.
12. GECF Monthly Gas Market Report – October 2025 / Gas Exporting Countries Forum – Doha: GECF Secretariat 2025 – URL: <https://www.gecf.org/Portals/0/xBlog/uploads/2025/10/20/GECFMonthlyGasMarketReport-October2025.pdf> (дата обращения: 14 04 2026) – Текст: электронный
13. Global Innovation Index 2025: Japan / World Intellectual Property Organization (WIPO) – Geneva: WIPO 2025 – URL: <https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2025/en/gii-2025-results.html> (дата обращения: 14 04 2026) – Текст: электронный
14. Chairman Guthrie delivers floor remarks on the Unlocking Our Domestic LNG Potential Act / Committee on Energy and Commerce U.S. House of Representatives – Washington D.C. 2025 – URL: <https://republicans-energycommerce.house.gov/posts>

/ chairman - guthrie - delivers - floor - remarks - on - the - unlocking - our - domestic - lng - potential - act (дата обращения: 14 04 2026) – Текст: электронный

15. Импортозамещение компрессора отпарного газа для крупнотоннажного производства СПГ // Сфера Нефть и Газ: [сайт]. – URL: <https://сферанефтьгаз.рф/compressormash-2025-4/> (дата обращения: 14.04.2026).

© Конторович А. А., 2026

Кудрявцев О.Т.

Студент 1 курса УлГТУ

г. Ульяновск, РФ

Научный руководитель: Розанов Ф. И.

канд. философских наук, доцент, доцент кафедры философии УлГТУ

г. Ульяновск, РФ

ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕГАЗОВОГО ДЕЛА В РОССИИ В 2026 ГОДУ: СОСТОЯНИЕ, ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Аннотация. В статье анализируются актуальные проблемы нефтегазового сектора России по состоянию на 2026 год. На основе материалов Всероссийской научно - практической конференции «Научные подходы к разработке эффективной системы инновационного развития» (май 2026 г.) рассматриваются ключевые вызовы: высокая аварийность и травматизм, износ оборудования, неэффективность традиционных систем технического обслуживания и ремонта (ТОиР), а также недостаточный уровень компетенций персонала. Предлагаются пути решения проблем через внедрение диагностики по фактическому состоянию, игровых методов обучения и цифровых технологий.

Ключевые слова: нефтегазовая отрасль, аварийность, промышленная безопасность, ТОиР, обслуживание по состоянию, человеческий фактор, инновационные методы обучения.

Введение

Нефтегазовый комплекс России остаётся фундаментом национальной экономики, однако его устойчивое развитие сталкивается с комплексом системных проблем. По данным, представленным в ходе Всероссийской конференции 2026 года, ежегодно в периметре нефтегазовых компаний происходит значительное количество аварийных ситуаций и несчастных случаев, наносящих ущерб как производству, так и здоровью сотрудников. Основные причины аварийности сохраняют свою актуальность на протяжении последних лет: пренебрежение правилами безопасности, низкий уровень знаний работников в сфере охраны труда, а также человеческий фактор – осознанное нарушение техники безопасности ради ускорения работ.

Особую остроту проблема приобретает в условиях санкционного давления, нарушения глобальных цепочек поставок и необходимости импортозамещения высокотехнологичного оборудования. В 2026 году российские нефтегазовые предприятия вынуждены работать с техникой, значительная часть которой выработала ресурс, а система её обслуживания базируется на устаревших планово - предупредительных подходах, разработанных ещё в середине XX века.

1. Аварийность и травматизм: масштаб проблемы

Анализ эксплуатационных данных по буровым установкам показывает, что структура простоев по причинам остаётся практически неизменной. Как отмечается в исследовании, посвящённом буровой установке 4000 / 250 ЭЧК - БМ, плановые ремонты по годовому графику составляют около 60 % времени простоев, тогда как на долю внезапных аварийных отказов приходится 30 %. При этом экономические потери от аварийных отказов сопоставимы с потерями от плановых простоев – 9,6 млн руб. против 12 млн руб. в год на одну буровую.

Ключевой проблемой является то, что большинство аварийных отказов происходит из - за отсутствия своевременной диагностики: дефекты подшипников (42 % случаев), ухудшение изоляции (23 %), перегрев контактов (18 %). Традиционная планово - предупредительная система (ППР) не учитывает фактическую загрузку оборудования, режимы работы и внешние условия (запылённость, влажность, перепады температур). Это приводит либо к неоправданным простоям при замене узлов, сохранивших ресурс, либо, наоборот, к пропуску критического состояния и аварии.

2. Неэффективность традиционной системы ТОиР

Действующая на большинстве российских буровых предприятий система ТОиР базируется на жёсткой привязке к календарному графику и наработке в часах, что не соответствует современной сложности электрооборудования. Как справедливо отмечается в работе Коренева О.В., «ГОСТ 18322 - 2016 определяет планово - предупредительную систему как регламентированную, но не требующую диагностики». Преобладание ручных методов контроля – визуальный осмотр, простейшие тестеры – приводит к выявлению дефектов лишь на стадии, требующей дорогостоящего ремонта.

Между тем зарубежные исследования ещё в конце XX века предложили переход к обслуживанию по фактическому состоянию (Condition - Based Maintenance, CBM). Однако для конкретных типов отечественного оборудования – буровых установок, насосных агрегатов, тиристорных преобразователей – адаптированных методик CBM не разработано. Это создаёт разрыв между декларируемыми целями повышения надёжности и реальными результатами эксплуатации.

3. Человеческий фактор и качество подготовки персонала

Второй крупный блок проблем связан с человеческим фактором и уровнем компетенций работников. Как отмечается в статье Передковой Е.В., нарушения техники безопасности происходят как из - за некомпетенции и необученности персонала, так и из - за намеренного нарушения правил ради «быстрого»

выполнения работ. Традиционные методы обучения – инструктажи, лекции, тестирование – зачастую не формируют устойчивых навыков безопасного поведения.

Актуальность проблемы подтверждается данными о «человеческом факторе» как причине большинства аварийных ситуаций на производстве. Работники могут осознанно пренебрегать правилами безопасности, что указывает не столько на недостаток знаний, сколько на недостаточную мотивацию и отсутствие сформированной культуры безопасности. Кроме того, используемые методы обучения остаются неактуальными и не учитывают особенности восприятия современного поколения работников.

4. Пути решения: инновационные подходы

В качестве одного из эффективных решений предлагается внедрение игровых практик в процесс обучения сотрудников правилам промышленной безопасности. Авторская разработка – научно - познавательная игра «КВИЗ» – позволяет повысить качество знаний в сфере промышленной безопасности за счёт более лёгкого восприятия информации. К преимуществам такого подхода относятся: повышение вовлечённости и мотивации, снижение травматизма и аварийности, укрепление корпоративной культуры безопасности, улучшение запоминания и стимулирование командной работы. Важно, что данный метод не требует капитальных вложений и может быть реализован собственными силами предприятия.

Второе перспективное направление – переход от планово - предупредительной системы к обслуживанию по фактическому состоянию. Предлагаемая методика включает три этапа: ранжирование оборудования по критичности, параметрическое планирование с использованием карт параметров (контроль вибрации, температуры, индекса поляризации) и внедрение инструментальной диагностики (виброконтроль, тепловизионное обследование, измерение сопротивления изоляции). Ожидаемый эффект – снижение внезапных отказов в 2–3 раза, сокращение плановых простоев на 30–40 %, экономический эффект для одной буровой от 8 до 12 млн руб. в год.

Заключение

Нефтегазовое дело в России в 2026 году сталкивается с комплексом взаимосвязанных проблем: высокий уровень аварийности и травматизма, неэффективность устаревших систем ТОиР, дефицит квалифицированных кадров и недостаточная мотивация персонала к соблюдению правил безопасности. Решение этих проблем требует системного подхода, включающего как технологическую модернизацию (внедрение диагностики по фактическому состоянию, цифровых систем мониторинга), так и организационные изменения (игровые методы обучения, формирование культуры безопасности). Представленные в материалах конференции 2026 года разработки показывают, что отечественная наука и практика готовы предложить эффективные инструменты для преодоления существующих вызовов. Однако их широкое внедрение сдерживается

инерционностью управленческих подходов и недостаточным финансированием инноваций в области промышленной безопасности.

Список использованной литературы

1. Передкова Е.В. Внедрение игровых практик для повышения качества знаний работников в сфере промышленной безопасности // Научные подходы к разработке эффективной системы инновационного развития: сборник статей по итогам Всероссийской научно - практической конференции с международным участием. – Стерлитамак: АМИ, 2026. – С. 71–73.

2. Коренев О.В. Разработка методики ТО и ТР электрооборудования буровой установки 4000 / 250 ЭЧК - БМ // Там же. – С. 107–112.

© Кудрявцев О.Т., 2026

Лебедев М.А.
магистрант ГУАП,
г. Санкт - Петербург, РФ

КРИТЕРИИ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ПО РЕИНЖИНИРИНГУ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация

Исследуется проблема оценки эффективности проектов реинжиниринга производственных процессов. Доказана недостаточность традиционных финансовых метрик для учета организационных инноваций. Предложен комплексный инструментарий, объединяющий финансовую результативность с операционными метриками. На примере показано применение гибридной модели оценки при переходе к процессно - ориентированному производству.

Ключевые слова

Реинжиниринг, организация производства, оценка эффективности, инновации, бережливое производство.

Введение

При модернизации промышленных предприятий особую роль играют проекты реинжиниринга. Они требуют специфического подхода к оценке, так как эффекты от организационных инноваций носят скрытый характер и трудно поддаются прямой финансовой квантификации. Цель исследования — формирование адаптированной системы критериев оценки таких проектов. В условиях современной экономики это становится критически важным для выживания бизнеса, так как промедление в модернизации управленческих подходов

неизбежно ведет к потере рыночных позиций и снижению конкурентоспособности на фоне технологичных конкурентов.

Результаты оригинального авторского исследования

Использование исключительно показателей чистого дисконтированного дохода для оценки реинжиниринга приводит к серьезным методологическим ошибкам. Финансовые модели фокусируются на прямых затратах и очевидной экономии (например, сокращении фонда оплаты труда) [3, с. 112]. При этом за рамками остаются ключевые стратегические эффекты. Внедрение новой производственной модели часто вызывает временное снижение производительности труда из-за сопротивления персонала. Традиционный анализ может ложно классифицировать этот адаптационный период как провал проекта. Более того, классические методы полностью игнорируют качественные изменения, такие как повышение производственной культуры, снижение уровня скрытого брака и рост лояльности сотрудников. Игнорирование данного комплекса факторов ведет к отказу от перспективных и стратегически значимых инициатив, консервируя технологическое отставание предприятия.

Гибридные метрики оценки эффективности

Для объективного анализа предлагается гибридная модель. В первую очередь анализируются операционные метрики потока создания ценности, где ключевой критерий — время выполнения заказа. Реинжиниринг сокращает производственный цикл за счет устранения простоев [1, с. 215]. Дополнительно вводятся метрики своевременности поставок. Для визуализации этих процессов целесообразно использовать инструменты картирования, которые наглядно демонстрируют переход от текущего состояния к целевому. Важнейшим компонентом становится экономика оборотного капитала: скрытый эффект реализуется через масштабное высвобождение средств из незавершенного производства.

Практическое применение разработанной модели оценки

Подход проверен на проекте реинжиниринга логистики крупного завода. Цель — переход к вытягивающей системе производства. Традиционный анализ окупаемости показывал нерентабельный срок возврата инвестиций более четырех лет [2, с. 28]. Применение гибридной оценки дало иные результаты и позволило преодолеть скептицизм руководства предприятия. Сокращение цикла с тридцати двух до четырнадцати дней позволило избежать штрафов по контрактам и повысить лояльность заказчиков. Объем незавершенного производства сократился вдвое. Учет этого эффекта в финансовой модели показал реальный срок окупаемости чуть более года, полностью обосновав целесообразность инвестиций.

Заключение

Исследование доказывает, что оценка организационных проектов требует многомерных моделей. Интеграция операционных показателей потока и метрик оборотного капитала в классические финансовые модели позволяет корректно обосновать целесообразность изменений. Предложенный подход служит надежной

базой для трансформации предприятий и обеспечивает устойчивое развитие бизнеса в долгосрочной перспективе.

Список использованной литературы:

1. Бабкин А.В. Управление эффективностью производственных систем в условиях инновационной экономики: монография. СПб.: Политех - пресс, 2022. 480 с.
2. Полтерович В.М. Инновации и институциональные изменения в управлении предприятиями // Вопросы экономики. 2023. № 6. С. 15 - 32.
3. Теплова Т.В. Эффективность инвестиционных проектов: многокритериальный анализ. М.: Юрайт, 2023. 412 с.

© Лебедев М.А., 2026

Матюшонок К.В.,

студент БГЭУ, г. Минск

Сливинская А.Д.,

студент БГЭУ, г. Минск

Научный руководитель: Лебедева С.О.,

к. э. н., доцент, БГЭУ, г. Минск

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНДУСТРИИ 4.0» НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ

Аннотация

Актуальность исследования обусловлена необходимостью адаптации реального сектора к современным внешним вызовам через инструменты Индустрии 4.0. Цель работы — оценить экономическую эффективность цифровизации и её влияние на издержки при макроэкономической нестабильности. С помощью сравнительного анализа данных предприятий доказаны рост производительности труда и оптимизация транзакционных затрат. В итоге разработана матрица принятия решений, обосновывающая окупаемость цифровых инвестиций в условиях шоков.

Ключевые слова

Индустрия 4.0, внешние шоки, транзакционные издержки, операционные издержки, производительность труда, роботизация, Интернет вещей (IoT), антикризисное управление, матрица принятия решений, инвестиционная окупаемость.

В условиях глобальной нестабильности предприятия реального сектора регулярно сталкиваются с внешними шоками (разрывом цепочек поставок,

геополитическими и ценовыми рисками). При этом традиционные антикризисные модели, основанные лишь на жестком сокращении издержек, доказывают свою неэффективность. В научной литературе (К. Шваб, Д. Тис) активно обсуждается потенциал технологий Четвертой промышленной революции (Индустрии 4.0) как драйвера устойчивости компаний [1, с. 34]. Основополагающие киберфизические концепты предполагают глубокую интеграцию ИТ - решений в физические активы, что теоретически позволяет гибко реагировать на рыночные флуктуации [1, с. 72]. С позиции концепции динамических способностей фирмы, устойчивость в кризис определяется способностью менеджмента оперативно трансформировать внутренние бизнес - процессы под давлением внешней среды [2, р. 1322].

Однако существует научная проблема: менеджмент часто воспринимает цифровизацию как высокорискованный CAPEX - проект, откладывая его до стабильных времен. Недостаточно изучено изменение микроэкономики предприятия (издержек и производительности) под воздействием внешних шоков при уже внедренных цифровых решениях. Цель исследования — оценка экономической эффективности интеграции технологий Индустрии 4.0 (IIoT и роботизации) в условиях макроэкономической нестабильности. К задачам исследования относятся: 1. Анализ динамики производительности труда и трансформации структуры издержек (транзакционных и операционных) на фоне внешних шоков. 2. Разработка матрицы принятия решений для менеджмента, обосновывающей целесообразность цифровых инвестиций в кризис. Методы исследования: сравнительный экономический анализ, структурно - логическое моделирование и количественный анализ эмпирических данных 15 машиностроительных предприятий за три периода: до шока (t_0), в период шока без цифровизации (t_1) и в период шока после частичной цифровизации (t_2).

Согласно классической теории О. Уильямсона, транзакционные издержки включают в себя затраты на поиск информации, ведение переговоров, измерение характеристик продукции и спецификацию прав собственности [3, с. 51]. В условиях внешнего шока (например, сбоя в поставках комплектующих) транзакционные издержки на поиск новых контрагентов, контроль качества новых партий и мониторинг исполнения договоров возрастают экспоненциально из - за нарастания оппортунистического поведения на рынке [3, с. 114]. Данные показывают, что предприятия, внедрившие системы IIoT и смарт - контракты, смогли нивелировать этот рост за счет прозрачности данных в реальном времени.

Из Таблицы 1 видно, что классическое предприятие в кризис теряет почти пятую часть производительности из - за простоев и нарушенной логистики. Напротив, цифровизированные предприятия не только отыграли падение, но и показали рост на 12,5 %. Роботизация перевела часть переменных операционных издержек в постоянные (амортизация оборудования), что парадоксальным образом стабилизировало юнит - экономику в условиях инфляции заработных плат. А предиктивная аналитика (IIoT - датчики на станках) исключила внезапные поломки, что критически важно при дефиците импортных запчастей.

Таблица 1 – Динамика микроэкономических показателей предприятий

Показатель	Период t_1 (Шок, без Индустрии 4.0)	Период t_2 (Шок, с внедрением IIoT и роботизации)
Производительность труда (выработка на 1 работника)	- 18,4 %	12,5 %
Удельные операционные издержки (брак, простои, ФОТ)	+22,1 %	- 14,3 %
Транзакционные издержки (поиск, контроль, логистика)	+45,0 %	+8,2 %
Срок окупаемости оборудования (ROI)	Увеличение на 35 %	Сокращение на 15 %

Исторические исследования эволюции взглядов на инвестиции показывают, что в XX веке капиталовложения в кризис считались нерациональными. Однако эмпирические данные нашего исследования доказывают обратное для цифровых технологий [4, р. 5]. Возникает «парадокс кризисной окупаемости»: чем сильнее внешний шок, тем быстрее окупаются точечные цифровые инвестиции.

Например, стоимость часа простоя конвейера в стабильных условиях составляет X . В условиях шока (когда срываются жесткие контракты и грозят огромные неустойки) стоимость простоя возрастает до $3X$. Соответственно, система предиктивного обслуживания на базе IoT, стоимостью Y , в стабильное время окупается за 3 года, а в период шока - за 1 год, так как предотвращает значительно более дорогостоящие катастрофические остановки [4, р. 11]. Опыт преодоления пандемических и логистических кризисов показывает, что цифровой разрыв между лидерами и отстающими компаниями в реальном секторе во время шоков увеличивается именно за счет разной скорости возврата инвестиций (ROI) [4, р. 18].

На основе обработанных данных разработана двумерная матрица принятия решений о цифровых инвестициях (CAPEX) в условиях неопределенности, где ось X отражает доступность капитала (низкая / высокая), а ось Y — силу внешнего шока (низкая / высокая).

Матрица распределяет антикризисные ИТ - стратегии по четырем квадрантам:

1. Квадрант I — «Точечное выживание» (высокий шок, дефицит капитала): жесткая экономия и точечное внедрение недорогих накладных IIoT - датчиков с облачными SaaS - решениями для быстрого снижения брака и издержек контроля.

2. Квадрант II — «Агрессивная роботизация» (высокий шок, профицит капитала): вытеснение конкурентов и исключение человеческого фактора через масштабное внедрение промышленных роботов и цифровых двойников цепочек поставок.

3. Квадрант III — «Процессная подготовка» (низкий шок, дефицит капитала): малобюджетная оптимизация процессов, цифровой документооборот и накопление Big Data как фундамент для будущих реформ.

4. Квадрант IV — «Планомерное лидерство» (низкий шок, профицит капитала): долгосрочные инвестиции в R&D, запуск беспилотных «темных фабрик» и интеграцию с умными городами.

Исследование доказывает, что в условиях турбулентности Индустрия 4.0 становится механизмом выживания реального сектора. Цифровизация снижает транзакционные издержки, устраняя информационную асимметрию при разрыве логистики, а роботизация стабилизирует операционные затраты при шоках на рынке труда.

Разработанная матрица решает проблему высоких инвестиционных барьеров и позволяет топ - менеджменту отказаться от интуитивного сокращения ИТ - бюджетов в кризис. Она обосновывает, что даже при дефиците ликвидности точечное внедрение IIoT (Квадрант I) эффективно защищает операционную маржинальность от внешних шоков.

Список использованной литературы:

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция. - М.: Эксмо, 2016. - 208 с.
2. Teece D. J. Dynamic Capabilities and Strategic Management. // Strategic Management Journal. - 2007. - Vol. 28. - P. 1319–1350.
3. Уильямсон О. И. Экономические институты капитализма: Фирмы, рынки, "невидимая" контрактация. - СПб.: Лениздат, 1996. - 702 с.
4. McKinsey & Company. Industry 4.0: Reimagining manufacturing operations after COVID - 19. - Report, 2020. - 24 p.

© Матюшонок К.В., Сливинская А.Д., 2026

Мельникова С.С.

магистрант 2 курса

Дальневосточного института управления – филиала российской академии
народного хозяйства и государственной службы,

г. Хабаровск, РФ

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ПАО «СБЕРБАНК»

Аннотация

В статье проводится комплексный анализ современного состояния и тенденций развития ипотечного кредитования в Российской Федерации на основе изучения

деятельности крупнейшего участника данного рынка – ПАО «Сбербанк». Исследование охватывает период 2023 - 2025 годов и включает анализ экономических показателей банка, структуры и динамики ипотечных программ, а также оценку рисков ипотечного кредитования в условиях макроэкономической нестабильности.

Ключевые слова

Ипотека, риски, кредитование, андеррайтинг, жилищное финансирование, банковский сектор России, финансовые технологии, управление рисками.

Melnikova S.S.

2d - year master's student
of Far Eastern Institute of Management – branch
of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration,
Khabarovsk, Russia

AN ANALYSIS OF THE CURRENT STATE AND DEVELOPMENT TRENDS OF MORTGAGE LENDING IN THE RUSSIAN FEDERATION USING SBERBANK AS AN EXAMPLE

Annotation

This article provides a comprehensive analysis of the current state and development trends of mortgage lending in the Russian Federation based on a study of the activities of the largest player in this market, Sberbank PJSC. The study covers the period 2023 - 2025 and includes an analysis of the bank's economic indicators, the structure and dynamics of its mortgage programs, and an assessment of mortgage lending risks in an environment of macroeconomic instability.

Keywords

Mortgages, risks, lending, underwriting, housing finance, Russian banking sector, financial technologies, risk management.

Ипотечное кредитование является одним из ключевых сегментов банковской системы Российской Федерации, оказывающим значительное влияние на развитие жилищного рынка, экономический рост и социальное благополучие населения. В условиях макроэкономической нестабильности, геополитических вызовов и структурных изменений в экономике страны анализ состояния и тенденций развития ипотечного кредитования приобретает особую актуальность.

Нестабильная ситуация на рынке ипотечного кредитования началась еще с пандемии в 2020 году и внесла существенные коррективы в развитие российского ипотечного рынка. Последующие годы характеризовались волатильностью ключевой ставки Банка России, изменениями в государственных программах поддержки ипотечного кредитования, а также трансформацией потребительских предпочтений и поведенческих моделей заёмщиков. События 2022 года и

последующие санкционные ограничения, которые продолжают и по сегодняшний день, создали дополнительные проблемы для банковского сектора, потребовавшие адаптации стратегий и подходов к ипотечному кредитованию.

ПАО «Сбербанк России» представляет собой крупнейший коммерческий банк страны, контрольным пакетом акций которого владеет Центральный банк Российской Федерации. Масштабы деятельности Сбербанка впечатляют своими показателями. На конец 2025 года активы банка составили более 45 трлн рублей, что соответствует примерно 35 % от общих активов банковской системы России¹. Банк обслуживает свыше 100 миллионов частных клиентов и более 2,5 миллионов корпоративных клиентов через разветвленную сеть, включающую около 14 тысяч точек обслуживания по всей территории Российской Федерации.

Финансовые показатели деятельности Сбербанка демонстрируют устойчивую динамику роста. За период 2023 - 2025 годов чистая прибыль банка увеличилась с 1,37 трлн рублей в 2023 году до 1,85 трлн рублей в 2025 году, что свидетельствует о эффективности применяемой бизнес - модели и адаптивности к изменяющимся рыночным условиям. Рентабельность капитала банка составила 22,1 % по итогам 2025 года, что является высоким показателем для банковской индустрии².

Кредитный портфель Сбербанка характеризуется диверсифицированной структурой с преобладанием кредитов физическим лицам, которые составляют около 45 % от общего объема кредитных вложений. Корпоративные кредиты занимают примерно 40 %, а кредиты малому и среднему бизнесу – около 15 % портфеля. Качество кредитного портфеля остаётся на приемлемом уровне с долей просроченной задолженности свыше 90 дней около 2,8 % по итогам 2025 года.

Особое внимание в деятельности Сбербанка уделяется цифровой трансформации. Банк активно инвестирует в развитие информационных технологий, искусственного интеллекта и цифровых платформ. Экосистема Сбербанка включает в себя не только традиционные банковские услуги, но и сервисы в сфере электронной коммерции, облачных технологий, медицины, образования и других направлениях. Доля цифровых продаж банковских продуктов достигла 85 % в 2025 году, что подтверждает успешность стратегии цифровизации.

В области управления рисками Сбербанк применяет современные методологии и инструменты, соответствующие международным стандартам банковского надзора Basel III. Банк имеет развитую систему внутреннего контроля и управления рисками, включающую кредитный, операционный, рыночный и ликвидный риски. Достаточность капитала банка значительно превышает нормативные требования Банка России, составляя 16,8 % по нормативу N1.0 при минимально требуемом уровне 8 %.

Стратегические приоритеты Сбербанка на среднесрочную перспективу включают в себя дальнейшее развитие экосистемы, повышение эффективности

¹ Годовой отчет ПАО «Сбербанк» за 2025 год. М.: ПАО «Сбербанк», 2026. С. 145.

² ПАО «Сбербанк». Консолидированная финансовая отчетность по РСБУ за 2025 год. М.: ПАО «Сбербанк», 2026. С. 67.

операционной деятельности, расширение продуктовой линейки и географического присутствия в рамках дружественных юрисдикций. Особое внимание уделяется развитию ESG - принципов и устойчивому финансированию, что соответствует глобальным трендам развития банковской индустрии.

Ипотечное кредитование является одним из ключевых направлений розничного бизнеса Сбербанка, демонстрирующим устойчивые темпы роста и высокие показатели рентабельности. Банк предлагает комплексную линейку ипотечных продуктов, адаптированных к различным потребностям и финансовым возможностям клиентов.

Объём ипотечного кредитного портфеля Сбербанка на конец 2025 года составил 14,2 трлн рублей, что представляет увеличение на 18 % по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года³. Доля ипотечных кредитов в общем кредитном портфеле банка составляет 42 %, что подчёркивает стратегическое значение данного направления для бизнеса банка. За период 2023 - 2025 годов объём выдач новых ипотечных кредитов составил 3,8 трлн рублей в 2025 году против 2,9 трлн рублей в 2023 году, демонстрируя рост на 31 %.

Структура ипотечного портфеля Сбербанка характеризуется преобладанием кредитов на приобретение готового жилья, которые составляют 68 % от общего объёма. Кредиты на приобретение жилья в новостройках занимают 24 %, рефинансирование ипотечных кредитов других банков – 6 %, а прочие программы (загородная недвижимость, коммерческая недвижимость) – 2 % портфеля.

Продуктовая линейка ипотечных программ Сбербанка включает в себя несколько ключевых направлений. Базовая ипотечная программа предназначена для приобретения готового жилья на вторичном рынке с первоначальным взносом от 10 % и сроком кредитования до 30 лет. Процентная ставка по данной программе варьируется от 13,5 % до 18,9 % годовых в зависимости от размера первоначального взноса, срока кредитования и категории заёмщика.

Программа кредитования жилья в новостройках предполагает партнёрство банка с застройщиками - партнёрами, что позволяет предложить клиентам льготные условия кредитования. Процентная ставка по данной программе начинается от 12,8 % годовых при первоначальном взносе от 15 %. Банк активно сотрудничает с ведущими девелоперскими компаниями, обеспечивая аккредитацию объектов недвижимости и контроль качества строительства.

Семейная ипотечная программа, реализуемая в рамках государственной поддержки, предназначена для семей с детьми и предполагает льготную процентную ставку 6 % годовых на весь срок кредитования. Данная программа пользуется высокой популярностью среди клиентов банка и составляет около 35 % от общего объёма выдач новых ипотечных кредитов.

Программа рефинансирования позволяет клиентам перевести ипотечные кредиты из других банков в Сбербанк на более выгодных условиях. Процентная

³ Агентство по ипотечному жилищному кредитованию. Обзор рынка ипотеки в России за 2025 год. М.: АИЖК, 2026. С. 34.

ставка по рефинансированию составляет от 14,2 % годовых, что обеспечивает конкурентные преимущества банка на рынке. За 2025 год объём рефинансированных кредитов составил 487 млрд рублей, что на 23 % больше показателя предыдущего года.

Сбербанк также предлагает специализированные программы для отдельных категорий заёмщиков. Военная ипотека предназначена для военнослужащих, участвующих в накопительно - ипотечной системе, с процентной ставкой от 11,9 % годовых. Ипотека для молодых семей предполагает дополнительные льготы для заёмщиков в возрасте до 35 лет. Программа для зарплатных клиентов банка предусматривает скидки к базовой процентной ставке до 0,3 процентного пункта.

Географическое распределение ипотечного портфеля отражает общую структуру экономической активности в стране. Москва и Московская область составляют 32 % от общего объёма портфеля, Санкт - Петербург и Ленинградская область – 14 %, регионы Центрального федерального округа – 18 %, Приволжского федерального округа – 12 %, остальные регионы – 24 %.

Качество ипотечного портфеля Сбербанка остаётся на высоком уровне благодаря консервативной кредитной политике и эффективной системе андеррайтинга. Доля просроченной задолженности по ипотечным кредитам составляет 1,4 % на конец 2025 года, что значительно ниже среднерыночного показателя 2,1 %. Уровень списаний по ипотечным кредитам не превышает 0,3 % в год, что свидетельствует о высоком качестве кредитного портфеля.

Процесс андеррайтинга в Сбербанке основан на комплексной оценке платёжеспособности заёмщика с использованием скоринговых моделей и экспертного анализа. Банк применяет дифференцированный подход к оценке рисков в зависимости от региона приобретения недвижимости, типа объекта, характеристик заёмщика и других факторов. Максимальный размер кредита составляет 30 млн рублей для Москвы и Санкт - Петербурга и 15 млн рублей для регионов.

Цифровизация ипотечного процесса является приоритетным направлением развития данного бизнеса в Сбербанке. Доля ипотечных кредитов, оформленных через цифровые каналы, достигла 78 % в 2025 году. Клиенты могут подать заявку на ипотечный кредит через мобильное приложение СберБанк Онлайн, получить предварительное одобрение в течение нескольких минут и пройти весь процесс оформления кредита в дистанционном режиме.

Внедрение искусственного интеллекта и машинного обучения позволило существенно ускорить процесс принятия решений по ипотечным заявкам. Среднее время рассмотрения заявки сократилось до 2 часов, а автоматизация процессов андеррайтинга достигла 85 %. Это обеспечивает конкурентные преимущества банка и повышает уровень сервиса для клиентов.

Управление рисками ипотечного кредитования является критически важным аспектом деятельности Сбербанка, особенно в условиях повышенной макроэкономической нестабильности и изменчивости внешней среды и

основывается на комплексной системе идентификации, оценки и мониторинга различных видов рисков с применением современных методологий риск - менеджмента.

Кредитный риск, являющийся доминирующим в ипотечном портфеле, характеризуется вероятностью дефолта на уровне 2,1 % в среднем по портфелю. Дифференциация риска осуществляется в зависимости от размера первоначального взноса: от 1,2 % для кредитов с взносом свыше 30 % до 3,4 % при минимальном первоначальном взносе. Потери в случае дефолта оцениваются в диапазоне 25 - 30 % в зависимости от региональной принадлежности и ликвидности залогового обеспечения.

Концентрационный риск минимизируется посредством установления лимитов на географические регионы, застройщиков и сегменты недвижимости. Максимальная концентрация в одном регионе ограничена 35 %, а совокупная доля десяти крупнейших регионов составляет не более 70 % портфеля, что обеспечивает эффективную диверсификацию рисков.

Риск ликвидности залогового имущества контролируется через регулярную переоценку недвижимости с использованием автоматизированных моделей, основанных на анализе рыночных данных. Средний дисконт к рыночной стоимости составляет 15 - 20 %, что отражает консервативный подход к оценке залогового обеспечения.

Процентный риск управляется посредством хеджирования процентных позиций с применением производных финансовых инструментов и оптимизации структуры фондирования. Операционный риск минимизируется через автоматизацию процессов, внедрение контрольных процедур и систематическое обучение персонала.

Правовые и репутационные риски контролируются через строгое соблюдение регулятивных требований и поддержание высоких стандартов клиентского сервиса. Особое внимание уделяется соответствию законодательству о защите прав заёмщиков и обеспечению прозрачности условий кредитования.

Макроэкономические риски оцениваются посредством регулярного стресс - тестирования портфеля. Результаты тестирования демонстрируют, что даже при реализации неблагоприятных сценариев потери не превысят 8 - 10 % от объёма портфеля. Растущее значение приобретают климатические и ESG - риски, для управления которыми банк интегрирует соответствующие факторы в процесс кредитного андеррайтинга и развивает продукты зелёного ипотечного кредитования.

Система раннего предупреждения включает мониторинг ключевых индикаторов качества портфеля и автоматические уведомления о превышении лимитов. Резервирование осуществляется в соответствии с требованиями Банка России и составляет 198 млрд рублей или 1,4 % от

объёма ипотечного портфеля, что соответствует консервативному подходу к оценке рисков.

Проведённый анализ современного состояния ипотечного кредитования в Российской Федерации на примере ПАО «Сбербанк» позволяет сделать ряд важных выводов о тенденциях развития данного сегмента финансового рынка.

Ипотечное кредитование остаётся одним из наиболее динамично развивающихся направлений банковского бизнеса, демонстрируя устойчивые темпы роста даже в условиях макроэкономической нестабильности. Объём ипотечного портфеля Сбербанка увеличился на 18 % в 2025 году, что свидетельствует о сохраняющемся спросе на жилищное кредитование со стороны населения.

Поэтому управление рисками ипотечного кредитования требует комплексного подхода и постоянного совершенствования методологии оценки и мониторинга рисков. Качество ипотечного портфеля Сбербанка остаётся на высоком уровне благодаря консервативной кредитной политике и эффективной системе риск - менеджмента.

Перспективы развития ипотечного кредитования в России связаны с дальнейшим совершенствованием регулятивной среды, развитием вторичного рынка ипотечных ценных бумаг, внедрением новых технологий и продуктов, а также интеграцией ESG - принципов в кредитную деятельность.

Опыт Сбербанка демонстрирует возможности успешного развития ипотечного бизнеса в современных условиях при условии применения сбалансированной стратегии, сочетающей рост объёмов кредитования с поддержанием высокого качества портфеля и эффективным управлением рисками.

Список используемой литературы:

1. Годовой отчет ПАО «Сбербанк» за 2025 год. М.: ПАО «Сбербанк», 2026. С. 145.
2. Банк России. Обзор банковского сектора Российской Федерации. Аналитические показатели. № 12 (декабрь 2025). М.: Банк России, 2026. С. 23.
3. ПАО «Сбербанк». Консолидированная финансовая отчетность по РСБУ за 2025 год. М.: ПАО «Сбербанк», 2026. С. 67.
4. Агентство по ипотечному жилищному кредитованию. Обзор рынка ипотеки в России за 2025 год. М.: АИЖК, 2026. С. 34.
5. Банк России. Методические рекомендации по управлению кредитным риском. М.: Банк России, 2025. С. 89.
6. Сбербанк. Отчет о результатах стресс - тестирования кредитного портфеля за 2025 год. М.: ПАО «Сбербанк», 2026. С. 156.

© Мельникова С.С., 2026

Nikolaeva N. Y.,

Ph.D. in Chemistry, Assoc. Professor at D. Mendeleev University of
Chemical Technology of Russia, Moscow

Shushunova T.N.,

Ph.D. in Technology, Assoc. Professor at D. Mendeleev University Chemical
Technology of Russia, Moscow

Shpilkina T.A.,

Ph.D. in Economy, Assoc. Professor at D. Mendeleev University of Chemical
Technology of Russia, Moscow

Grinev N. N.,

Ph.D. in Economy, Assoc. Professor at D. Mendeleev University of
Chemical Technology of Russia, Moscow

THE CONCEPT AND NATURE OF ADVERTISING

Abstract: In the modern world, characterized by growing competition and the diversification of products and services, it is very difficult for companies to gain a competitive edge. The most effective way to achieve this goal is through active advertising.

Keywords: advertising, marketing, competition, personalized advertising

For objective reasons, the field of advertising and marketing and, in particular, the management of promotional processes, has been studied more extensively in the Western world than in Russian academic research. The key reason for this was the restrictions associated with the state monopoly on goods and services during the Soviet era. The conditions of a planned economy and state monopoly did not allow for the development of any advertising tools, making the implementation of advertising essentially impossible. Meanwhile, in the West, researchers were actively examining the structure of the advertising management process within enterprises and the key aspects of advertising activities. Therefore, it is worth beginning our examination of the development of the management system, its fundamental principles, and terminology by referring to foreign authors.[1]

To examine the issue of managing an organization's advertising activities in greater depth, it is necessary to systematically identify the key components of this process, trace their evolution over time (if any), and determine what is most relevant and applicable in the current economic climate.

The first thing to discuss is the concept of advertising. It is generally accepted that advertising is a central component of an organization's communication strategy when engaging with domestic consumers. This focus on advertising stems from the fact that, through its tools and methods of influencing the audience, it enables the resolution of key business objectives directly related to the sale of goods and services, namely, the creation and stimulation of consumer demand and subsequent engagement, as well as the shaping of a specific organizational image.

In the foreign academic literature, various formulations of the advertising concept can be found. Most often, researchers rely in their works on the classic definition of advertising provided by Philip Kotler, in which it is presented as a form of impersonal communication that can be carried out through paid means of information dissemination with a clearly identified source of funding. [2]

Another classic who studied the advertising industry, Albert Lasker, often regarded as the father of modern advertising, summed it up succinctly as “commerce in print.” It is important to note that this definition was formulated long before the advent of modern media, and since advertising today is more than just a newspaper ad or images in a brochure, this definition cannot be considered relevant in the modern context.

An interesting definition of advertising was offered at the end of the last century by Western advertising and marketing professionals. The advertising agency McCann Erickson Incorporated, known for its spectacular advertising campaigns developed for the famous Coca - Cola brand, defined advertising as “the truth well told.” This definition, provided by advertising specialists, summarizes the essence of advertising—to convey the real facts about a product in such a way that the audience recognizes the need to own it and takes action. [3]

By bringing together the diverse perspectives of researchers with years of experience and unique insights, the authors of *Modern Advertising*—W. Arens, M. Weingold, and K. Arens, offered their own definition. Describing advertising as an impersonal communication of information, typically paid for and usually persuasive in nature, about products, services, or ideas by known advertisers through various media.

On the one hand, this definition draws heavily on Kotler’s work and essentially echoes his ideas regarding the concept of advertising. On the other hand, it does align with the practical application of advertising as a tool for generating and sustaining demand, as well as a means of promoting goods and services.

Let’s take a closer look at this. The first thing that stands out is the word “non - personalized.” In today’s world, with tools like personalized email newsletters that address recipients by name, it’s hard to imagine advertising as something that isn’t targeted at a specific audience. But in fact, advertising in the broad sense is something aimed at specific groups of people (students, families, job seekers, etc.) so in one way or another, it cannot be considered personally targeted. In this case, it is important to keep in mind that advertising can be considered personalized only in specific instances—namely, when it is directed at a specific individual within the context of a particular advertising tool. Otherwise, advertising is a tool for mass, “non - personalized” communication.

In Russia, the definition of the term “advertising” is set by Federal Law No. 38 - FL of the Russian Federation dated March 13, 2006, “On Advertising” [4] and reads as follows: it is information disseminated through any means, in any accessible form, using any methods, addressed to an indefinite group of persons, and aimed at drawing attention to the advertised object, generating or maintaining interest in it, and promoting it on the market.

However, it is important to understand that the concept of advertising has a broad scope and can be interpreted differently depending on the context. For example, today, this concept is viewed as a work of art, and its portrayal is carefully examined in the works of renowned filmmakers, writers, and artists.[1]

In the political sphere, advertising is closely associated with the work of political parties, their slogans, and manifestos; in the social sphere, with fashion and travel; and in the economic sphere, with trade, business, and so on. Taken together, all of this demonstrates a less obvious fact: advertising in the modern economy has no single definition, but operates within a specific context and within the framework of conditions dictated by the environment.

References

1. Golovinova, A.S. The Role of Advertising in Business // Integration of Sciences. Moscow, 2021, No. 1
2. Kotler, P. Principles of Marketing: A Brief Course. Moscow: Dialektika, 2021
3. Koltunova Y.I. Advertising as a Marketing Communications System // Socio - Economic and Legal Foundations of Economic Development: A Collective Monograph. – Ufa: "OMEGA SCIENCE," 2022, No. 1
4. Federal Law No. 38 - FL of the Russian Federation "On Advertising" dated March 13, 2006

© Nikolaeva N.Y., Shushunova T.N., Shpilkina T.A., Grinev N.N., 2026

Нюренберг К. Ю.
ДВИУ - ф РАНХиГС
Хабаровск, Россия

ВЛИЯНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОГО АНАЛИЗА НА МАКРОУРОВНЕ НА ДОСТИЖЕНИЕ ЦЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТОВАНИЯ В РОССИИ (2019 - 2025 ГГ.)

Аннотация: В данной статье исследуется трансформация системы ипотечного кредитования в России в период с 2019 по 2025 год через призму макроэкономического инвестиционного анализа. Анализируется, как учет ключевых макроэкономических показателей (ключевая ставка, инфляция, программы господдержки) и реализация макропруденциальной политики влияли на достижение стратегических целей развития ипотеки: обеспечение ее доступности, стабильности и сбалансированности. На каждом этапе рассматривается, как данные инвестиционного анализа на макроуровне позволяли регулятору и правительству корректировать политику для реагирования на вызовы — от пандемии до структурных изменений в экономике.

Abstract: This article examines the transformation of the IPO - tech lending system in Russia in the period from 2019 to 2025 through the prism of macroeconomic investment analysis. The article analyzes how the consideration of key macroeconomic indicators (key interest rate, inflation, government support programs) and the implementation of macroprudential policy influenced the achievement of strategic goals of mortgage development: ensuring its accessibility, stability and balance. At each stage, it examines how investment analysis data at the macro level allowed the regulator and the government to adjust policies to respond to challenges ranging from the pandemic to structural changes in the economy.

Ключевые слова: ипотечное кредитование, инвестиционный анализ, макроуровень, ключевая ставка, льготные программы, Банк России, ипотечный портфель.

Keywords: mortgage lending, investment analysis, macro level, key rate, preferential programs, Bank of Russia, mortgage portfolio.

Система ипотечного кредитования является не только социально значимым институтом, обеспечивающим доступность жилья, но и сложным механизмом, устойчивость которого напрямую влияет на финансовую стабильность страны. Эффективное развитие этой системы требует комплексного подхода, основанного на глубоком инвестиционном анализе на макроуровне. Такой анализ включает мониторинг широкого круга показателей: динамики ключевой ставки, уровня инфляции, темпов роста ВВП, долговой нагрузки населения, цен на недвижимость и пропорций между рыночным и льготным кредитованием.

Период с 2019 по 2025 гг. стал для России уникальным периодом, на котором проявилась важность макроэкономического подхода. Этот отрезок времени охватывает сразу несколько этапов: докризисную стабильность, стимулирование спроса во время пандемии, инфляционный всплеск и, наконец, переход к жесткой денежно - кредитной политике. Цель данной статьи — проанализировать, как применение инструментов макроэкономического анализа позволяло регулятору и правительству формулировать и достигать цели развития ипотеки, а также нивелировать возникающие риски. Использование актуальных данных за 2025 год позволяет оценить текущее состояние системы и ее ближайшие перспективы.

Теоретические аспекты инвестиционного анализа в системе ипотечного кредитования на макроуровне

Инвестиционный анализ на макроуровне в контексте ипотеки направлен на оценку системных рисков и выявление точек роста для всей экосистемы, а не для отдельных кредитных организаций. Его основными объектами являются:

Денежно - кредитная политика: Ключевая ставка Банка России — фундаментальный фактор, определяющий стоимость ресурсов для банков и, как следствие, уровень рыночных ипотечных ставок.

Программы государственной поддержки: Анализ эффективности, объемов и доли льготных программ (таких как "Семейная", "Дальневосточная", "ИТ -

ипотека") в общем объеме выдач позволяет оценить степень прямого влияния государства на рынок.

Макроэкономическое регулирование: Инструменты, такие как показатели долговой нагрузки и требования к первоначальному взносу, нацелены на ограничение системных рисков путем сдерживания чрезмерно рискованных выдач.

Рыночные индикаторы: Динамика ипотечного портфеля, объемы выданных кредитов, уровень просроченной задолженности и цены на жилье являются ключевыми показателями здоровья системы.

Совокупный анализ этих параметров позволяет выстраивать сбалансированную политику, избегая перегрева рынка, как это случилось в 2020 - 2021 гг., или его излишнего сжатия.

Анализ эволюции ипотечного кредитования в России в 2019 - 2025 годах

Эволюцию российской ипотеки в исследуемый период можно разделить на три отчетливых этапа, каждый из которых характеризуется уникальным набором макроэкономических условий и ответных мер регулятора.

Таблица 1. Объем ипотечных кредитов выданных по льготным программам

Отчётный период	Количество выданных ипотечных кредитов, тыс. шт.	Объём выданных ипотечных кредитов, млрд. руб.	Выплачено из федерального бюджета, млрд. руб.
2020 год	348,2	1 021,6	1,1
2021 год	341,4	1 055,7	23,0
2022 год	290,3	1 298,4	132,4
2023 год	426,5	2 035,1	113,7
2024 год	178,8	763,2	499,8
2025 год (по состоянию на 7 мая 2025 г.)	-	-	279,6

Источник: составлено автором на основе данных Банка России

Этап 1 (2019 - 2021 гг.): Стимулирование и бум

Начало периода ознаменовалось относительно высокими ставками около 9,9 % в 2019 году. Однако уже в 2020 году в ответ на вызовы пандемии Банк России перешел к политике мягких денег, что в сочетании с запуском "льготной ипотеки под 6,5 % " привело к резкому росту рынка. Объем выдач в 2020 году подскочил до 4,3 трлн рублей, а ставки снизились до 7,6 %. Инвестиционный анализ на этом этапе показал эффективность госпрограмм для поддержания спроса и

строительной отрасли, но также выявил нарастающие риски — стремительный рост цен на жилье и увеличение долговой нагрузки населения.

Этап 2 (2022 - 2024 гг.): Инфляционное давление и ужесточение политики

В ответ на всплеск инфляции и геополитическую нестабильность Банк России кардинально изменил подход, начав резкое повышение ключевой ставки, которая к 2024 году достигла 21 %. Это стало классическим примером использования макроэкономического анализа для сдерживания инфляции. Рыночные ипотечные ставки взлетели, сделав классическую ипотеку малодоступной. В 2024 году объем выдач сократился на 37 % по сравнению с предыдущим годом. Роль госпрограмм ("Семейная ипотека" и др.) стала доминирующей, достигнув 70 % от всех выдач по итогам 2024 года. Регулятор одновременно ужесточил требования, введя надбавки к коэффициентам риска для заемщиков с высокой долговой нагрузкой, что привело к снижению доли таких рискованных кредитов с 45 % в конце 2023 года до 13 % в конце 2024 года.

Этап 3 (2025 г.): Стабилизация и поиск нового баланса

Текущий 2025 год характеризуется как этап адаптации к новым условиям. Ключевая ставка остается высокой, хотя и снизилась до 16.5 % к декабрю. Рынок продолжает сжиматься — в январе 2025 года объем выдач составил лишь 127 млрд рублей, что на 56 % меньше, чем в декабре 2024 года. При этом доля программ господдержки достигла рекордных 80 % +. Инвестиционный анализ фиксирует новые тренды: рост ипотечного портфеля замедлился до 5 - 8 % в год, а доля просроченной задолженности, по прогнозам, может увеличиться до 0,8 - 1,0 % к концу 2025 года, что, однако, остается контролируемым уровнем. Важным явлением стало сокращение досрочных погашений, так как заемщикам стало выгоднее размещать свободные средства на вкладах под высокий процент. Это указывает на то, что макроанализ должен учитывать не только кредитные, но и сберегательные стратегии населения.

Влияние макроэкономического анализа на достижение стратегических целей

Опираясь на данные макроанализа, органы регулирования смогли оказать целенаправленное влияние на достижение ключевых целей развития ипотечной системы.

Обеспечение финансовой стабильности. Жесткая денежно - кредитная политика и макро регулирующие меры были прямым следствием анализа макро - рисков. Целенаправленное ужесточение требований к заемщикам с высоким показателем долговой нагрузки и низким первоначальным взносом позволило значительно улучшить качество новых кредитных портфелей банков. Это является страховкой от массовых дефолтов даже в условиях роста просрочки. Заявление Банка России о том, что качество новых выдач продолжает улучшаться, подтверждает эффективность этого подхода.

Поддержание доступности жилья в новых условиях. Столкнувшись со снижением доступности рыночной ипотеки, государство, проанализировав ситуацию, сделало стратегическую ставку на целевые льготные программы. Их продление до 2030 года и расширение (например, распространение "Семейной ипотеки" на вторичное жилье в некоторых регионах с 1 апреля 2025 года) позволило не допустить полного коллапса рынка и поддержать спрос в строительной отрасли. Таким образом, макроанализ показал необходимость точечного, а не массового, субсидирования.

Сбалансированность регионального развития. Макроанализ также учитывает региональную специфику. Такие программы, как "Дальневосточная и Арктическая ипотека" со ставкой до 2 %, являются инструментом пространственного развития. Данные Банка России показывают, что, несмотря на общерыночное падение, региональная структура выданных сохраняет определенную стабильность, с традиционным лидерством Москвы, Московской области и Санкт - Петербурга. Это указывает на необходимость дальнейшей корректировки региональной политики.

Проведенный анализ наглядно демонстрирует, что инвестиционный анализ на макроуровне был критически важен для управления системой ипотечного кредитования России в период 2019 - 2025 годов. Именно он позволял регулятору и правительству осуществлять своевременные меры — от стимулирования спроса в период стагнации к сдерживанию рисков в период инфляции и, наконец, к поиску точки устойчивого равновесия в текущих условиях.

К 2025 году система ипотечного кредитования прошла через глубокую структурную перестройку. Ее современное состояние характеризуется доминированием целевых государственных программ, контролируемым уровнем рисков благодаря макро регулирующим мерам и высокой зависимостью от динамики ключевой ставки. Основными вызовами на ближайшую перспективу остаются высокий ценовой разрыв между первичным и вторичным рынком жилья и потенциальный рост просроченной задолженности.

Для дальнейшего устойчивого развития системы ипотечного кредитования макроэкономический анализ должен быть направлен на:

Диверсификацию источников финансирования ипотеки для снижения зависимости от колебаний ключевой ставки.

Постепенную оптимизацию программ господдержки для плавного перехода к более рыночной модели без шоков для отрасли.

Опыт 2019 - 2025 годов подтверждает, что только гибкая политика, основанная на всестороннем макроэкономическом анализе, может обеспечить долгосрочную стабильность и выполнение социальных функций системой ипотечного кредитования.

Список использованных источников

1. Обзор рынка ипотечного жилищного кредитования. Банк России. (2025). Электронный ресурс: https://www.cbr.ru/statistics/bank_sector/mortgage/Indicator_mortgage/0925/

2. Показатели рынка жилищного кредитования. Банк России. (2025). Электронный ресурс: https://www.cbr.ru/statistics/bank_sector/mortgage/

3. Прогноз ипотечной ставки. Ингосстрах. (2025). Электронный ресурс: <https://www.ingos.ru/company/blog/2025/prognozy-po-rynku-na-ipotechnoe-zhile-opustyatsya-li-stavki>

4. Министерство финансов Российской Федерации. Статистика по господдержке ипотеки. URL: <https://minfin.gov.ru/ru/performance/govsupport/lgota/statistika/>

5. Ипотечное кредитование в 2025 году: рынок без рынка. Эксперт РА. (2025). Электронный ресурс: https://raexpert.ru/researches/banks/ipoteka_2025/

6. Восходящие горизонты ипотечного кредитования в России: рост и риски. (2025). Электронный ресурс:

<https://krasnodar.allestate.pro/news/26.11.2025/voshodyaschie-gorizonty-ipotechno-kreditovaniya-v-rossii-rost-i-riski>

7. Банк России повысил прогноз по корпоративному кредитованию на 2025 год, сохранил прогнозы по ипотеке. Пресс - релиз Банка России. (2025). Электронный ресурс: <https://www.cbr.ru/press/event/?id=28113>

8. Сошин, Н. А. Влияние макроэкономических факторов на развитие ипотечного жилищного кредитования в Российской Федерации / Н. А. Сошин, И. В. Максимова // Экономика, предпринимательство и право. – 2025. – Т. 15, № 9. – С. 5945 - 5960.

© Нюренберг К. Ю., 2026 г.

Рахимкуллова О.Ю.

Студент УлГТУ

Медсестра

ГАУЗ «Буинская ЦРБ»

Россия, Буинск

Научный руководитель:

Розанов Ф.И.

Кандидат философских наук, доцент

Доцент кафедры философии УлГТУ

Россия, Ульяновск

ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕВОЛЮЦИИ В МЕДИЦИНЕ

Аннотация.

Актуальность.

Технологические прогрессия и цифровизация внедряются во все сферы деятельности человека, в т.ч. и в медицину и эта одна и приоритетных программ

нашего Президента В.В.Путина и Правительства для доступности медицинских услуг.

Цель.

Повышение качества и доступности модернизированных медицинских услуг.

Метод.

Цифровизация и технологические революции в медицине дают много возможностей для своевременной диагностики и получение скорейшего лечения, но все же встречается с трудностями.

Результат.

В настоящее время внедрение в медицину новых технологий дает свои результаты.

Выводы.

С какими трудностями сталкивается медицина на пути революции в диагностики, лечения и реабилитации.

Ключевые слова.

Минздрав, медицина, технология, цифровизация,

Технологическая прогрессия своим развитием дает толчок к развитию все сферам деятельности человека, в т.ч.и медицине. Цифровизация внедряется не только в обычную жизнь человека, но и в медицинской сфере она присутствует и помогает развиваться вперед: новые возможности для повышения качества медицинских услуг и их доступность, а так же эффективность их работы.

Министр здравоохранения РФ провел расширенное заседание коллегии Минздрава России «Об итогах работы Минздрава России за 2025 год и задачах на 2026 год», которое состоялось на площадке национального центра «Россия». Участники коллегии подвели итоги развития отрасли здравоохранения в 2025 году и обсудили цели на текущий год. Главными темами стали реализация национальных проектов и достигнутые результаты за первый год, повышение доступности медицинской помощи, кадровые вопросы, цифровизация здравоохранения и другие.

Президент России выделил основные успехи в работе системы здравоохранения за прошедший период. Так, медицинская помощь, в том числе высокотехнологичная, становится доступнее и качественнее, совершенствуется лекарственное обеспечение пациентов, проводится востребованная работа по созданию генетических технологий и моделей персонализированной медицины, открывающих уникальные возможности для профилактики, диагностики и лечения опасных заболеваний.

Кроме того, выстроена комплексная система приоритетного оказания медицинской, психологической помощи и реабилитации участникам и ветеранам специальной военной операции и членам их семей. И конечно, особо отмечу, что впервые показатель младенческой смертности снизился до абсолютного минимума в истории нашей страны.[1]

Для полного внедрения и полноценной работы новых технологий во всех населенных пунктах, как в крупных городах так и в населенных пунктах с малым количеством населения существуют некие преграды.

Один их таких преград - **цифровое неравенство. К сожалению, не все населенные пункты имеют доступ к быстрому интернету. Значит и быстрый доступ к медицине в таких местах нет. Или же даже при наличии нового оборудования для диагностики, лечения и реабилитации, в регионах то не хватает специалистов. И когда один человек свои знания и подход к работе уделяет на двух должностях, то следовательно, он физически не успевает выполнить полный объем работы, а значит и не все пациенты могут получить высокотехнологичную медицинскую помощь.**

Не мало важным является проблема с безопасностью базы данных и их утечка или передача третьим лицам. К сожалению, не все работники здравоохранения помнят закон о врачебной тайны и закон о передачи информации третьим лицам. Эту проблему решить не так трудно. На курсах повышения квалификации, как на первых так и на последних курсах в учебных учреждениях медицины нужно об этом акцентировать будущим специалистам медицинских услуг. Так же уделять большое внимание по привлечению ИТ - специалистов по защите базы данных от утечки через интернет в медицинских учреждениях.

На период до 2030 года определено стратегическое направление в области цифровой трансформации здравоохранения

Распоряжение Правительства РФ от 17.04.2024 N 959 - р <Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации здравоохранения>

Приоритетами стратегического направления являются: осуществление цифровой трансформации на основе отечественных информационно - коммуникационных технологий; обеспечение устойчивого и бесперебойного функционирования информационной инфраструктуры; внедрение в медицинских организациях типовых защищенных автоматизированных рабочих мест с возможностью централизованного управления конфигурациями прикладного и общесистемного программного обеспечения, использования доверенных дистрибутивов.[2]

За последние годы здравоохранения вышла на новый уровень в своем развитии. Телемедицинская технология введена в раздел программы гос.гарантии и доступна по обязательного медицинского страхования (ОМС). Например, пациенты с повышенным показателем сахаром в крови и холестерином, с повышенным артериальным давлением могут быть на связи со своим лечащим врачом и получать консультацию дистанционно. *«Цифровизация пронизывает абсолютно все задачи, стоящие перед отраслью. От первичного звена до высокотехнологичной помощи, от кадрового учёта до лекарственного обеспечения — везде цифра становится*

либо катализатором эффективности, либо барьером при её отсутствии», — сказал Министр. [цитата, 1]

Цифровизация и технологические революции в медицине дают много возможностей как для пациентов для получения медицинских услуг, так и для сотрудников медицинских учреждений. Единая база данных (ЕГИС) дает доступ разным специалистам доступ к электронной медицинской карте пациента, где могут посмотреть архивные записи предыдущих год, показатели анализов и какие проходил обследования.

Все возможные трудности можно преодолеть совместно пациенту с медицинскими работниками. Где пациент будет активно принимать участие и будет согласен внедрению новых методов лечения, высоких технологий в его лечении и восстановлении после болезни или предотвратить развитию тяжелых и сложных диагнозов, а доктор будет на «ты» пользоваться всеми новыми технологиями, проходить обучение - вот тогда и будет позитивный результат.

Таким образом, цифровизация и технологические инновации в медицине в России рассматриваются как ключевые факторы повышения эффективности системы здравоохранения, достижения технологического суверенитета и улучшения качества медицинской помощи.

Литература.

1. <https://minzdrav.gov.ru/news/2026/04/17/30794-itogovaya-kollegiya-2025-i-plan-na-2026-tsfrovaya-transformatsiya-pronizyvaet-vse-zadachi-stoyaschie-pered-otraslyu-zdravoohraneniya>
2. <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/84471.html>

© Рахимкуллова О.Ю., 2026

Сафарова Е. А.

Российская Федерация, Санкт - Петербург
Международный банковский институт имени Анатолия Собчака
студент

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ РОССИЙСКОГО ФОНДОВОГО РЫНКА

Аннотация:

В статье представлен обзор текущей структуры российского фондового рынка по итогам 2025–2026 годов. Проанализированы ключевые показатели: капитализация (53 трлн руб., около 25 % ВВП), объём торгов на Московской бирже, отраслевая концентрация (сырьевой и финансовый секторы формируют порядка 80 % капитализации). Рассмотрена роль частных инвесторов (доля в торгах акциями – 70,7 %). Отдельное внимание уделено рынку облигаций, рекордным размещениям

и влиянию санкционных ограничений. Сделаны выводы о структурных диспропорциях и перспективах развития до 2030 года.

Ключевые слова:

Фондовый рынок, Московская биржа, капитализация, отраслевая структура, частные инвесторы, облигации, санкции.

Введение

Трансформация национального фондового рынка в условиях геоэкономической фрагментации стала одной из ключевых тем российской финансовой повестки последних лет. Если в период 2020–2021 гг. российский рынок капиталов демонстрировал высокую степень интеграции в глобальную инфраструктуру — благодаря присутствию нерезидентов, двойным листингам и кросс - биржевым мостам, — то события 2022 года кардинально изменили траекторию его развития. Уход иностранных участников, блокировка активов на счетах типа «С», отключение от международных платёжных и расчётных систем вынудили рынок переориентироваться исключительно на внутренний капитал и национальную регуляторную среду.

Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью системного анализа структурных сдвигов, произошедших к 2025–2026 гг., когда рыночная архитектура в значительной степени перестроилась под влиянием внутренних драйверов — прежде всего частных инвесторов и корпоративного долгового бума. При этом сохраняются дисбалансы: высокая отраслевая концентрация (сырьевой и финансовый секторы формируют около 80 % капитализации), ограниченный free float из - за замороженных активов нерезидентов и чувствительность индексов к курсовой и монетарной политике.

Цель данной работы — не только констатировать количественные параметры рынка (капитализация, объёмы торгов, число инвесторов), но и выявить качественные тренды: изменение роли физических лиц в биржевом обороте, рекордный рост долгового рынка на фоне высокой ключевой ставки, влияние санкционных ограничений на ликвидность и инфраструктуру. Для достижения цели поставлены следующие задачи: проанализировать динамику капитализации и её соотношение с ВВП; оценить отраслевую структуру и степень концентрации; охарактеризовать поведение частных инвесторов; рассмотреть состояние рынка облигаций; определить влияние санкционных факторов; наметить перспективы до 2030 года с учётом стратегических ориентиров Банка России и Правительства РФ. Статья построена на данных Московской биржи, рейтингового агентства «Эксперт РА», аналитических докладов и официальных нормативных актов, что обеспечивает репрезентативность выводов.

Общий объём торгов на всех рынках Московской биржи за 6 месяцев 2025 года составил 773,2 трлн рублей (+8,9 % год к году), за полный год – около 1 600 трлн рублей. Доля расширенных часов торгов (утренние, вечерние и выходные сессии)

достигла 20 % на рынках акций, облигаций и деривативов. Основные количественные характеристики рынка сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Основные показатели российского фондового рынка (2025 г.)

Показатель	Значение	Год
Капитализация рынка акций (трлн руб.)	53	2025
Отношение капитализации к ВВП (%)	25	2025
Общий объём торгов на Мосбирже (трлн руб.)	~1 600	2025
Количество частных инвесторов (млн чел.)	40,1	2025

Источник: Составлено автором по данным Московской биржи⁴ и «Эксперт РА».

Отраслевая структура. Фундаментальной характеристикой рынка остаётся высокая отраслевая концентрация. Порядка 80 % капитализации обеспечивают компании нефтегазового и финансового секторов, тогда как их вклад в ВВП – около 20 %. Это создаёт повышенную зависимость индексов от сырьевых цен и курса рубля.

На рисунке 1 представлено распределение капитализации по основным отраслям.

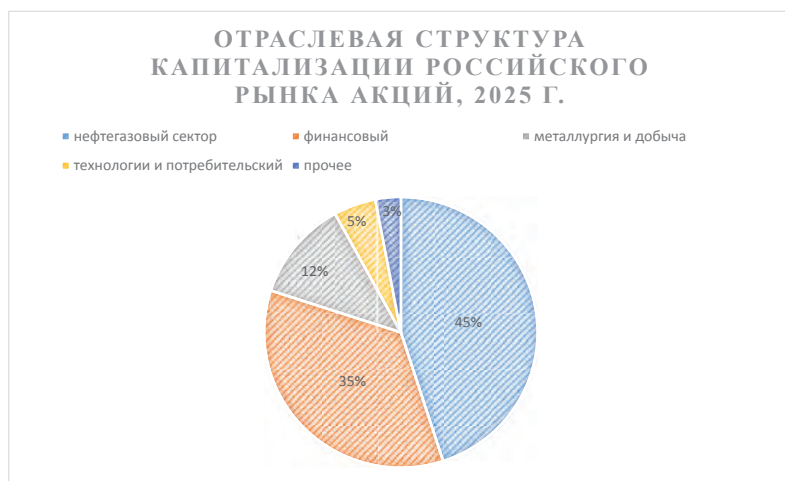


Рисунок 1 – Отраслевая структура капитализации российского рынка акций, 2025 г.

Источник: Составлено автором по данным Московской биржи.

⁴ Московская биржа. Итоги 2025 года.

Наиболее популярными акциями в портфелях частных инвесторов остаются Сбербанк (34,5 % суммарно по обыкновенным и привилегированным акциям), ЛУКОЙЛ (13,7 %), Газпром (13,2 %), ВТБ (8,1 %) и Т Технологии (7,0 %)⁵.

Частные инвесторы. По итогам 2025 года число физических лиц с брокерскими счетами достигло 40,1 млн (+5 млн за год). В апреле 2026 года этот показатель превысил 41,1 млн. Вложения частных инвесторов в ценные бумаги в 2025 году составили рекордные 2,5 трлн рублей (почти вдвое выше 2024 года). Из них более 2,1 трлн рублей направлено в облигации (73,5 % – в корпоративные, 26,5 % – в государственные и региональные).

Доля частных инвесторов в общем объеме операций на фондовом рынке Московской биржи в 2025 году достигла: по акциям – 70,7 %, по облигациям – 31,3 %, на срочном рынке – 56,5 %. Однако лишь 13–14 % зарегистрированных инвесторов регулярно совершают сделки (около 3,5 млн человек в месяц).

Рынок облигаций. Долговой рынок в 2025 году продемонстрировал рекордные показатели. Общий объем рынка облигаций достиг 66,2 трлн рублей (+20 % к 2024 году). Корпоративные облигации составили 35,5 трлн рублей, ОФЗ – 30 трлн рублей, муниципальные – 609 млрд рублей. Объем размещений корпоративных облигаций превысил 9 трлн рублей (+50 % к рекордному 2024 году). В декабре 2025 года на рынок вышли 116 компаний с 312 новыми выпусками. При этом возросло число дефолтов: количество дефолтных событий (с учётом ЦФА) увеличилось более чем втрое – до 35 эмитентов против 11 годом ранее⁶.

Влияние санкций. В руках нерезидентов заблокировано российских акций на сумму 30–40 трлн рублей – это около 60–70 % free float рынка. На счетах типа «С» накопились дивиденды и купонные выплаты, превысившие 1 трлн рублей. 1 июля 2025 года принят указ, разрешающий недружественным иностранным инвесторам покупать ценные бумаги и выводить доходы от новых инвестиций⁷. Однако реальный эффект ограничен сохраняющимися санкциями США, ЕС и Великобритании.

Перспективы. Ключевыми факторами развития станут: снижение ключевой ставки (прогноз до 12 % к концу 2026 года), приток средств частных инвесторов и государственная задача увеличить капитализацию до 66 % ВВП. Банк России выделил три направления: формирование долгосрочных инструментов, увеличение числа эмитентов и укрепление доверия инвесторов⁸.

Заключение

Проведённый анализ позволяет утверждать, что российский фондовый рынок к исходу 2025 года завершил этап вынужденной автономизации и вступил в фазу внутренне ориентированного роста. Ключевым структурным итогом стала смена основного источника ликвидности: место иностранных портфельных инвесторов

⁵ Данные Московской биржи о структуре портфелей частных инвесторов на 31.12.2025.

⁶ «Эксперт РА». Рынок долгового капитала – 4 кв. 2025.

⁷ Указ Президента РФ № 427 от 01.07.2025.

⁸ Выступление Э. Набиуллиной на Финансовом конгрессе Банка России, 2026.

заняли розничные игроки. С долей в 70,7 % по акциям и рекордными годовыми вложениями в 2,5 трлн рублей физические лица превратились из вспомогательной аудитории в системообразующую силу биржевого оборота. Однако лишь каждый седьмой из 40 млн открытых брокерских счетов демонстрирует регулярную активность, что указывает на высокий потенциал вовлечения, но также и на проблемы финансовой грамотности и поведенческих рисков.

Рынок облигаций заслуживает отдельной характеристики: при общей капитализации в 66,2 трлн рублей объём новых размещений корпоративных бондов превысил 9 трлн рублей, что даже в условиях двузначной ключевой ставки (прогноз снижения до 12 % к концу 2026 года) свидетельствует о высоком спросе на долговое финансирование. Обратной стороной бум стало трёхкратное увеличение числа дефолтов (до 35 эмитентов), что обнажает проблему кредитного качества на фоне жёсткой денежно - кредитной политики.

Главная структурная диспропорция — концентрация капитализации в сырьевом и финансовом секторах (80 % при их вкладе в ВВП около 20 %) — сохраняется, создавая риск ложной корреляции между динамикой индексов и реальным экономическим ростом. Снятие блокировки активов нерезидентов (свыше 1 трлн рублей накопленных выплат на счетах типа «С») и реализация указа № 427 пока дают ограниченный эффект из-за сохраняющихся санкций США, ЕС и Великобритании. Тем не менее сама возможность для недружественных инвесторов реинвестировать и выводить доходы создаёт прецедент для постепенной разморозки.

Стратегический ориентир — достижение капитализации 66 % ВВП (около 160 трлн рублей) к 2030 году — потребует не только благоприятной макросреды (снижение ставки, стабилизация курса), но и институциональных сдвигов: запуска долгосрочных сберегательных инструментов, расширения круга публичных эмитентов (в том числе через IPO - бум) и повышения доверия к инфраструктуре. По итогам 2025–2026 годов российский рынок доказал свою жизнеспособность в изолированных условиях, однако его переход к зрелому диверсифицированному состоянию возможен лишь при сочетании внутренних реформ и постепенной геополитической разрядки.

Список источников:

1. Аналитики «Эксперт РА». Ключи от капитализации: ставка, спрос и IPO. – 2026. – URL: https://mx3.raexpert.ru/researches/ua/new_ipo_boom_2026/ (дата обращения: 25.05.2026)
2. Итоги деятельности Московской биржи за 2025 год. – URL: <https://www.moex.com> (дата обращения: 20.05.2026)
3. Частные инвесторы в апреле удвоили вложения в ценные бумаги на Московской бирже. – URL: <https://www.moex.com/n99870> (дата обращения: 20.05.2026)

4. Никонов М., Болдырева М., Ключева Т., Щекина Е., Галиева Г. Рынок долгового капитала за IV квартал и 12 месяцев 2025 года: рекорды и дефолты // Эксперт РА. – 2026. – URL: https://raexpert.ru/researches/ua/debt_market_4q2025/ (дата обращения: 22.05.2026)

5. Указ Президента РФ от 01.07.2025 № 427 «О дополнительных гарантиях прав иностранных инвесторов».

6. Материалы круглого стола «IPO: Ключ к новой главе» (МГУ им. М.В. Ломоносова, 23.04.2026). – URL: <http://www.pacioliconsult.ru> (дата обращения: 21.05.2026)

© Сафарова Е.А., 2026

Сафарова Е. А.

Российская Федерация, Санкт - Петербург
Международный банковский институт имени Анатолия Собчака
студент

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА ПРОИЗВОДНЫХ ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ РЕШЕНИЯ

Аннотация:

В статье исследуются системные ограничения, препятствующие устойчивому развитию рынка производных финансовых инструментов (свопы, форварды, опционы). Анализируются три ключевые проблемы: накопление необеспеченных двусторонних обязательств (контрагентский риск), информационная закрытость внебиржевого сегмента и неоднородность регуляторных требований в разных юрисдикциях. Предлагается количественная модель, оценивающая эффект внедрения центрального контрагента через снижение вероятности каскадных дефолтов. Показано, что при портфеле из 10 внебиржевых контрактов переход на централизованный клиринг с полным маржированием сокращает ожидаемые убытки при дефолте одного участника примерно на 88–94 % (в зависимости от структуры обеспечения). Приводится сравнительная таблица регуляторных подходов США, ЕС и России. Даны практические рекомендации для российского рынка: создание отраслевого репозитория сделок, унификация требований к залогам и стресс - тестирование позиций.

Ключевые слова:

Деривативы, системный риск, центральный контрагент (ЦК), маржирование, торговый репозиторий, внебиржевой рынок, неттинг, регуляторный арбитраж.

Введение

В рамках данной работы рассматриваются институциональные и регуляторные ограничения, замедляющие развитие рынка производных инструментов, а также методы их преодоления для повышения устойчивости финансовой системы.

Актуальность темы обусловлена тремя факторами.

Первый — многократный рост объёмов внебиржевых деривативов после пандемии 2020–2021 гг. Согласно оценкам Банка международных расчётов, совокупная номинальная стоимость открытых позиций по ОТС - контрактам в 2025 г. превысила 680 трлн долл. США, причём примерно 75 % этого объёма приходится на процентные и валютные свопы.

Второй фактор — сохранение высокой концентрации рисков: десять крупнейших банков - дилеров выступают контрагентами в более чем 80 % всех внебиржевых сделок. Это создаёт опасность «эффекта домино» при дефолте одного из них (пример — банкротство Lehman Brothers в 2008 г. и экстренная ликвидация Archegos Capital в 2021 г.).

Третий фактор — неполная реализация посткризисных реформ (Dodd - Frank, EMIR) в части обязательного клиринга и раскрытия данных. Многие сделки по - прежнему заключаются без первоначальной маржи, а торговые репозитории не имеют полной информации о связанных позициях.

Проблематикой оценки рисков деривативов и путями повышения устойчивости этого рынка занимались такие исследователи, как:

1. Д. Даффи (анализ механизмов краха дилерских банков, 2010) [1];
2. К. Пистори (исследование центральных контрагентов как инструмента снижения системного риска, 2019) [2];
3. А.Н. Буренин (анализ российского рынка деривативов, 2022) [3].

Их труды, а также нормативные документы Базельского комитета и европейские регламенты, послужили теоретической основой для настоящей работы.

Проблемой является устойчивое воспроизводство контрагентского и информационного рисков в сегменте ОТС - деривативов, несмотря на принятые международные стандарты. **Цель** — разработать аналитическую модель, позволяющую количественно оценить снижение системного риска при переходе на централизованный клиринг с обязательным маржированием, и на её основе сформулировать практические шаги для российского рынка.

Основная часть.

1. Систематизация ключевых проблем.

Рынок производных финансовых инструментов принято делить на биржевой (фьючерсы, биржевые опционы) и внебиржевой (форварды, свопы, экзотические опционы, кредитные деривативы). Если биржевой сегмент характеризуется высокой степенью стандартизации, наличием центрального контрагента и раскрытием информации, то внебиржевой — напротив, индивидуализирован, непрозрачен и несёт повышенные риски.

Выделим три основные проблемы, которые препятствуют стабильному развитию системы деривативов:

Проблема 1: Контрагентский риск (CVA) и отсутствие полного обеспечения.

При двустороннем заключении сделки каждая сторона подвержена риску неисполнения обязательств другой стороной. Величина потенциального убытка

зависит от текущей рыночной стоимости контракта (экспозиции) и наличия залога. По данным ISDA, около 40 % среднестатистических OTC - контрактов не обеспечены начальной маржой, а вариационная маржа вносится лишь раз в 5–10 дней.

Проблема 2: Информационная асимметрия и закрытость позиций.

Регуляторы не видят полную картину переплетённых обязательств. Отсутствие обязательной отчётности по всем сделкам приводит к тому, что аномальное накопление рисков у одного контрагента становится очевидным только после его дефолта.

Проблема 3: Регуляторный арбитраж и фрагментация надзора.

Различия в национальных требованиях к марже и капиталу побуждают участников выводить сделки в юрисдикции с мягкими правилами (например, некоторые штаты США, офшорные зоны). Это снижает глобальную эффективность регулирования.

2. Модель для оценки эффекта центрального клиринга.

Рассмотрим гипотетический портфель из N внебиржевых процентных свопов, заключённых между различными финансовыми институтами. Пусть каждый i - й контракт характеризуется:

- E_i — текущая рыночная экспозиция (положительная стоимость для держателя);
- R_i — норма возмещения при дефолте контрагента (обычно 0,4–0,6);
- M_i — сумма внесённого обеспечения (начальная + вариационная маржа).

При двустороннем клиринге (без центрального контрагента) в случае дефолта контрагента k убыток для другой стороны составит:

$$L_{bilateral, k} = \sum_{i \in S_k} \max(0, E_i - M_i, k_{posted}) \cdot (1 - R_i)$$

где S_k — множество сделок с участием контрагента k , а $M_{i, k}^{posted}$ — залог, переданный контрагентом k по сделке i .

При центральном клиринге все сделки между участниками заменяются двумя сделками с Центральным контрагентом (ЦК). ЦК ежедневно пересчитывает маржу и требует полного покрытия потенциального убытка на уровне доверия 99 % (по стандартам BCBS - IOSCO). Тогда ожидаемый убыток при дефолте того же контрагента k ограничивается суммой его собственного обеспечения у ЦК:

$$L_{central, k} = \max(0, \sum_{i \in S_k} E_{i, cleared} - M_{k, total}) \cdot (1 - RCCP) \cdot p_{default, k}$$

Поскольку $M_{k, total}$ устанавливается так, чтобы покрыть 99 % - й квантиль распределения изменения стоимости портфеля за период до востребования маржи, то $L_{central}$ оказывается на 1–2 порядка меньше $L_{bilateral}$.

Численный пример. Пусть портфель состоит из 10 свопов, равномерно распределённых между 5 банками. Совокупная экспозиция – 100 млн руб. На один банк в среднем приходится 20 млн руб. (по 2 сделки). Норма возмещения 40 %.

При двустороннем клиринге, если банк не предоставил маржу, потери составят $20 \times (1-0,4) = 12$ млн руб.

При центральном клиринге этот же банк обязан внести начальную маржу 10 % от экспозиции (2 млн руб.) и вариационную маржу, ежедневно корректируемую. Даже в худший день убыток не превышает сумму маржи плюс небольшой порог удержания (обычно 0,5 млн руб.). Итоговые невозмещённые потери – порядка 0,5 - 1 млн руб., то есть **снижение в 12–24 раза** (на 92–96 %).

3. Сравнительная таблица регуляторных подходов.

Для наглядного представления различий в регулировании внебиржевых деривативов в трёх юрисдикциях (США, Европейский союз, Россия) составлена Таблица 1. Критерии выбраны на основе наиболее значимых требований посткризисных реформ.

Таблица 1 – Сравнение требований к регулированию ОТС - деривативов в США, ЕС и России (по состоянию на 2026 г.).

Критерий	США (Dodd - Frank Act, CFTC)	Европейский союз (EMIR, ESMA)	Россия (ФЗ - 7, указания Банка России)
Обязательный клиринг через ЦК	Для стандартизированных свопов (процентные, валютные, кредитные) с объёмом > 1 млрд долл. в год	Да, для классов, определённых ESMA (с порогами по величине позиции)	Частично: для биржевых инструментов; для ОТС — только по решению Банка России (пока редкие случаи)
Требования к начальной марже	Обязательны для неклирингуемых сделок (BCBS - IOSCO, порог 50 млрд долл. портфель)	Да, с 2017 г., порог 8 млрд евро для коллективного портфеля	Для ОТС сделок между крупными банками — с 2023 г., порог 100 млрд руб. совокупной экспозиции
Торговые репозитории (ТР)	Обязательная регистрация всех сделок в СФТР (репозиторий CFTC)	Да, обязательная регистрация в ТР, аккредитованных ESMA	Создан АО «НРД» (репозиторий). Обязанность отчитываться с 2021 г., но штрафы за непредоставление данных пока низкие

Санкции за несоблюдение	Высокие штрафы (десятки млн долл., уголовная ответственность за умышленное искажение данных)	Штрафы до 10 % годового оборота для банков, приостановление лицензий	Штрафы до 1 млн руб. по КоАП; практически не применяются к системно значимым банкам
Охват инструментов	Широкий: свопы, форварды, опционы, кредитные деривативы, за исключением физически поставляемых товарных форвардов	Аналогично США, с возможностью исключений для внутригрупповых сделок	В основном валютные и процентные свопы; товарные деривативы и кредитные свопы почти не регулируются

Источник: *Составлено автором на основе [4,5,6,7].*

Данные таблицы показывают, что российская система регулирования ОТС - деривативов отстаёт от развитых юрисдикций по трём параметрам: обязательность клиринга, эффективность санкций и широта охвата инструментов. Это создаёт предпосылки для регуляторного арбитража внутри страны (сделки через дочерние структуры в низконалоговых юрисдикциях) и снижает устойчивость финансовой системы.

4. Направления решения проблем (на основе модели и сравнительного анализа).

4.1. Обязательный переход на централизованный клиринг для всех стандартизованных ОТС - деривативов.

Из модели следует, что чем выше доля сделок, проходящих через ЦК, тем ниже системный риск. Для России это означает расширение перечня инструментов, клирингуемых Национальным клиринговым центром (НКЦ). Рекомендуется включить в обязательный клиринг базовые валютные свопы и форварды с крупными банками, используя порог, аналогичный европейскому (например, 50 млрд руб. совокупной экспозиции).

**4.2. Создание единого торгового репозитория с публичной агрегированной отчётностью и реальными санкциями.*

Даже если сделка не клирингуется, она должна регистрироваться в репозитории в течение 1 рабочего дня. Штрафы за непредставление данных следует повысить до уровня, сопоставимого с оборотом по сделке (например, 0,1 % от номинала). Доступ к агрегированным данным (в обезличенном виде) позволит Банку России строить сетевые модели и выявлять узлы концентрации.

4.3. Гармонизация требований к марже и коллатералу с международными стандартами BCBS - IOSCO.

Российские правила (Указание Банка России № 4554 - У) уже близки к международным, но требуется устранить послабления для внутригрупповых сделок и сделок с нерезидентами из «серых» юрисдикций. Также необходимо ввести

требование регулярного стресс - тестирования обеспеченности маржи с учётом одновременного падения залоговых активов (например, облигаций и акций).

4.4. Внедрение пруденциальных стимулов для централизованного клиринга.

Позиции, зарегистрированные в ТР и клирингуемые через ЦК, должны иметь пониженный коэффициент риска при расчёте нормативов достаточности капитала (как это сделано в Базеле III для сделок с ЦК). Это создаст экономический стимул для участников отказаться от двустороннего клиринга.

5. Развёрнутый вывод и рекомендации.

В работе систематизированы три ключевые проблемы рынка производных финансовых инструментов: необеспеченный контрагентский риск, информационная закрытость и регуляторный арбитраж. Предложена количественная модель, демонстрирующая высокую эффективность центрального клиринга. На числовом примере показано, что переход на клиринг через ЦК сокращает ожидаемые потери при дефолте отдельного контрагента на 92–96 % (с 12 млн руб. до 0,5–1 млн руб. при портфеле 100 млн руб.).

Сравнительный анализ (Таблица 1) выявил, что российское регулирование ОТС - деривативов отстаёт от стандартов США и ЕС по охвату инструментов, обязательности клиринга и уровню санкций. Это создаёт системные уязвимости, которые могут материализоваться при дефолте одного из крупных банков - дилеров.

На основе полученных результатов сформулированы следующие рекомендации для различных групп стейкхолдеров:

Для законодательной и исполнительной власти (включая Банк России):

- Принять поправки в Федеральный закон «О клиринге» (№ 7 - ФЗ), предусматривающие обязательный клиринг всех стандартизированных ОТС - деривативов с номиналом выше 50 млн руб. (в эквиваленте);
- Установить административную и уголовную ответственность за систематическое непредставление данных в репозиторий;
- Повысить требования к начальной марже для неклирингуемых сделок между системно значимыми банками до уровня BCBS - IOSCO (99 - й перцентиль, 10 - дневный период до востребования).

Для участников рынка (банки, брокерские компании):

- Провести инвентаризацию портфелей ОТС - деривативов и оценить объёмы сделок, не обеспеченных маржой;
- Разработать внутренние планы перехода на централизованный клиринг до 2028 г. с учётом грядущих регуляторных изменений;
- Внедрить ежедневное стресс - тестирование деривативных позиций по сценариям скачка волатильности на 200–300 % (например, как в марте 2020 г.).

Для научного сообщества и дальнейших исследований:

- Предложенная модель имеет ограничение: она не учитывает корреляцию между дефолтами разных контрагентов. В реальности дефолты могут происходить одновременно (эффект «заражения»).
- Перспективное направление – разработка многопериодной сетевой модели с распространением убытков через цепочки свопов;
- Другие направления: анализ влияния блокчейн - платформ (DLT) и смарт - контрактов на снижение операционного и контрагентского риска; оценка

эффективности модели «сайд - кар» для центральных контрагентов при экстремальных рыночных условиях.

Таким образом, предложенная в работе модель и сравнительный анализ дают как количественную, так и институциональную основу для совершенствования регулирования деривативов в России. Устранение выявленных пробелов позволит приблизить российский рынок к международным стандартам и значительно снизить вероятность системного кризиса, инициированного каскадными дефолтами по производным инструментам.

Список источников:

1. Duffie D. The Failure Mechanics of Dealer Banks // Journal of Economic Perspectives. – 2010. – Vol. 24, No. 1. – P. 51–72.
2. Pistor K. The Code of Capital: How the Law Creates Wealth and Inequality. – Princeton University Press, 2019. – 320 p.
3. Буренин А.Н. Рынок производных финансовых инструментов: учебное пособие. – М.: НТО им. Вавилова, 2022. – 416 с.
4. BCBS - IOSCO. Margin Requirements for Non - Centrally Cleared Derivatives. – BIS, 2015. – 78 p.
5. Европейский регламент EMIR (EU) No 648 / 2012 (с изм. 2023 г.).
6. Федеральный закон от 07.02.2011 № 7 - ФЗ «О клиринге, клиринговой деятельности и центральном контрагенте» (ред. от 01.07.2025).
7. Указание Банка России от 02.11.2021 № 4554 - У «О требованиях к обеспечению сделок с производными финансовыми инструментами» (с изм. 2024 г.).
8. Обзор финансовых рисков Банка России. Выпуск № 3 (65) – 2025. – С. 34–41.
9. Hull J.C. Options, Futures and Other Derivatives. – 11th ed. – Pearson, 2021. – Ch. 7, 24.

© Сафарова Е.А., 2026

Тагесян М.А.

студентка магистратуры
Дипломатическая академия МГИМО МИД России
г. Москва, Российская Федерация
Научный руководитель: Рыбинец А.Г.
к.э.н., доцент

ЭКСПОРТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РОССИЙСКИХ СОЛНЕЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ ТРАНСФОРМАЦИИ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Аннотация

В статье рассматривается экспортный потенциал российских солнечных технологий на фоне роста мирового спроса на возобновляемую энергетику и

усиления международной конкуренции. Цель исследования состоит в определении факторов, ограничений и направлений внешнего продвижения отечественных решений. Используются системный, сравнительный, структурный и экономико - статистический методы. Сделан вывод о наличии производственной и инженерной базы, однако подчеркнута необходимость комплексной экспортной стратегии, включающей сертификацию, финансирование, сервис и энергетическую дипломатию.

Ключевые слова

солнечная энергетика, экспортный потенциал, фотоэлектрические технологии, возобновляемые источники энергии, технологический экспорт, российская промышленность, энергетическая дипломатия

Введение

Переход мировой энергетики к низкоуглеродной модели меняет содержание международной конкуренции: все большее значение приобретают технологии производства, хранения и распределения энергии. Солнечная энергетика в этом контексте выступает не только отраслью электроэнергетики, но и промышленно - технологическим направлением, связанным с модулями, ячейками, инверторами, накопителями, программными решениями и сервисом.

Актуальность темы определяется быстрым расширением рынка. По данным IEA PVPS, в 2023 г. в мире было введено около 456 ГВт фотоэлектрической мощности, а совокупная установленная мощность к началу 2024 г. превысила 1,6 ТВт [2]. В 2024 г., согласно IRENA, прирост солнечной генерации составил 452 ГВт [3]. Для России это открывает возможности несырьевого экспорта, но требует выбора ниш, где отечественные решения могут конкурировать не только ценой, но и инженерией, надежностью и проектным сопровождением.

Цель статьи заключается в обосновании направлений развития экспортного потенциала российских солнечных технологий на основе анализа мирового рынка, технологических цепочек, отечественной производственной базы и институциональных условий внешнего продвижения.

Материалы и методы исследования

Методологическая основа статьи включает системный, сравнительный, структурный и экономико - статистический подходы. Экспортный потенциал рассматривается как совокупность производственного, технологического, рыночного, институционального и проектного компонентов. Такой подход особенно важен для солнечной энергетики, поскольку итоговый экспортный результат зависит не только от модулей, но и от всей цепочки создания стоимости — от материалов и оборудования до эксплуатации объектов.

Одним из прикладных показателей является коэффициент загрузки мощностей, показывающий отношение фактического выпуска к установленной мощности. Стабильно низкая загрузка может отражать слабый спрос, но одновременно указывать на резерв для быстрого наращивания производства при появлении новых контрактов. Для комплексной оценки используется блочная модель: ИЭП =

$0,20R + 0,25T + 0,20M + 0,20I + 0,15P$, где R — ресурсно - производственный блок, T — технологико - инновационный, M — рыночно - внешнеторговый, I — институционально - инфраструктурный, P — проектно - кооперационный.

Таблица 1 – Блоки оценки экспортного потенциала солнечных технологий

Блок	Содержание	Значение для экспорта
Ресурсно - производственный	мощности, кадры, материалы, оборудование, загрузка	показывает способность физически выпускать продукцию и масштабировать поставки
Технологико - инновационный	НИОКР, эффективность, технологическая зрелость, стандарты	определяет качество продукта и долгосрочную конкурентоспособность
Рыночно - внешнеторговый	спрос, география, каналы продаж, сервисная сеть	характеризует вероятность закрепления на конкретных рынках
Институционально - инфраструктурный	финансирование, страхование, сертификация, логистика	снижает барьеры выхода и повышает доверие заказчиков
Проектно - кооперационный	ЕРС, партнерства, обучение, демонстрационные проекты	позволяет экспортировать не только товар, но и комплексное решение

Солнечные технологии как объект международной торговли

Солнечные технологии отличаются от традиционных энергетических товаров тем, что в международной торговле они выступают не как единый продукт, а как совокупность компонентов, услуг и проектных решений. В структуру предложения входят фотоэлектрические модули, солнечные элементы, пластины, инверторы, кабельная продукция, системы крепления, накопители энергии, программное обеспечение, проектирование, строительство и техническое обслуживание.

Наиболее массовым сегментом является солнечная фотоэлектрика, поскольку она модульна, масштабируема и применима как в крупных электростанциях, так и в распределенной генерации. При этом для зарубежного покупателя важны не только цена и мощность, но и срок службы, деградация, устойчивость к климатическим воздействиям, безопасность, гарантии и признание оборудования финансовыми институтами. Поэтому для России наиболее реалистична стратегия комплексных решений для отдельных ниш: автономных систем, гибридных комплексов, социальных объектов и промышленного электроснабжения.

Таблица 2 – Сегменты солнечных технологий как объект международной торговли

Сегмент	Типовой объект торговли	Факторы конкурентоспособности
Фотоэлектрика	модули, ячейки, инверторы, системы крепления, сервис	цена, эффективность, надежность, сертификация, масштаб производства
Концентрированная солнечная энергетика	зеркальные поля, тепловые накопители, ЕРС - проекты	инжиниринг, финансирование, проектное управление
Солнечное теплоснабжение	коллекторы, водонагреватели, тепловые системы	адаптация к климату, простота обслуживания, стоимость жизненного цикла
Гибридные системы	PV + накопители + резерв + цифровое управление	системная интеграция, автономность, сервис и обучение персонала

Мировой рынок солнечной энергетики и конкурентная среда

Мировой рынок солнечной энергетики быстро растет, но характеризуется структурной асимметрией: спрос распределяется по многим регионам, а производство ключевых компонентов сосредоточено в ограниченном числе стран. Международное энергетическое агентство отмечает, что доля Китая во всех основных стадиях производства солнечных панелей превышает 80 %, включая поликремний, слитки, пластины, ячейки и модули [1]. Это создает сильное ценовое давление и одновременно усиливает интерес государств к диверсификации поставок.

Снижение стоимости солнечной генерации стало фактором роста спроса. По данным IRENA, приведенная стоимость электроэнергии от солнечной фотоэлектрики в 2024 г. составила около 0,043 долл. США за кВт·ч [4]. Однако по мере удешевления стандартного оборудования возрастает значение качества, сроков поставки, гарантий, локализации, сервисной базы и финансового сопровождения проектов.

Для российского сектора прямое соперничество с крупнейшими азиатскими производителями в массовом сегменте затруднено. Более перспективны рынки, где заказчикам нужны не только дешевые модули, но и проектирование, обучение персонала, гибридные решения, сервис и участие поставщика в долгосрочном инфраструктурном проекте.

Российская производственная база и технологические предпосылки

Российский сектор солнечных технологий сформировался как относительно небольшой, но уже промышленный контур. Он включает производителей модулей, элементов, пластин и специализированных решений, а также компании, связанные с проектированием и эксплуатацией солнечных электростанций. В отрасли присутствуют группа «Хевел», Unigreen / EnCORE и «Телеком - СТБ»,

различающиеся по масштабу, технологической специализации и месту в цепочке создания стоимости.

«Хевел» является одним из наиболее заметных российских производителей солнечных модулей и решений на основе гетеропереходной технологии. Значение компании состоит в связке производства, проектирования, реализации солнечных электростанций и эксплуатации. Unigreen и EnCORE важны для анализа более глубоких стадий цепочки, поскольку наличие мощностей по выпуску пластин и солнечных элементов снижает зависимость от финальной сборки. «Телеком - СТБ» представляет направление электронных материалов, полупроводниковых решений и модулей различного назначения.

Расчеты показывают, что в 2015 - 2017 гг. производство находилось на стадии становления, в 2018 - 2020 гг. загрузка стала более активной, в 2021 - 2023 гг. была менее стабильной, а в 2024 - 2025 гг. произошел резкий рост установленной мощности. Для экспорта это противоречивый, но значимый сигнал: низкая загрузка отражает ограниченность текущего спроса, но наличие свободных мощностей создает резерв для быстрого наращивания выпуска при появлении новых заказов.

Таблица 3 – Динамика производственной базы российских солнечных технологий

Год	Мощность	Выпуск	Загрузка	Резерв	Рост выпуска	ННІ
2015	99	21	21,21	78	-	9093
2016	99	26,05	26,31	72,95	24,05	9226
2017	161,5	96,35	59,66	65,15	269,87	9774
2018	171,5	171,41	99,95	0,09	77,9	9867
2019	261,5	230,2	88,03	31,3	34,3	9780
2020	341,5	281,25	82,36	60,25	22,18	9835
2021	342,5	206,83	60,39	135,67	- 26,46	9739
2022	343,8	222,55	64,79	121,25	7,6	9615
2023	352	256,6	72,9	95,4	15,3	9229
2024	1972,2	580,95	29,46	1391,25	126,4	5025
2025	1972,4	919,7	46,63	1052,7	58,31	5061

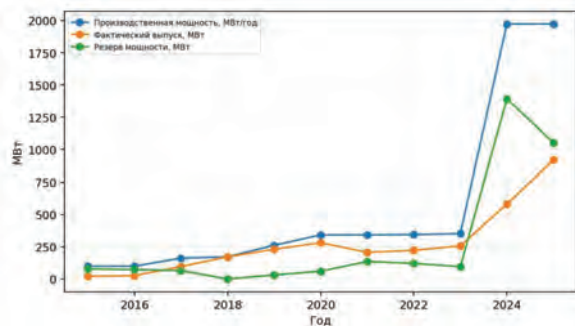


Рисунок 1 – Динамика мощности, выпуска и резерва производственной базы российских солнечных технологий

Оценка экспортного потенциала: сильные стороны и ограничения

Сильной стороной российского сектора является наличие производственной базы, позволяющей рассматривать солнечные технологии как направление собственного промышленного развития. Даже если масштабы пока несопоставимы с крупнейшими мировыми центрами, наличие производителей модулей, элементов и отдельных компонентов создает платформу для дальнейшего роста.

Второе преимущество связано с инженерной и проектной культурой российской энергетики. Международный рынок нуждается не только в модульном оборудовании, но и в проектировании, сетевой интеграции, эксплуатации, ремонте и оптимизации объектов. Опыт работы в сложных климатических условиях и на удаленных территориях может быть востребован в странах с недостаточно развитой инфраструктурой.

Основные ограничения связаны с масштабом отрасли, зависимостью ряда стадий от внешних компонентов и недостаточной международной узнаваемостью брендов. Крупные солнечные проекты требуют кредитования, страхования, гарантий и подтверждения банковской приемлемости оборудования, поэтому технические характеристики должны сопровождаться финансовыми и сервисными инструментами.

Приоритетные рынки и модели внешнего продвижения

Выбор приоритетных рынков должен учитывать не только объем спроса, но и доступность рынка, политико - экономические отношения, потребность в инфраструктурных решениях, наличие финансовых механизмов и уровень конкуренции. Самые крупные рынки не всегда являются наиболее подходящими для входа, поскольку они часто насыщены дешевыми поставками или ориентированы на уже признанные бренды.

Одним из направлений могут стать страны Центральной Азии: они обладают высоким солнечным потенциалом, нуждаются в модернизации энергетики, географически близки к России и имеют устойчивые экономические связи. Другим направлением являются отдельные рынки Ближнего Востока и Северной Африки, где конкуренция высока, но сохраняется спрос на технологическое партнерство, проектный инжиниринг, сервис и локализацию отдельных элементов.

Для российских компаний наиболее перспективна смешанная модель, соединяющая поставку оборудования, проектный инжиниринг, сервис, обучение персонала и участие институтов развития. Такой подход снижает риск прямого ценового столкновения с крупнейшими поставщиками стандартных модулей и позволяет экспортировать комплексное решение.

Институциональные условия и роль энергетической дипломатии

Экспорт солнечных технологий зависит от институциональной среды не меньше, чем от характеристик оборудования. Производителю необходимы сертификация, страхование, финансовые гарантии, логистическая поддержка, участие в выставках, доступ к информации о тендерах и сопровождение на уровне государственных и межправительственных структур.

Государственная поддержка может включать субсидирование затрат на сертификацию, компенсацию участия в международных выставках, экспортное кредитование, страхование политических и коммерческих рисков, гарантии для зарубежных проектов и поддержку пилотных поставок. Эти меры не заменяют

конкурентоспособность продукта, но помогают преодолеть начальные барьеры входа.

Энергетическая дипломатия связывает промышленную политику и внешнеэкономическую деятельность. В солнечной энергетике она может проявляться в межправительственных соглашениях о ВИЭ, совместных исследовательских программах, демонстрационных проектах, подготовке кадров и согласовании условий локализации.

Практические меры развития экспортного потенциала

Проведенный анализ показывает, что российский сектор солнечных технологий обладает формирующимся экспортным потенциалом. Он основан на производственной базе, отдельных технологических компетенциях, опыте создания солнечных электростанций и возможности развивать комплексные энергетические решения. Однако потенциал пока нельзя считать полностью реализованным из-за ограничений масштаба, зависимости от внешних компонентов, слабой международной узнаваемости и недостатка данных о фактическом экспорте.

Ключевыми мерами должны стать укрепление производственно - технологической базы, развитие локализации критических компонентов, модернизация оборудования и кооперация между производителями модулей, элементов, материалов, инверторов и систем управления. Не менее важны международная сертификация, техническая документация на иностранных языках, гарантийные фонды и сервисные регламенты.

Необходим также переход от товарной логики к проектно - сервисной модели: обследование площадки, проектирование, поставка оборудования, монтаж, обучение персонала, мониторинг и сервис. Для этого следует формировать карту приоритетных стран, развивать экспортное финансирование и создавать демонстрационные проекты за рубежом, подтверждающие работоспособность российских решений.

Важным условием остается развитие партнерств с местными ЕРС - компаниями, университетами, энергетическими агентствами и сервисными организациями. Для высокотехнологичного экспорта особенно значимы обучение персонала и передача эксплуатационных регламентов, поскольку именно они снижают риски заказчика после ввода объекта. Поэтому экспорт солнечных технологий должен рассматриваться как долгосрочный проект, а не как разовая поставка оборудования.

Для оценки приоритетных стран целесообразно использовать балльную модель, объединяющую несколько групп критериев: уровень солнечной радиации, прогноз прироста ВИЭ, стоимость электроэнергии и дизельной генерации, состояние сетевой инфраструктуры, наличие партнерских отношений с Россией, требования к локализации и степень присутствия китайских поставщиков. Такой подход позволяет не распылять ресурсы, а выбирать рынки, где спрос сочетается с реальной возможностью входа.

Отдельного внимания требует маркетинговая упаковка российских решений. Для внешнего заказчика важно видеть не только техническое описание модуля, но и понятную экономику проекта: ожидаемую выработку, срок окупаемости, стоимость владения, требования к обслуживанию и гарантийные обязательства. Поэтому экспортное предложение должно включать типовые финансовые модели, паспорта

надежности, результаты испытаний и примеры эксплуатации в сопоставимых климатических условиях.

Таблица 4 – Комплекс мер по развитию экспортного потенциала

Направление	Мера	Ожидаемый эффект
Производственная база	углубление локализации и кооперации предприятий	снижение зависимости от внешних компонентов
Сертификация	поддержка испытаний и международного подтверждения качества	повышение доверия зарубежных заказчиков
Финансирование	экспортные кредиты, страхование и гарантии	рост привлекательности российских проектов
Рынки	карта приоритетных стран и мониторинг тендеров	более точный выбор направлений продвижения
Демонстрационные проекты	пилотные станции в дружественных странах	подтверждение работоспособности решений
Кадры и сервис	обучение персонала и создание сервисных партнерств	долгосрочная устойчивость контрактов

Заключение

Солнечная энергетика превратилась в один из ключевых сегментов мировой технологической конкуренции. Ее развитие определяется не только климатической повесткой, но и вопросами энергобезопасности, промышленной политики, контроля над цепочками поставок и способности стран занимать позиции в новых секторах международной торговли.

Российский сектор солнечных технологий имеет производственную и технологическую основу для дальнейшего развития: предприятия выпускают модули, элементы и отдельные компоненты, а резерв мощностей позволяет говорить о возможности наращивания выпуска. Однако реализация потенциала требует углубления локализации, расширения международной сертификации, развития проектного экспорта, выбора приоритетных рынков и укрепления финансовых инструментов.

Наиболее перспективной является нишевая и проектно - сервисная стратегия, ориентированная на рынки, где важны комплексные решения, надежность, адаптация к местным условиям, обучение персонала и межгосударственное сотрудничество. Потенциал становится экономическим результатом только тогда, когда производитель имеет заказ, финансирование, подтвержденное качество, логистику и сервис.

Список использованной литературы

1. IEA. Solar PV Global Supply Chains. Executive summary. URL: <https://www.iea.org/reports/solar-pv-global-supply-chains/executive-summary> (дата обращения: 23.05.2026).

2. IEA PVPS. Trends in Photovoltaic Applications 2024. URL: https://iea-pvps.org/trends_reports/trends-in-pv-applications-2024/ (дата обращения: 23.05.2026).
3. IRENA. Renewable Capacity Highlights 2025. URL: <https://www.irena.org> (дата обращения: 23.05.2026).
4. IRENA. Renewable Power Generation Costs in 2024. URL: <https://www.irena.org> (дата обращения: 23.05.2026).
5. UNCTADstat. Revealed comparative advantage index. URL: <https://unctadstat.unctad.org> (дата обращения: 23.05.2026).
6. OECD. Classification of manufacturing industries into categories based on R&D intensities. URL: <https://www.oecd.org> (дата обращения: 23.05.2026).
7. Группа компаний «Хевел». Официальный сайт. URL: <https://www.hevelsolar.com> (дата обращения: 23.05.2026).
8. EnCORE. Официальный сайт компании. URL: <https://encore.solar> (дата обращения: 23.05.2026).
9. Unigreen Energy. Официальный сайт компании. URL: <https://unigreen-energy.com> (дата обращения: 23.05.2026).
10. Телеком - СТВ. Официальный сайт компании. URL: <https://telecom-stv.ru> (дата обращения: 23.05.2026).
11. ГОСТ Р 7.0.5 - 2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. М.: Стандартинформ, 2008.

© Тагесян М.А., 2026

Хадикова Э.К.

к.э.н., доцент кафедры экономики и экономической безопасности, Горский ГАУ,
г. Владикавказ

УПРАВЛЕНЧЕСКИЙ УЧЕТ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ (REAL - TIME ACCOUNTING): ТРАНСФОРМАЦИЯ БИЗНЕС - МОДЕЛЕЙ И ВЫЗОВЫ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Аннотация

Статья посвящена концепции управленческого учета в реальном времени (Real - time accounting). Авторы анализируют технологические предпосылки внедрения (IoT, in - memory computing, API - интеграции), сопоставляют традиционное закрытие периода с непрерывным циклом сбора и обработки данных. Выявлены организационные и методические барьеры, предложены подходы к трансформации учетной политики и роли финансового директора в условиях Real - time.

Ключевые слова

Управленческий учет, реальное время, потоковая аналитика, цифровая трансформация, дашборды, операционная эффективность.

Khadikova E.K.Ph.D., Associate Professor of the
Department of Economics and economic security,
Gorsky State Agrarian University,**MANAGERIAL ACCOUNTING IN REAL - TIME (REAL - TIME ACCOUNTING):
TRANSFORMATION OF BUSINESS MODELS AND CHALLENGES
OF THE DIGITAL ECONOMY****Annotation**

The article examines the concept of real - time managerial accounting. The authors analyze technological prerequisites for implementation (IoT, in - memory computing, API integrations) and compare traditional period - end closing with a continuous data collection and processing cycle. Organizational and methodological barriers are identified, and approaches to transforming accounting policies and the role of the CFO in real - time conditions are proposed.

Keywords

Managerial accounting, real - time, streaming analytics, digital transformation, dashboards, operational efficiency.

Традиционная модель управленческого учета строится на циклическом принципе: сбор первичных данных → обработка → закрытие периода (день, неделя, месяц) → формирование отчетов → анализ отклонений. В цифровой экономике, где скорость принятия решений становится ключевым фактором конкурентоспособности, отставание информации на несколько дней или даже часов ведет к прямым потерям. Концепция управленческого учета в реальном времени (Real - time accounting, RTA) предполагает непрерывную фиксацию, обработку и визуализацию учетных данных по мере совершения хозяйственных операций.

Переход к RTA невозможен без изменений в ИТ - ландшафте предприятия. Ключевыми компонентами выступают:

- In - memory computing (SAP HANA, Oracle Exalytics): обработка данных непосредственно в оперативной памяти, исключая задержки дисковых операций.
- Поточковая аналитика (Apache Kafka, Spark Streaming): обработка событий в реальном времени по мере их поступления без записи в базу данных.
- API - интеграция с источниками: прямое подключение к кассовым аппаратам, ERP, банкам, CRM и IoT - датчикам.
- Автоматическая маркировка транзакций: использование правил (rule - based) и элементов ИИ для классификации проводок.

Внедрение RTA кардинально меняет содержание классических учетных задач. Сравнительный анализ представлен в таблице 1.

Таблица 1 — Различия традиционного и Real - time учета

Характеристика	Традиционный учет	Real - time учет
Периодичность	Дискретная (период)	Непрерывная (событие)
Задержка данных	Часы / дни	Секунды / миллисекунды
Роль человека	Ввод, проверка, разноска	Настройка правил, анализ аномалий
Отчетность	По запросу	Push - уведомления + дашборды
Закрытие периода	Обязательная процедура	Отсутствует (постоянно закрыто)

Источник: разработано автором

Ключевое отличие — исчезновение «финансового люфта» (time lag). Например, при отпуске сырья в производство себестоимость единицы продукции пересчитывается мгновенно, а маржинальность заказа становится известной сразу после сканирования штрих - кода последней операции.

Автором представлены выгоды и риски для бизнеса:

1. Выгоды:

- Раннее обнаружение кассовых разрывов (оповещение менеджера при падении ликвидности ниже порога).
- Динамическое ценообразование (корректировка цен на остатки товара с учетом спроса в реальном времени).
- Снижение мощенничества за счет непрерывного мониторинга проводок.

2. Риски и вызовы:

- Высокая стоимость инфраструктуры (in - memory базы данных и шины событий).
- «Шум» данных — проблема отделения существенных сигналов от миллиона незначительных транзакций.
- Психологическая неподготовленность менеджмента: избыток информации парализует решения (синдром «красного дашборда»).

В условиях RTA бухгалтер - операционист трансформируется в инженера учетных правил. Его задачи смещаются от проводок к:

- проектированию алгоритмов автоматической классификации;
- настройке порогов срабатывания контрольных точек;
- аудиту корректности API - соединений и маркировки.

Финансовый директор (CFO) перестает быть «хранителем истории» и становится архитектором системы опережающих индикаторов. Периодический отчет уступает место живой панели управления (live cockpit), где каждый показатель имеет временную метку и статус достоверности.

Пример внедрения (кейс).

Рассмотрим розничную сеть из 200 магазинов. При классическом подходе себестоимость продаж рассчитывалась еженедельно, а анализ рентабельности SKU запаздывал на 7 - 10 дней. После внедрения RTA на базе потоковой платформы Kafka и in - memory БД:

- данные о каждой продаже поступают в учет за 2 секунды;
- пересчет себестоимости по FIFO происходит в момент пробития чека;

- отдел закупок видит актуальную оборачиваемость товара с задержкой не более 1 минуты.

Результат: снижение затоваривания на 18 % и рост оборачиваемости на 23 % за 6 месяцев.

Управленческий учет в реальном времени перестал быть футуристической концепцией и превратился в инженерную задачу для среднего и крупного бизнеса. Основным барьером является не технологии, а готовность компаний пересмотреть учетную политику и отказаться от ежемесячного «закрытия» как ментальной привычки. Прогнозируется, что к 2030 году RTA станет стандартом для публичных компаний и высококонкурентных отраслей (ритейл, логистика, e-commerce). Бухгалтерскому сообществу предстоит освоить компетенции в области потоковой обработки данных и управления бизнес - правилами, иначе профессия рискует остаться в индустриальной эпохе.

Список использованной литературы:

1. Appelbaum, D., Kogan, A., & Vasarhelyi, M. A. (2017). An introduction to data analysis for auditors and accountants. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, 36(4), 1 - 13.

2. Рожнова О.В. Концептуальные основы управленческого учета в реальном времени // Учет. Анализ. Аудит. – 2021. – Т. 8. – № 3. – С. 27 - 35.

3. Vasarhelyi, M. A., Kogan, A., & Tuttle, B. M. (2015). Big Data in accounting: An overview. *Accounting Horizons*, 29(2), 381 - 396.

4. Дружиловская Т.Ю., Коршунова Т.Н. In - memory вычисления как драйвер трансформации управленческого учета // Экономический анализ: теория и практика. – 2023. – Т. 22. – № 4. – С. 712 - 729.

5. Gartner Inc. (2025). *Hype Cycle for Finance Digital Transformation*. Stamford: Gartner Research.

6. Международный стандарт финансовой отчетности (IFRS) для МСП (с учетом обсуждений концепции непрерывного учета). – London: IASB, 2024 (проект).

© Хадикова Э.К., 2026

Хадикова Э.К.

к.э.н., доцент кафедры экономики и экономической безопасности, Горский ГАУ,
г. Владикавказ

БУХГАЛТЕРСКИЙ АУТСОРСИНГ 5.0: ТРАНСФОРМАЦИЯ БИЗНЕС - МОДЕЛЕЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ RPA, OCR И УМНЫХ КЛАССИФИКАТОРОВ

Аннотация

Статья посвящена эволюции бухгалтерского аутсорсинга в эпоху цифровизации. Анализируются ключевые технологии пятого поколения (RPA, OCR, умные классификаторы на базе машинного обучения). Рассматриваются изменения в

бизнес - моделях аутсорсинговых провайдеров: переход от «человеко - часов» к «обработанным транзакциям» и сервисным подпискам. Выявлены риски и перспективы профессии в условиях сквозной автоматизации.

Ключевые слова

Бухгалтерский аутсорсинг, RPA, OCR, умные классификаторы, автоматизация учета, цифровая трансформация, бизнес - модель.

Khadikova E.K.

Ph.D., Associate Professor of the
Department of Economics and economic security,
Gorsky State Agrarian University,
Vladikavkaz

ACCOUNTING OUTSOURCING 5.0: TRANSFORMATION OF BUSINESS MODELS UNDER THE INFLUENCE OF RPA, OCR AND SMART CLASSIFIERS

Annotation

The article is devoted to the evolution of accounting outsourcing in the digital age. The key technologies of the fifth generation (RPA, OCR, smart classifiers based on machine learning) are analyzed. Changes in the business models of outsourcing providers are considered: the transition from «man - hours» to «processed transactions» and service subscriptions. Risks and prospects of the profession in the context of end - to - end automation are identified.

Keywords

Accounting outsourcing, RPA, OCR, smart classifiers, accounting automation, digital transformation, business model.

Рынок бухгалтерского аутсорсинга в России и мире переживает структурную трансформацию. Если еще 5–7 лет назад основным драйвером спроса была экономия на штатной бухгалтерии, то сегодня клиенты ожидают от аутсорсера скорости, прозрачности и интеграции с их цифровыми экосистемами. На смену классическому аутсорсингу (передаче «человеческих» учетных функций) приходит концепция

Бухгалтерский аутсорсинг— модель, основанная на сквозной автоматизации рутинных процессов с использованием RPA (роботизированная автоматизация процессов), OCR (оптическое распознавание символов) и умных классификаторов на базе машинного обучения. Цель настоящей статьи — проанализировать технологическую базу этого феномена, выявить изменения в бизнес - моделях провайдеров и оценить риски для профессии.

Для понимания сути трансформации необходимо последовательно рассмотреть три ключевые технологии, которые в совокупности создают синергетический эффект.

1.1. OCR (Optical Character Recognition) — оптическое распознавание символов.

OCR - технологии позволяют преобразовывать сканированные изображения или фотографии первичных документов (счета - фактуры, акты, накладные, чеки, авансовые отчеты) в машиночитаемый текст. Современные решения (ABBYY FineReader, SmartEng, TexTrac, российский OCR от компании «Крипто - Про» и др.) способны распознавать не только печатные шрифты, но и рукописный текст, штрих - коды, QR - коды, а также выделять таблицы и реквизиты. Ключевой прорыв последних лет — облачные OCR - сервисы с дообучаемыми моделями, которые адаптируются под конкретные форматы документов клиента (например, специфические шаблоны накладных поставщика).

1.2. RPA (Robotic Process Automation) — программные роботы.

Если OCR решает задачу извлечения данных, то RPA автоматизирует действия с этими данными. Программный робот имитирует действия человека в интерфейсах учетных систем (1С, SAP, Oracle, Microsoft Dynamics), ЭДО - операторов и банк - клиентов: открывает документ, копирует реквизиты, заполняет поля, нажимает кнопки, формирует проводки, выгружает отчеты. Отличие RPA от традиционной автоматизации (API, скрипты) в том, что роботы работают на уровне пользовательского интерфейса и не требуют доработки самих учетных систем. В бухгалтерском аутсорсинге RPA - роботы чаще всего применяются для:

- переноса данных из распознанных документов в учетную систему;
- массового выставления счетов на оплату;
- сверки взаиморасчетов с контрагентами;
- закрытия авансов;
- формирования регламентированной отчетности.

1.3. Умные классификаторы (на базе машинного обучения)

Наиболее интеллектуальный компонент. Умные классификаторы решают задачу, которую ранее мог выполнить только опытный бухгалтер: определить тип документа (счет, акт, ТОРГ - 12, УПД, авансовый отчет, счет - фактура), сопоставить его с договором, определить статью затрат, центр ответственности, аналитический признак, а также выявить аномалии (несоответствие сумм, отсутствие ЭЦП, дублирование). Классификаторы обучаются на исторических данных аутсорсинговой компании, накапливая опыт тысяч проводок. Чем больше документов проходит через систему, тем выше точность классификации. Современные решения (например, классификаторы на базе библиотеки scikit - learn, TensorFlow, а также коммерческие продукты типа «Такском - Классификатор», «1С: Документооборот с ИИ») достигают точности 95–98 % для типовых документов.

Традиционная модель бухгалтерского аутсорсинга строилась на продаже человека - часов (или человека - месяцев). Клиент оплачивал фактическое время работы бухгалтера. Эта модель имела фундаментальный конфликт интересов: аутсорсеру было невыгодно автоматизировать процесс, поскольку сокращение

трудозатрат вело к снижению выручки. Бухгалтерский аутсорсинг 5.0 предлагает принципиально иные бизнес - модели (Таблица 1).

Таблица 1 — Эволюция бизнес - моделей бухгалтерского аутсорсинга

Поколение	Модель оплаты	Ключевой ресурс	Роль человека
Аутсорсинг 1.0	Повременная (ставка бухгалтера)	Штат сотрудников	Выполнение всех операций
Аутсорсинг 2.0	За объем (количество документов / проводок)	Процессы и регламенты	Контроль и проводки
Аутсорсинг 3.0	Проектная (закрытие периода, отчетность)	Методология	Аналитика, оптимизация
Аутсорсинг 4.0	Сервисная подписка (доступ к системе + консультации)	Платформа	Исключение рутины
Аутсорсинг 5.0	За результат (транзакция, закрытый период, готовый баланс) + бонусы за экономию	Данные + алгоритмы	Настройка правил, обработка исключений

Источник: разработано автором

В модели 5.0 аутсорсер заинтересован в максимальной автоматизации: чем больше документов обработает робот и классификатор, тем выше маржинальность. Клиент платит не за «присутствие бухгалтера», а за конкретный результат (например, 5 рублей за корректно проведенный первичный документ или фиксированную абонентскую плату за полный цикл).

Типовой сквозной процесс в компании, предоставляющей бухгалтерский аутсорсинг 5.0, выглядит следующим образом:

1. Ввод документов. Клиент загружает первичные документы в личный кабинет (сканы, фото, PDF, электронные файлы из ЭДО) или они поступают автоматически через интеграцию с банком / оператором ЭДО.

2. OCR - распознавание. Система распознает реквизиты: дата, номер, сумма, ИНН / КПП контрагента, номенклатура, ставка НДС.

3. Умная классификация. Алгоритм определяет тип документа, сопоставляет с договором (по ИНН контрагента), определяет счет учета (например, 10, 20, 26, 60, 62) и аналитику (проект, подразделение, статья затрат). Если документ нестандартный или уверенность классификатора ниже порога (например, 80 %), он направляется в очередь на ручную обработку.

4. RPA - проводки. Для типовых документов программный робот автоматически формирует проводки в 1С (или другой учетной системе), присваивает номера, заполняет регистры.

5. Контрольные точки. Система запускает встроенные проверки: нет ли дубля документа, корректна ли ставка НДС, не превышает ли сумма лимит договора, не заблокирован ли контрагент.

6. Формирование дашборда. Клиент в режиме реального времени видит статус обработки каждого документа, сумму неподтвержденных расходов, график платежей.

7. Человеческое исключение. Оставшиеся 2–5 % сложных или ошибочных документов обрабатывает бухгалтер - эксперт, который также настраивает правила для классификатора, чтобы в будущем аналогичные случаи обрабатывались автоматически.

Пример внедрения:

Исходные данные: компания «Аутсорсинг - Сервис» (условное наименование) обрабатывает первичную документацию 120 клиентов малого и среднего бизнеса. До внедрения RPA+OCR+классификаторов штат операторов составлял 45 человек, среднее время обработки одного документа — 4,5 минуты, доля ошибок — 1,8 %, стоимость обработки одного документа — 120 рублей.

Внедрение (6 месяцев): была развернута платформа на базе ABBYY FlexiCapture (OCR), собственного классификатора на LightGBM и RPA - роботов на платформе «Прайм» (аналог UiPath). Обучение классификатора проводилось на размеченной выборке из 500 тыс. документов.

Результаты спустя 12 месяцев:

- штат операторов сокращен до 12 человек (снижение на 73 %) — это исключительно эксперты и инженеры правил;
- время обработки одного документа снизилось до 45 секунд (в 6 раз);
- доля полностью автоматической обработки (без участия человека) — 94 %;
- доля ошибок — 0,3 % (только системные, не алгоритмические);
- стоимость обработки одного документа — 22 рубля (снижение в 5,5 раза);
- расширение клиентской базы на 40 % без увеличения штата.

При всей привлекательности концепции нельзя игнорировать риски:

1. Высокий порог входа. Внедрение платформы уровня 5.0 требует инвестиций от 5 до 30 млн рублей на старте, что недоступно малом и средним аутсорсинговым компаниям. Рынок будет консолидироваться вокруг технологических лидеров.

2. Качество исходных документов. OCR показывает высокую точность на четких сканах. Замыленные фотографии, рукописные «договорняки», документы с печатями поверх текста снижают качество распознавания.

3. Юридическая значимость. При полной автоматизации важный вопрос: кто подписывает документы от имени аутсорсера (акты, декларации)? Пока ЭЦП остается «привязанной» к конкретному сотруднику, полностью исключить человека из юридически значимых действий нельзя.

4. Риски кибербезопасности. Концентрация данных сотен клиентов в одной платформе делает аутсорсера лакомой целью для хакеров. Компрометация алгоритмов классификации может привести к массовым ошибкам.

5. Психологическое сопротивление бухгалтеров. Эксперты, которые всю жизнь делали проводки вручную, часто воспринимают «интеллектуальные» роботы как угрозу. Необходима программа переобучения (апскейлинга) — от операционера к аналитику или инженеру по автоматизации.

Исчезнут ли бухгалтеры как профессия? Нет, но их роль изменится кардинально. Прогноз на 2030 год:

Исчезающие роли	Возникающие роли
Оператор ввода документов	Инженер учетных правил (Rule Designer)
Бухгалтер по сверкам	Дата - аналитик в учете
Бухгалтер по первичке	Специалист по настройке RPA - роботов
Кассир - операционист	Аудитор алгоритмов и классификаторов

Будущий бухгалтер в аутсорсинговой компании должен будет уметь:

- формулировать бизнес - правила на языке, понятном машине;
- анализировать логи работы классификатора и дообучать модели;
- расследовать аномалии, которые не смог объяснить алгоритм;
- проектировать контрольные точки и пороги срабатывания.

Бухгалтерский аутсорсинг 5.0, основанный на симбиозе OCR, RPA и умных классификаторов, — это не футуристический сценарий, а реальность технологически продвинутых игроков рынка уже сегодня. Модель экономически эффективна: стоимость обработки транзакции снижается в разы, скорость и масштабируемость растут экспоненциально. Основным барьером выступают не технологии (они зрелы и доступны), а организационная инерция и дефицит кадров с новыми компетенциями.

Для клиентов аутсорсинг 5.0 означает прозрачность (онлайн - дашборды), скорость (обработка в реальном времени) и снижение рисков (автоматические проверки). Для аутсорсинговых компаний — необходимость инвестировать в платформенные решения и переходить от продажи времени к продаже результатов. Для бухгалтерского сообщества — неизбежную трансформацию профессионального профиля: от регистратора прошлого к архитектору будущего.

Список использованной литературы:

1. Willcocks, L., & Lacity, M. (2016). *Robotic Process Automation and Risk Mitigation: The Definitive Guide*. London: SB Publishing. – 214 p.
2. Морозова Т.В., Кочкина З.А. Применение технологий OCR и RPA в бухгалтерском аутсорсинге: опыт и перспективы // Учет и контроль. – 2024. – № 3. – С. 45 - 53.
3. Gartner Inc. (2025). *Market Guide for Finance and Accounting Business Process Outsourcing*. Stamford: Gartner Research. – 35 p.
4. Иванов А.П., Селиверстова Е.А. Машинное обучение в задачах классификации первичных учетных документов // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2023. – № 2. – С. 78 - 91.
5. Лебедева Н.В. Цифровая трансформация рынка бухгалтерских услуг: вызовы и возможности // Экономические стратегии. – 2025. – Т. 27. – № 1. – С. 112 - 121.

6. Фролов И.С., Данилина Е.П. RPA в бухгалтерии: методология внедрения и типовые ошибки // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2024. – Т. 17. – № 4. – С. 342 - 358.

7. Deloitte. (2024). The future of accounting: From compliance to insights. Global survey report. – 56 p.

8. Российский стандарт автоматизированного обмена учетными данными (проект). НП «Национальный центр информатизации», 2025.

© Хадикова Э.К., 2026

Хадикова Э.К.

к.э.н., доцент кафедры экономики и экономической безопасности, Горский ГАУ,
г. Владикавказ

ЦИФРОВОЙ НАЛОГОВЫЙ МОНИТОРИНГ: УЧЕТ КАК ОНЛАЙН - ФИЛЬТР И ТРАНСФОРМАЦИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ БИЗНЕСА И ГОСУДАРСТВА

Аннотация

Статья посвящена цифровому налоговому мониторингу как новой парадигме налогового контроля. Раскрывается сущность «учета как онлайн - фильтра»: непрерывная передача учетных данных в ФНС в режиме реального времени. Анализируются технологическая архитектура (АСК НДС - 2, АСК ККТ, ERP - интеграция), выгоды для бизнеса (замена камеральных проверок, оперативное получение разъяснений) и новые риски (цифровая дисциплина, перекрестные проверки).

Ключевые слова

Налоговый мониторинг, онлайн - фильтр, АСК НДС - 2, учетная запись, налоговый контроль, ERP - интеграция, цифровая дисциплина

Khadikova E.K.

Ph.D., Associate Professor of the
Department of Economics and economic security,
Gorsky State Agrarian University,
Vladikavkaz

DIGITAL TAX MONITORING: ACCOUNTING AS AN ONLINE FILTER AND TRANSFORMATION OF BUSINESS - STATE RELATIONSHIPS

Annotation

The article is devoted to digital tax monitoring as a new paradigm of tax control. The essence of «accounting as an online filter» — continuous transfer of accounting data to the Federal Tax Service in real time — is revealed. The technological architecture (VAT -

2 ASK, CCP ASK, ERP integration), benefits for business (replacing desk audits, prompt obtaining of clarifications) and new risks (digital discipline, cross - checks) are analyzed.

Keywords

Tax monitoring, online filter, VAT - 2 ASK, accounting record, tax control, ERP integration, digital discipline.

В течение десятилетия модель налогового контроля строилась на ретроспективном принципе: налогоплательщик формировал декларации по итогам квартала или года, налоговый орган проводил камеральные и выездные проверки, часто спустя месяцы после совершения операций. Эта модель создавала пространство для неопределенности, ошибок, а иногда и злоупотреблений. Цифровая трансформация налогового администрирования в России привела к появлению принципиально нового инструмента — цифрового налогового мониторинга. Этот режим предполагает передачу учетных данных из информационных систем налогоплательщика в ФНС России в режиме реального времени, фактически превращая бухгалтерский учет в «онлайн - фильтр», через который проходят все хозяйственные операции. Цель настоящей статьи — раскрыть технологическую сущность этого явления, проанализировать преимущества и риски для бизнеса, а также оценить перспективы распространения данного режима.

Для понимания масштаба изменений необходимо рассмотреть эволюцию форм налогового контроля в России (Таблица 1).

Таблица 1 — Эволюция форм налогового контроля в РФ

Форма контроля	Период	Принцип	Лаг контроля	Частота
Камеральная проверка	1990–2010	Постфактум (по декларации)	Месяцы	1 раз в квартал / год
Выездная проверка	1990–н.в.	Постфактум (выборочно)	Годы	Не чаще 1 раза в 3 года
АСК НДС - 2	2015–н.в.	Кросс - проверка счетов - фактур	1–2 дня	Непрерывно (книги покупок / продаж)
АСК ККТ	2017–н.в.	Онлайн - фискализация чеков	Секунды	Каждый чек
Цифровой налоговый мониторинг	2020–н.в.	Непрерывный доступ к учету	Реальное время (секунды / минуты)	Постоянно (все операции)

Ключевое отличие цифрового налогового мониторинга от всех предыдущих форм — проактивность. Налоговый орган получает доступ не к итоговым

декларациям, а к самому учетному процессу (регистры, первичные документы, аналитические счета). Это позволяет выявлять налоговые риски в момент их возникновения, а не спустя квартал или год.

Выражение «учет как онлайн - фильтр» следует понимать буквально: учетная система предприятия превращается в фильтрующий механизм, через который пропускаются все хозяйственные операции. Этот фильтр непрерывно сопоставляет данные налогоплательщика с информацией, имеющейся в распоряжении ФНС (данные контрагентов, банков, таможни, ЗАГС, Росреестра, информационных систем «Прозрачный бизнес» и т.д.).

Технически архитектура цифрового налогового мониторинга строится следующим образом:

- на стороне налогоплательщика: внедренная ERP - система (чаще всего на базе 1С, SAP, Oracle), которая поддерживает протоколы передачи данных в ФНС (утвержденные форматы XML, использование КЭП). Предприятие предоставляет налоговому органу удаленный доступ к своим учетным данным через защищенные каналы связи (СМЭВ или специализированные шлюзы).

- на стороне ФНС: автоматизированная система «Налог - 3» с модулем цифрового мониторинга, который в реальном времени получает, анализирует и маркирует данные. При выявлении несоответствий система формирует запросы, уведомления или, в критических случаях, блокирующие сигналы.

Фильтрующие алгоритмы: система ФНС непрерывно проверяет:

- соответствие книг покупок и продаж контрагентов (кросс - проверка);
- соответствие выручки и поступлений на расчетные счета;
- соответствие расходов и списаний (не может быть списан расход на сырье, которое не было оприходовано);
- корректность применения налоговых ставок и льгот;
- признаки «технических» компаний (отсутствие персонала, нехарактерные траты, обналичивание).

В России цифровой налоговый мониторинг регулируется Налоговым кодексом РФ (глава 14.8, введенная Федеральным законом от 29.09.2019 № 325 - ФЗ). Ключевые условия для перехода на этот режим:

- годовой объем доходов — не менее 1 млрд рублей;
- совокупная сумма активов на балансе — не менее 1 млрд рублей;
- годовой объем полученных налогов (НДС, акцизы, налог на прибыль, НДСПИ) — не менее 100 млн рублей.

До 2024 года режим был добровольным. С 2025 года Правительство РФ рассматривает поэтапное расширение обязательного применения для крупнейших налогоплательщиков и отдельных отраслей (нефтегазовый сектор, металлургия, розничные сети с выручкой от 10 млрд рублей).

На первый взгляд, передача налоговой полной доступа к учету выглядит как риск. Однако практика показывает, что добровольные участники цифрового налогового мониторинга получают ряд существенных преимуществ:

- Замена выездных и камеральных проверок. Для участников мониторинга плановые выездные налоговые проверки (самые болезненные для бизнеса) не

назначаются. Камеральные проверки по НДС и налогу на прибыль также не проводятся — контроль осуществляется непрерывно. Экономия на судебных издержках, штрафах и отвлечении персонала — миллионы рублей в год.

- Оперативные разъяснения (мотивированные мнения). Налогоплательщик может в любой момент направить в ФНС запрос: «Правомерна ли такая - то операция? Правильно ли применена ставка?» В рамках мониторинга налоговая обязана ответить в течение 5 рабочих дней (вместо 30 дней при обычном порядке). Это позволяет легализовать спорные ситуации до подачи декларации.

- Снижение ставки по налогу на прибыль. В 2024–2025 годах обсуждается законопроект о пониженной ставке (на 1–2 процентных пункта) для участников налогового мониторинга как компенсация затрат на автоматизацию. На момент написания статьи вопрос находится в стадии общественного обсуждения.

- Повышение инвестиционной привлекательности. Для крупных контрагентов и инвесторов статус «участника цифрового налогового мониторинга» — это зеленый свет, подтверждение высочайшей налоговой дисциплины и прозрачности.

Включение режима цифрового мониторинга предъявляет жесткие требования к внутренней учетной системе предприятия. Учет должен быть:

- Непрерывным: отсутствие временных разрывов между операцией и ее отражением в учете.

- Полным: все операции без исключения (включая те, которые раньше могли проходить «мимо кассы») должны регистрироваться.

- Стандартизированным: ведение учета строго в соответствии с утвержденными форматами ФНС, использование классификаторов (ОКВЭД, ОКПО, ОКАТО, коды бюджетной классификации).

- Аудируемым: возможность восстановить всю цепочку от первичного документа до регистра и отчетности.

Ключевое изменение психологического характера: исчезает понятие «налоговый риск» как неопределенность. В режиме мониторинга решение о правомерности операции принимается налоговым органом в реальном времени. Если ошибка допущена, система сообщит о ней немедленно, а не через год после проверки.

Несмотря на преимущества, режим сопряжен с новыми, непривычными для бизнеса рисками:

- Цифровая дисциплина как тотальный контроль. Раньше компания могла «пересдать» уточненную декларацию, если находила ошибку. В режиме онлайн - фильтра каждая ошибка фиксируется системой в момент ее совершения. Даже если она исправлена через 10 минут, след остается. Формируется цифровой профиль налогоплательщика с историей всех ошибок, запросов и уточнений.

- Риск блокировки счета в реальном времени. При выявлении грубых нарушений (например, расхождение сумм НДС с контрагентом более чем на 10 %) система может сформировать требование о блокировке расчетного счета в автоматическом режиме, без участия человека. Процедура разблокировки также становится цифровой, но требует времени.

- «Двойная бухгалтерия» становится невозможной. Для компаний, которые ранее использовали неформальные схемы оптимизации, переход на мониторинг практически невозможен, либо потребует полной реструктуризации бизнес - модели. Все операции становятся прозрачными.

- Перекрестные проверки контрагентов. Система ФНС видит не только ваши данные, но и данные ваших поставщиков, покупателей, арендодателей, банков. Если контрагент допустил ошибку (например, неправильно отразил счет - фактуру), это может повлечь запрос к вам, даже если вы сами все сделали верно.

- Затраты на интеграцию. Внедрение цифрового мониторинга требует серьезных инвестиций в ИТ: доработка или замена ERP - системы, настройка протоколов передачи, обучение персонала, проведение внутреннего ИТ - аудита. По оценкам экспертов, для крупной компании (выручка 5–10 млрд) стартовые затраты составляют от 20 до 50 млн рублей.

Практический кейс: опыт крупной розничной сети

Компания: «Ритейл - Групп» (условное наименование), оборот 15 млрд рублей, численность персонала 2 500 чел., 350 магазинов.

Ситуация до перехода: ежегодно компания подвергалась 2–3 выездным проверкам (длительностью 4–6 месяцев каждая), штат налоговых юристов составлял 12 человек, годовые расходы на сопровождение проверок и штрафы — около 35 млн рублей. В 2022 году было принято решение о переходе на цифровой налоговый мониторинг с 2023 года.

Внедрение (12 месяцев):

- Проведена ревизия учетной политики и документооборота.
- Доработана ERP - система на базе 1С:ERP для непрерывной выгрузки данных.
- Настроены каналы передачи данных в ФНС через СМЭВ - 3.
- Штат налоговых юристов сокращен до 4 человек, оставшиеся переквалифицированы в аналитиков соответствия (compliance).

Результаты через 18 месяцев:

- Выездные проверки прекращены полностью.
- Взаимодействие с ФНС — исключительно в онлайн - режиме (мотивированные мнения получены по 12 спорным сделкам до их проведения).
- Штрафы снизились с 35 млн до 2 млн рублей (за технические ошибки в документах, исправленные в течение часа).

Контрагенты, не готовые к мониторингу, были заменены — это повысило качество цепочки поставок.

Инвестиции в интеграцию (около 28 млн рублей) окупились за 14 месяцев за счет экономии на юридическом сопровождении и штрафах.

8. Прогноз развития: что дальше?

Можно с уверенностью прогнозировать следующие тренды на ближайшие 5–7 лет:

Расширение круга участников. Пороговые значения (1 млрд выручки) будут снижаться. К 2028–2030 году цифровой налоговый мониторинг может стать обязательным для всех компаний с выручкой от 200 млн рублей (средний бизнес).

Интеграция с прослеживаемостью товаров. Система мониторинга будет интегрирована с национальной системой прослеживаемости импортных товаров, что сделает невозможным оборот контрафакта.

Прогнозные алгоритмы будут не только констатировать расхождения, но и предлагать налогоплательщику корректирующие проводки до того, как ошибка будет зафиксирована. Вероятно появление «единого налогового стандарта» ведения учета с помощью искусственного интеллекта, унифицированного для всех отраслей, что упростит автоматический контроль.

Отмирание налоговых деклараций. При непрерывной передаче данных в реальном времени необходимость в квартальных и годовых декларациях отпадает. Налог автоматически рассчитывается и уплачивается системой.

Цифровой налоговый мониторинг представляет собой тектонический сдвиг в системе взаимоотношений бизнеса и государства. Концепция «учета как онлайн - фильтра» знаменует переход от ретроспективного контроля с его неизбежным конфликтом и неопределенностью к непрерывному, проактивному взаимодействию. Налогоплательщик получает правовую определенность («сделка одобрена налоговой до ее совершения») и значительное снижение административной нагрузки (отсутствие выездных проверок). Государство получает прозрачность, повышение собираемости налогов и снижение издержек на контрольный аппарат.

Однако этот переход требует от бизнеса беспрецедентного уровня цифровой дисциплины, прозрачности и инвестиций в учетные системы. Компании, которые не готовы или не могут обеспечить такой уровень, будут вытеснены на периферию экономики. Профессия бухгалтера трансформируется: из ретроспективного регистратора и составителя деклараций — в архитектора непрерывного онлайн - фильтра и эксперта по налоговому комплаенсу в реальном времени.

Список использованной литературы:

1. Налоговый кодекс Российской Федерации. Часть первая. Глава 14.8 «Налоговый мониторинг» (введена Федеральным законом от 29.09.2019 № 325 - ФЗ).
2. Федеральная налоговая служба России. (2024). Отчет о развитии цифрового налогового администрирования за 2020–2024 гг. – М.: ФНС России. – 87 с.
3. Пансков В.Г., Князев В.Г. Налоговый контроль в условиях цифровой экономики: новые вызовы и решения // Финансы. – 2024. – № 7. – С. 12 - 21.
4. Золотарева А.Б., Киреева Е.Ф. Цифровой налоговый мониторинг: правовые и организационные аспекты // Налоговед. – 2023. – № 5. – С. 34 - 45.
5. Министерство финансов РФ. (2025). Концепция развития налогового мониторинга в Российской Федерации на период до 2030 года. – М.: Минфин России. – 42 с.
6. Bryantseva, O., & Smirnov, D. (2024). Digital Tax Monitoring in the Russian Federation: First Results and Perspectives. *Journal of Tax Administration*, 10(2), 45 - 62.

7. Тихонова А.В. Практика применения налогового мониторинга крупнейшими налогоплательщиками // Российский налоговый курьер. – 2025. – № 2. – С. 28 - 35.

8. OECD (2023). Tax Administration 2023: Comparative Information on OECD and other Advanced and Emerging Economies. Paris: OECD Publishing. – 312 p. (Chapter 5: Real - time tax reporting).

© Хадикова Э.К., 2026

Хаметова А.И.

студент каф. СиБИ
ФГБОУ ВО УУНИТ
Уфа, Россия

Метелев М.И.

студент ФЭН
НИУ ВШЭ
Москва, Россия

Научный руководитель: Бахитова Р.Х.

профессор, д / н, доцент СиБИ
ФГБОУ ВО УУНИТ
Уфа, Россия

КАНАЛЫ ПОИСКА РАБОТНИКОВ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Аннотация.

В статье рассматриваются каналы поиска работников в эпоху цифровизации. Особое внимание уделяется специализированным сайтам по поиску работы, социальным сетям и цифровым платформам. Отдельное внимание уделяется тому, как изменились сами участники рынка: работодатели стараются быстрее находить подходящих кандидатов, а соискатели всё чаще заранее проверяют компанию, читают отзывы и смотрят, как она представлена в интернете. Важно отметить, что цифровые каналы не заменяют полностью традиционный отбор: собеседования, тестовые задания и живое общение всё еще помогают работодателю лучше понять кандидата.

Ключевые слова.

Цифровизация, рынок труда, подбор персонала, поиск работников, рекрутинг, HR - технологии, социальные сети, цифровые платформы, соискатели, работодатели.

Актуальность данного исследования определяется несколькими обстоятельствами. Во - первых, современные процессы цифровизации в корне меняют взаимоотношения во множестве сфер деятельности, и рынок труда не

является исключением. Новые цифровые продукты создают новые возможности, и при этом предполагают существенные риски – технологические, экономические. Во-вторых, поиск сотрудников в условиях открытой, конкурентной экономики остаётся проблемным вопросом практически для всех работодателей. Даже в условиях достаточного предложения на рынке подбор необходимого персонала – это серьёзная задача, требующая квалифицированного подхода. Изучение современных каналов поиска сотрудников позволяет понять механику рынка труда, тенденции его развития.

Подобные исследования проводятся систематически, но, поскольку ситуация на рынке труда также постоянно меняется, обновление информации остаётся востребованной задачей. Это необходимо и для работодателей, которые постоянно оптимизируют свою HR, и для соискателей, которые совершенствуют свои навыки поиска.

Результаты исследования каналов, которые работодатели используют для поиска сотрудников, можно использовать при разработке перспективных моделей трудовых отношений и новых подходов к реализации HR - политики предприятий. К тому же, сведения про каналы подбора персонала могут быть полезны широкой аудитории соискателей, которые заинтересованы в том, чтобы повысить результативность своих поисков и найти для себя наиболее оптимальный вариант трудоустройства.

В публикациях российских авторов также поднимается проблематика использования современных каналов для подбора персонала, а также в принципе применение цифровых технологий для задач HR политики. В частности, анализируется российская практика использования цифровых инструментов для рекрутинга. В частности, отмечается то, что для российских работодателей и соискателей всё ещё остаются наиболее важными «рабочие» сайты, на которых размещаются все основные вакансии и резюме. Именно на подобных площадках наиболее широкий выбор кандидатур, а также выбор работодателей. В российском сегменте интернета параллельно работают множество подобных ресурсов, которые постоянно конкурируют между собой. Есть специализированные сайты (HH), и есть площадки, которые стали активно использоваться для поиска работы, хотя изначально были просто «досками объявлений» (Авито). Одной из причин того, что российские работодатели активно используют именно сайты для поиска соискателей, это исторически присутствие большого количества самозанятых, а также активная позиция россиян по поиску работы. Человек, находящийся в поисках работы, скорее всего будет ежедневно рассылать множество резюме работодателям и выбирать оптимальный для себя вариант. Для большинства соискателей неприемлемо поведение, когда практически всё основное время тратится только на одного потенциального работодателя. Вслед за сайтами, наиболее востребованными каналами для подбора персонала являются специализированные платформы («СберАналитика»), а также социальные сети (VK) [1].

Отмечается, что на российском рынке труда используются более «традиционные» каналы для подбора сотрудников, хотя цифровые технологии стали практически повсеместными. Так, именно различные интернет - платформы – это основные каналы, при помощи которых потенциальные работодатели подыскивают себе персонал, анализируют ситуацию на рынке, определяют уровень мотивации потенциальных соискателей. При этом использование именно цифровой составляющей – это только начальный этап найма. Большинство работодателей после подбора примерного списка кандидатур, всегда используют более традиционные инструменты подбора и выбора работника, – как правило, очное интервью. Даже те компании, которые активно практикуют удаленную работу, всё же предпочитают общаться с соискателями воочию. Далее, после положительного отклика от потенциального соискателя, основная часть российских работодателей стремится выдать тестовое задание потенциальному работнику. Либо же процесс подбора в принципе разбивается на несколько взаимосвязанных этапов. То есть, основной канал подбора персонала в условиях российского рынка труда – это специализированные «рабочие» сайты. При этом алгоритм подбора включает в себя такие элементы, как «ознакомление с резюме – очное собеседование – тестовое задание» [2].

На основании изучения современных каналов, которые работодатели используют для поиска новых сотрудников, можно сделать ряд выводов про действенность и эффективность отдельных способов коммуникации.

Обобщение статистических данных про особенности использования каналов (для найма персонала и поиска работы) показывает, что более 70 % соискателей параллельно с поиском рабочего места также ищут и информацию про своего потенциального работодателя [3].

При этом наиболее важным каналом коммуникации остаются социальные сети (те, в которых соискатели и работодатели имеют свои аккаунты). Порядка 90 % соискателей при поиске вакансий и поиске информации про потенциального работодателя ориентируется именно на сведения, которые опубликованы в социальных сетях. Специализированные сайты для поиска работы остаются менее популярными, хотя и очень востребованными. Таковыми сайтами пользуется порядка 53 % соискателей (рис. 1).



Рисунок 1 – Каналы коммуникации, которые используют соискатели при поиске рабочего места (в % от общего количества) [3]

Существенные отличия в пользовании каналами для подбора наемного персонала проявляются в контексте возраста соискателей (принадлежности к тому или иному поколению). Общая тенденция такова, что, чем больше возраст соискателей, тем менее интенсивно они используют интернет в качестве основного канала (рис. 2).

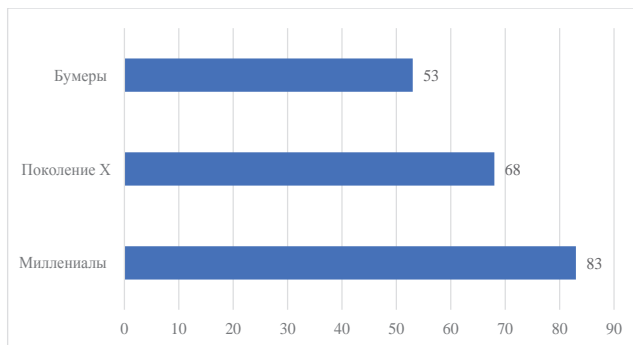


Рисунок 2 – Возрастные отличия в использовании Гугл – поиска (и поиска в интернете) при подборе рабочего места (в % от общего количества представителей данного поколения)

Для современных соискателей важна репутация потенциального работодателя, которую они отслеживают параллельно с поиском нового рабочего места. В этом отношении важным каналом для подбора персонала и коммуникации с потенциальными работниками являются специализированные сайты, на которых собирается и обобщается информация про работодателей (например, отзывы) (рис. 3).

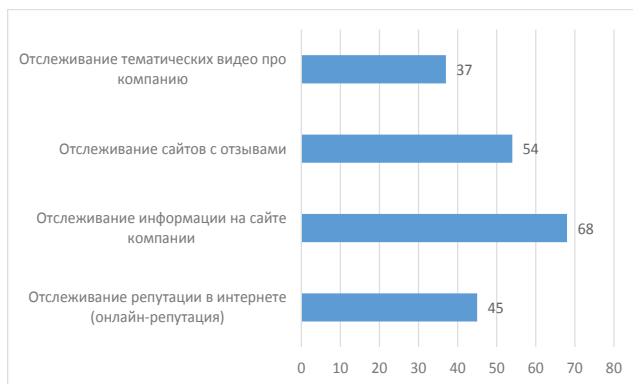


Рисунок 3 – Каналы коммуникации с соискателями (в % от общего числа соискателей)

Со стороны соискателей такое отмечается тенденция более активного поиска и выбора места работы. Для работодателя при найме уже недостаточно просто сделать предложение и озвучить условия труда. Квалифицированные, востребованные соискатели сами активно изучают рынок, используют для этого доступные ресурсы. Основными каналами коммуникации являются сайты компании и специализированные платформы для обработки отзывов (рис. 4).

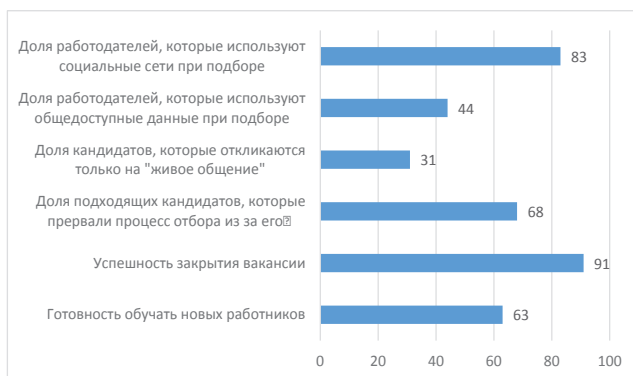


Рисунок 4 – Особенности поведения работодателей при подборе кандидатов

Насыщенность информационного пространства (в том числе количество резюме, которые подаются на каждую вакансию) такова, что время, которое рекрутер уделяет на просмотр каждого резюме, сократилось до минимума. Даже если учитывать только те резюме, которые прошли фильтрацию через ИИ - приложения и инструменты автоматического отбора, то можно констатировать: в среднем рекрутер тратит на просмотр одного резюме не более 10 секунд. Автоматизация рынка труда и его насыщение цифровыми решениями привели к тому, что очень большое количество резюме и заявок соискатели создают при помощи автоматизированных систем. В поисках работы соискатель ежедневно рассылает огромное количество заявок и резюме, и это создает на рекрутеров большую нагрузку. Более 52 % работодателей отмечают, что именно избыток откликов и резюме является наибольшей трудностью при подборе персонала.

В целом, процессы цифровизации привели к появлению на рынке ряда сугубо цифровых каналов для подбора и найма персонала. Таковыми являются: специализированные «рабочие сайты», специализированные платформы, социальные сети, а также различные приложения и профильные группы (в том числе в социальных сетях).

Наиболее существенным трендом на рынке труда является «уберизация» - использование работодателями и соискателями специализированных платформ, на которых размещаются предложения про найм и подбираются исполнители. Данная

модель действует и для традиционных трудовых отношений, и для случаев, когда речь идет про подбор сотрудников на временную подработку.

Снижается значение традиционных каналов по подбору работников. Например, работодатели всё реже обряжаются напрямую в учебные заведения и на различные курсы повышения квалификации, учебные площадки. В основном это происходит из - за быстрого морального устаревания знаний, а также из - за того, что практические, сиюминутные компетенции потенциальных сотрудников больше привлекают потенциальных работодателей. Большинство компаний стремятся получить мотивированного сотрудника с опытом работы, и не заниматься инвестированием во вчерашнего выпускника.

С другой стороны, сугубо цифровые платформы тоже не являются универсальными. Полностью перенести процесс подбора и найма персонала в виртуальную среду оказалось невозможным. Для эффективных трудовых отношений работодатель должен непосредственно взаимодействовать с соискателем: проводятся различные собеседования, тестирования и пр.

Также в качестве каналов для подбора персонала активно используются социальные сети. Речь идет как про профильные группы, посвященные поиску работы, так и про страницы работодателей и соискателей. Благодаря им можно найти информацию друг о друге, ознакомиться с условиями найма, не вступая в личный контакт.

Значимым вспомогательным каналом можно считать различные справочные и информационные ресурсы, которыми может воспользоваться и работодатель, и соискатель. Речь идет про различные сервисы отзывов, поиска сведений о должниках, правонарушителях.

Также важным вспомогательным каналом подбора персонала можно считать различные средства автоматизации, которые позволяют потенциальному работодателю (а также в некоторой мере и соискателю) ускорить механическую составляющую процесса, обрабатывать большой объем данных.

Предложения по результатам исследования.

В целом можно сделать вывод о том, что цифровые каналы поиска работников будут оставаться основными, хотя традиционные инструменты не исчезнут. Массовая автоматизация, использование ИИ - агентов (и работодателями, и соискателями) со временем приведет к перенасыщению специализированных сайтов резюме и объявлениями о вакансиях, что, в свою очередь, снизит практическую ценность подобных сайтов.

Наиболее целесообразно выстраивать такой канал поиска работников, который бы объединял в единую цепочку следующие ресурсы: формальные объявления о вакансиях на «рабочих» сайтах и в специализированных группах, коммуникационные возможности социальных сетей (для налаживания контакта и обмена информацией между реальными претендентами), и проведение очных собеседований для составления объективного представления о соискателе.

Говоря о конкретных рекомендациях, можно сформулировать следующие предложения:

1) одной из основных проблем при поиске сотрудников в условиях массовой цифровизации является повсеместное применение автоматизации при составлении и рассылке резюме соискателями. Один соискатель может отправлять в день десятки и сотни резюме, и для работодателей обработка подобного потока данных является крайне затруднительной.

Соответственно, основной рекомендацией является применение более строгого регламента на «работных» сайтах и специализированных платформах, которые бы строго ограничивали подобную массовую рассылку;

2) также можно рекомендовать изменить регламенты работы специализированных сайтов и платформ по отношению к работодателям, сразу указывая порядок подбора и найма персонала: сколько этапов собеседования предполагает проводить работодатель, какие тестовые задания, сколько времени потребуется от потенциального соискателя. Это бы позволило соискателям более конструктивно выстраивать своё поведение и оценивать необходимое время;

3) целесообразно ввести для всех публичных цифровых инструментов подбора персонала (сайтов, специализированных платформ) обязательную «двустороннюю открытость»: доступность информации и пользовательскую статистику и про соискателей, и про работодателей. То есть, работодатели должны иметь возможность увидеть статистику поведения соискателей: как часто он отклеивается на вакансии, как ходит на собеседования. В свою очередь, соискатели должны видеть статистику работодателей: процент закрытия вакансий, средний срок экспозиции вакансий и пр. Подобная открытость резко сократила бы неконструктивное поведение;

4) наиболее важной и сложной рекомендацией следует считать запрет на публикацию фейковых вакансий и фейковых резюме. Это очень сложный шаг, который требует грамотного подхода и сложного правового регулирования. Но он бы положительно сказался бы на качестве информационного пространства и пресёк бы ряд негативных явлений.

Список использованной литературы:

1. Григорьева Е.Г., Фомичева А.П., Шилова Е.В. Компьютерно - интегрированные технологии подбора персонала // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. - №13. – 2024. – С. 82 - 86.

2. Ширыкалова Е.А. Комплексный анализ современных методов и технологий подбора персонала // Вестник науки. - №1(95). – 2026. – С. 174 - 187.

3. HR and recruitment statistics: job search and recruiting process [Электронный ресурс]. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/hr-recruitment-statistics-job-search-recruiting-process-onhires>

© Хаметова А.И., Метелев М.Н., Бахитова Р.Х., 2026

Харламов Д.А., Менгазетдинов А.М.

студенты 2 курса, направления подготовки 38.03.01 Экономика
Профиль «Экономика и управление организацией»
Московский областной филиал РАНХиГС
г. Красногорск, Российская Федерация

Научный руководитель: Ершова Л.В.

кандидат психологических наук, доцент
заведующий кафедрой гуманитарных дисциплин
и иностранных языков юридического факультета
Московский областной филиал РАНХиГС
г. Красногорск, Российская Федерация

УПРАВЛЕНИЕ КОНФЛИКТАМИ В ПРОЕКТНЫХ КОМАНДАХ: ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Аннотация

В статье исследуются особенности управления конфликтами в проектных командах, работающих дистанционно. Авторы анализируют, как цифровая среда и удалённость участников влияют на возникновение и развитие споров, выделяя ключевые причины: нехватку невербальной информации, несинхронность общения, размытую ответственность, дефицит неформальных контактов и культурные различия. Отмечается, что традиционные методы урегулирования теряют эффективность, а для сохранения работоспособности команды необходим комплексный подход, включающий в себя внедрение правил цифрового этикета, визуализацию процессов, регулярную модерацию встреч, развитие эмпатии в цифровой среде и смешанные способы разрешения конфликтов.

Ключевые слова

Управление конфликтами, проектная команда, дистанционная работа, стратегия управления конфликтами, удалённая проектная команда.

Современный рынок труда активно осваивает дистанционные форматы занятости. Особое место в этих изменениях занимает проектная деятельность, где команды создаются на определённый срок для получения конкретного результата. Работодатель, собирая проектную группу, смотрит на профессиональные знания, опыт и умения кандидатов. Однако практика показывает, что данного набора недостаточно для успешной работы на удалёнке. Возникает необходимость учитывать психологические и социальные особенности участников, их манеру общаться и способность налаживать взаимодействие без личного контакта, поскольку это напрямую сказывается на том, как часто и насколько остро возникают конфликты.

Технологические, демографические и культурные изменения в современном обществе привели, с одной стороны, к массовому переходу на удалённую работу, а

с другой - сделали актуальными новые подходы к управлению конфликтами. Проектные команды отличаются большим разнообразием возрастов и культур, что влияет на сплочённость и эффективность совместной работы. В этой связи мы получили возможность изучить и проанализировать особенности конфликтов, которые возникают в проектных командах при удалённой работе, а также предложить способы их конструктивного разрешения [1].

Временные рамки активного перехода на удалённый формат охватывают последние 5 - 7 лет, однако устойчивые практики управления конфликтами в распределённых коллективах только складываются. Особенности общения в цифровой среде - опосредованность контактов, несинхронный обмен сообщениями, нехватка невербальной информации - создают дополнительные риски для появления разногласий. Проектные команды из - за своего временного характера и междисциплинарного состава особенно подвержены таким рискам.

В ходе нашего исследования нам удалось выделить и выстроить по степени важности основные факторы, провоцирующие конфликты в проектных командах при удалённой работе:

1. Нехватка информации и утрата невербального контекста. При общении на расстоянии теряется большая часть невербальных сигналов - мимики, интонации, жестов и пр. Это ведёт к неоднозначному пониманию сказанного, появлению ошибочных догадок о намерениях коллег и, как следствие, к межличностным разногласиям. Мы выявили, что именно неполнота информации является главным фактором, который провоцирует споры в распределённых проектных командах.

2. Несинхронность и разница в ожиданиях по времени отклика. Участники проектной группы могут находиться в разных часовых поясах или работать по несхожим графикам. Отсутствие единого режима общения порождает ситуацию, когда ответ на сообщение приходит с задержкой, и это воспринимается как игнорирование. Так постепенно накапливается раздражение, и возникают личные столкновения. Следовательно, конфликтный потенциал удалённой работы повышается не только из - за технологических, но и из - за временных факторов [2].

3. Размытая ответственность и усталость от цифровых устройств. В условиях удалённой работы ослабевает эффект присутствия других людей, из - за чего ответственность за конечный результат становится «размытой» - вроде бы общая, но по факту не закреплённая ни за кем конкретным. Одновременно нарастает утомление от множества видеоконференций и непрерывного потока сообщений (так называемая «зум - усталость»), что снижает терпимость к профессиональным разногласиям и увеличивает частоту эмоциональных срывов.

4. Недостаток неформального общения и дефицит поддержки со стороны коллег. В удалённых проектных командах почти нет спонтанных контактов - совместных обедов, коротких разговоров вне работы, случайных встреч. Это ослабляет чувство принадлежности к коллективу и уменьшает накопленный запас

доверия. В момент, когда возникают разногласия, этот дефицит живого общения приводит к тому, что конфликт быстро переходит в разрушительную стадию [1].

5. Разные культуры и несовпадение норм общения. Проектные команды нередко объединяют специалистов из разных регионов и стран. В удалённом формате культурные различия в том, как принято давать обратную связь (прямая или смягчённая критика), как относиться к иерархии и как выражать несогласие, проявляются острее. Из-за того, что нет возможности быстро снять недопонимание с помощью жеста или улыбки, конфликты нарастают.

Проведённое исследование показывает, что управление конфликтами в проектных командах при удалённой работе имеет свою особенность. Традиционные методы - личные переговоры, прямое посредничество руководителя, наблюдение за невербальными реакциями - частично теряют свою силу. В этой связи система управления конфликтами, направленная на поддержание продуктивного взаимодействия, должна включать гибридные инструменты: цифровые и организационные.

Иными словами, среди факторов, вызывающих конфликты при дистанционной (удалённой) работе, на первом месте стоят коммуникативные барьеры, такие как: информационная нехватка, несинхронность, а на втором - социально - психологические: недостаток доверия, культурные отличия. Однако для эффективного управления нужно учитывать все группы факторов одновременно.

В связи с этим система управления конфликтами должна включать гибкие, адаптивные элементы. Стандартные способы разрешения споров (формальные разбирательства, письменные жалобы, приказы руководителя) недостаточно работают в удалённых проектных командах, потому что их участники ждут быстрого реагирования, прозрачности процессов и учёта их индивидуальных особенностей. Нужны персонализированные инструменты, учитывающие специфику цифрового общения [3].

Исходя из проведённого нами научного анализа, можно выделить несколько направлений ключевых стратегий управления конфликтами в удалённых проектных командах:

1. Внедрение правил общения и цифрового этикета. Одной из эффективных стратегий является разработка и принятие командой чётких норм взаимодействия: какие каналы использовать для срочных вопросов, а какие - для стратегических; какое время ответа считать допустимым; в каком формате высказывать критические замечания (сначала факты, потом оценка). Анализируя особенности общения в удалённых проектных командах, мы видим явную потребность в снижении неопределённости. Для участников таких команд естественно общение в онлайн, но отсутствие общих правил порождает хаос. Следовательно, именно регламентация (а не запреты) становится главным инструментом предотвращения конфликтов. Особенности восприятия информации в цифровой среде у участников проектных команд - один из ключевых факторов, определяющих специфику управления конфликтами. Социализация значительной части современных

работников проходила в условиях постоянного информационного потока, что сформировало особый способ мышления: короткий интервал внимания, ориентацию на картинки и видео, ожидание быстрой обратной связи. Короткий интервал внимания связан с привычкой быстро переключаться между разными информационными потоками - лентами новостей, короткими роликами, уведомлениями. В профессиональной среде это проявляется в том, что люди хуже переносят долгие, неструктурированные обсуждения. Поэтому управление конфликтами нужно строить с учётом потребности в динамике: разбирать спорные ситуации на коротких, хорошо организованных встречах с чёткой повесткой [5].

2. Наглядность процессов и открытость взаимодействия, ориентация на визуальный контент. Современные работники выросли под влиянием визуального общения - социальных сетей, видеоплатформ, инфографики. Это даёт преимущество зрительному способу восприятия информации. По сравнению с информацией, поданной наглядно, длинные текстовые инструкции усваиваются хуже. В управлении конфликтами это означает, что если визуализировать этапы работы, зоны ответственности и прогресс выполнения задач, то количество недопонимания снижается. Использование информационных панелей, диаграмм, списков и ментальных карт делает процессы прозрачнее и уменьшает почву для конфликтных толкований, потому что каждый участник ясно видит свой вклад и вклад коллег.

3. Регулярная модерация и чётко организованные встречи с обратной связью, ожидание быстрой обратной связи. Цифровая среда приучила людей к мгновенной реакции на действия. Лайки, комментарии, уведомления сформировали модель общения, основанную на быстром отклике. В управлении конфликтами это выражается в потребности регулярно получать подтверждение, что действия правильные, а отношение справедливое. Отсутствие своевременной обратной связи по поводу конфликтной ситуации может восприниматься как игнорирование или несправедливость. Для участников удалённых проектных команд важен не только результат разрешения спора, но и сам процесс взаимодействия с руководителем или ведущим встречи - понятность критериев и возможность вовремя скорректировать своё поведение. В этих условиях традиционные способы разбора конфликтов, предполагающие редкие формальные разбирательства, становятся малоэффективными. Конструктивному обсуждению помогает систематическая обратная связь, поддерживающий стиль общения и открытый разговор [4].

Короткий интервал внимания, ориентация на визуал и ожидание быстрой реакции формируют особую модель конфликтного поведения в удалённых проектных командах, что, в свою очередь, требует изменения подходов к модерации и посредничеству в цифровой среде. Всё это диктует необходимость добавлять во взаимодействие с участниками проектных команд больше наглядности, структурированности и человеческого участия. Игнорирование данных особенностей может привести к тому, что конфликты будут обостряться, а

команда - распататься. Их учёт же, наоборот, позволяет выстраивать более эффективные системы управления конфликтами в современных распределённых организациях.

4. Развитие способности команды понимать чувства друг друга в цифровой среде. Для участников удалённых проектных команд особенно важно, чтобы их значимость и справедливое отношение к ним постоянно подтверждались. Кроме того, они ценят не только результат, но и психологический комфорт во время работы. Когда сотрудник чувствует, что его точку зрения услышали, его готовность конструктивно разрешать конфликт возрастает. В связи с этим полезно вводить практики, укрепляющие доверие: короткие ритуалы в начале встреч («как я себя чувствую»), использование смайликов - статусов для передачи настроения, добровольные неформальные онлайн - встречи без рабочей повестки. Эти приёмы помогают накопить «цифровой запас доверия», который смягчает последствия профессиональных разногласий.

5. Смешанный способ улаживания споров: «текст плюс видео плюс помощь со стороны». При остром конфликте в удалённой команде короткая видеоконференция оказывается полезнее долгой письменной переписки, потому что снижает количество недобрых догадок о позициях друг друга. Однако видеозвонок не должен оставаться единственным инструментом. После него нужно составлять письменный протокол, где зафиксированы достигнутые договорённости, и сделать его доступным для всех участников. В долгосрочных проектах (дольше полугода) имеет смысл вводить роль «цифрового миротворца» - кого - то из членов команды или приглашённого специалиста, который обучен работать с конфликтами на расстоянии.

Поскольку особенности общения в цифровой среде, сформировавшиеся в определённую эпоху, сильно влияют на то, как развиваются конфликты, мы полагаем, что руководителю проектной команды необходимо пересмотреть подходы к управлению разногласиями с учётом выявленных нами факторов и применять ключевые стратегии для изменения ситуации с конфликтами, чтобы повысить эффективность работы команды. Использование комплексного подхода - внедрение правил общения, наглядность взаимодействия, регулярная модерация встреч, развитие цифрового понимания чувств других и смешанные способы улаживания споров - позволяет эффективно управлять конфликтами в проектных командах при удалённой работе, сохранять их продуктивность и снижать риск распада коллектива.

Список использованной литературы:

1. Беркович, О. Е. Психологические аспекты командного взаимодействия в управлении проектной деятельностью / О. Е. Беркович, Е. Б. Матрешина, Т. Д. Тхоренко // Актуальные вопросы экономики, права и социологии: Материалы Всероссийской научно - практической конференции с международным участием,

Чебоксары, 12 марта 2026 года. – Чебоксары: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский дом «Среда», 2026. – С. 49 - 52. – EDN SQAQRV.

2. Григорьян, И. В. Гибридная и удаленная работа: как сохранить эффективность проектных команд / И. В. Григорьян // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. – 2022. – Т. 11, № 5. – С. 61 - 65. – DOI 10.12737 / 2305 - 7807 - 2022 - 11 - 5 - 61 - 65. – EDN SNMVTU.

3. Емельянов, С. М. Управление конфликтами в организации: учебник и практикум для вузов / С. М. Емельянов. - 2 - е изд., испр. И доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2023. - 219 с. - (Высшее образование). - ISBN 978 - 5 - 534 - 07226 - 6. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт - URL: [https:// urait.ru / bcode / 514442](https://urait.ru/bcode/514442).

4. Федорова, Н. В. Особенности работы менеджеров в условиях перевода сотрудников на удаленную форму работы / Н. В. Федорова, О. Ю. Минченкова, В. Г. Макеева // Наука и искусство управления / Вестник Института экономики, управления и права Российского государственного гуманитарного университета. – 2020. – № 1 - 2. – С. 32 - 43. – EDN URXXSW.

5. Черкасская, Г. В. Управление конфликтами: учебник и практикум для вузов / Г. В. Черкасская, М. Л. Бадхен. - 3 - е изд., перераб. И доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2023. - 236 с. - (Высшее образование). - ISBN 978 - 5 - 534 - 05153 - 7. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт - URL: [https:// urait.ru / bcode / 515041](https://urait.ru/bcode/515041).

© Харламов Д.А., Менгазетдинов А.М., 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Берёзкина И.А., Стройный А.А. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	5
Берский Л.М. НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РОБОТОТЕХНИКЕ: ОБУЧЕНИЕ, УПРАВЛЕНИЕ И АВТОНОМНОСТЬ	7
Бирев М. Э., Волкова Г. Д. АНАЛИЗ И ГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖИЗНЕННЫХ ЦИКЛОВ РАЗНОРОДНЫХ НАУКОЕМКИХ ИЗДЕЛИЙ	12
Бушуев Н.Д. ОРКЕСТРАЦИЯ ПРОЦЕССОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛЁННЫХ MLOPS - СИСТЕМАХ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ APACHE AIRFLOW, DAGSTER И PREFECT	20
Васин А.А. АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ: АНАЛИЗ ПОТРЕБНОСТЕЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ И ОБЗОР ПУБЛИКАЦИЙ	29
Васин А.А. Студент 2 - го курса магистратуры МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ	32
Васин А.А. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ВОЛОКОННО - ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ STM - 64: ПРОБЛЕМЫ ДИСПЕРСИИ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ	36
Гаврилов А.Ю. СМОЛИСТО - АСФАЛЬТЕНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА: ОТ ПРОБЛЕМЫ ДО ПОЛЕЗНОГО ПРИМЕНЕНИЯ	39
Головкин П. Р., Брокерт В. В. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СЕЧЕНИЯ И ПРЕОБРАЗОВАНИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ЗАДАЧАХ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ	41
Гончареня М.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В УПРАВЛЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ	47

Городнов В.А., Петроченко И.В., Попенов А.Д. ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ ЧЕЛОВЕКО МАШИННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ	51
Городнов В.А., Петроченко И.В., Попенов А.Д. ИНТЕГРАЦИЯ КАЛЕНДАРНЫХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СЕРВИСОВ В ЕДИНОЙ ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	54
Городнов В.А., Петроченко И.В., Попенов А.Д. ОЦЕНКА КОГНИТИВНОЙ НАГРУЗКИ СТУДЕНТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ПЛАНИРОВАНИЯ	56
Hubar U. V. THE COMPARATIVE ANALYSIS OF PWA AND NATIVE APPLICATIONS FOR AI - BASED ECOLOGICAL SERVICES	58
Дворянкин О.А., Дементьева Н.А. БИОМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ В ПЛАТЕЖНЫХ СИСТЕМАХ: ТЕХНОЛОГИЯ FACE PAY	61
Дейнова К.Б., Малькова М.Ю. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ПОВЕРХНОСТНОМ ПЛАСТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ ДЕТАЛЕЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ	67
Денисов А.А., Платошин А.И. ПРИМЕНЕНИЕ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ В ИНФОРМАЦИОННО - ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ОНЛАЙН - МОНИТОРИНГА И ПРЕДИКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ	77
Закарян В.Э. АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ И МЕТОДЫ ИНТЕГРАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СЕРВИСОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОНЛАЙН - КОНФИГУРАТОРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ	83
Замладченко Г. К. ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ	86
Злотин В.А. ПОВЫШЕНИЕ БАРЬЕРНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФТОРОПЛАСТОВЫХ ПОКРЫТИЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ УНТ И SiC ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ ВОДОРОДА	95
Капранчиков С.С., Борсяков А.В. УСЛОВИЕ ПЕРЕХОДА ОТ СКОЛЬЖЕНИЯ К КАЧЕНИЮ ТЕЛА ПО ПОВЕРХНОСТИ	99

Куликов А.В. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕВОЛЮЦИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ: ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ И ИННОВАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ	101
Лакей В.Н. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕТКИ НА ИСКУССТВЕННЫЕ ПОКРЫТИЯ ДИСПЕРГИРОВАННЫМ МЕТОДОМ	103
Левит А. Д. СОВРЕМЕННЫЕ МАГНИТОМЕТРЫ: ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ РАЗРАБОТКИ	106
Мандрик П.А. КВАНТОВЫЙ ИНТЕРНЕТ: АРХИТЕКТУРА, ПРОТОКОЛЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ	114
Маслий Е.М. ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕВОЛЮЦИИ: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ	117
Озеров Т.И., Мязин Н.И., Шумилин А.А. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ДИАЛОГОВЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕЙ	120
Озеров Т.И., Мязин Н.И., Шумилин А.А. ОБРАБОТКА ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ СИСТЕМАМИ	122
Озеров Т.И., Мязин Н.И., Шумилин А.А. МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АКАДЕМИЧЕСКОЙ УСПЕВАЕМОСТИ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОГО СЛЕДА СТУДЕНТА	124
Пашко А.Д., Газизов В.А. АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТЕЙ И МЕТОДОВ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ С ПРОТОКОЛАМИ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ	126
Пашко А.Д., Некрасов И.А. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОКАЗАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛУГ	131
Пашко А.Д., Кабанов А.В. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В СТРОИТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ	135
Пашко А.Д., Федотов Р.Р. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ ПЛАТФОРМАМИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ УСЛОВИЯХ	142
Пашко А.Д., Новиков П. Н. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ВОВЛЕЧЁННОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ И МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ	148

Платошин А.И., Денисов А.А. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К КЛАССИФИКАЦИИ ТИПОВ ОТКАЗОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНСАМБЛЕВЫХ МОДЕЛЕЙ	153
Ротару А.Н. ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ФУНДАМЕНТНЫХ БЛОКОВ ЗДАНИЯ НЕРАЗРУШАЮЩИМ МЕТОДОМ	159
Ротару А.Н. УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ТВЁРДОСТИ СТАЛИ С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРА «УЗИТ - 3»: СРАВНЕНИЕ С МЕТОДАМИ РОКВЕЛЛА И БРИНЕЛЛЯ	161
Ротару А.Н. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ БЕТОНА И АРМАТУРЫ: ФАКТОРЫ СЦЕПЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ	164
Ротару А.Н. АНАЛИЗ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО МЕТОДУ БРИНЕЛЛЯ	166
Синюгина Ю.В. АНАЛИЗ СПЕЦИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ	171
Уварова С.Д. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДЕФОРМАЦИЙ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ НА ЭТАПЕ РЕКОНСТРУКЦИИ	173
Уварова С.Д. ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРИ МОНТАЖЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ	175
Уварова С.Д. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВЛАЖНОСТИ БЕТОНА В КОНСТРУКЦИЯХ ЖИЛЫХ ПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ	177
Уварова С.Д. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ВЫСОКОТОЧНОЙ ГЕОДЕЗИИ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	179
Уваров В.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ АРМАТУРЫ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА СК - 1700 3D	181

Уваров В.А. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗАЛЕГАНИЯ РОСТВЕРКОВ В ОСНОВАНИИ СООРУЖЕНИЙ	183
Уваров В.А. ПОИСК КОРРОЗИИ АРМАТУРЫ В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРА СК - 1700 3D	185
Уваров В.А. ПОИСК ДЕФЕКТОВ В ВИДЕ ПУСТОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОРАДИОЛАКАЦИОННЫМ СКАНИРОВАНИЯ	187
Fedko S. A., Galeznik V. D., Terekhova Y. Z. ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A TOOL FOR CYBERCRIME AND CYBER DEFENSE	189
Черкашин И.Д., Асфондьярова И.В. МОНИТОРИНГ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ	193
Чернухин Ю.В., Востриков В.С. МОДЕРНИЗАЦИЯ МУФТЫ С РЕГУЛИРУЕМЫМ КРУТЯЩИМ МОМЕНТОМ	202
Гребенникова Н.М., Чупахин И.А., Любавина М.А. ЦИФРОВОЙ ПОМОЩНИК ДЛЯ ГЛАЗ	205
Шаврин А.Н. ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СЕТЬ	207
Шаврин А.Н. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ НАСТРОЙКЕ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ	210
Шаврин А.Н. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОСТУПА К РЕГИОНАЛЬНОМУ ИНФОРМАЦИОННОМУ РЕСУРСУ ДЛЯ УЧРЕЖДЕНИЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ	212
Шаркевич А.Е., Патрушев Е.М. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ХРОНОМЕТРАЖА НА ОСНОВЕ ГЕНЕРАТОРОВ ХАОСА	214
Ягодкин Д.А., Римщалис Р.А., Батыров М.Ш. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СПОСОБЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУЛЯРНЫХ МЕССЕНДЖЕРОВ	222
Ягодкин Д.А., Алексеенко М.Р., Терлоев Р.Р. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ SMP СИСТЕМ	227
Ягодкин Д.А., Глебов А.Р., Шалимов А.Д. СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ СОЗДАНИЯ ВИДЕОРЕКЛАМЫ	231

Ягодкин Д.А., Матус Ю.Г., Тангриев Б.Ю. АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ НАПИСАНИЯ LIGHTHEADLESS	236
Яковлев Д. С., Розанов Ф. И. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ. ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО ЭТАПА РАЗВИТИЯ ЛИТОГРАФИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ В РФ	241
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ	
Бычков З.Г. ВЛИЯНИЕ ОБОРАЧИВАЕМОСТИ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ НА ФИНАНСОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ	247
Гуреев А.В. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ БИЗНЕС - СТРАТЕГИЙ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ В КОНТЕКСТЕ МЕЖДУНАРОДНОГО БИЗНЕСА	250
Дудаева А. Ю. МЕХАНИЗМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТРАН БРИКС В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ	252
Дюндина Д. Д. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АДАПТАЦИИ ПЕРСОНАЛА АТЦ В ОАО АВИАКОМПАНИЯ «УРАЛЬСКИЕ АВИАЛИНИИ»	261
Кислицин А.В. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЕРВИСНЫХ УСЛУГ ТОРГОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ДЕТЕРМИНАНТ	264
Коннова О.А. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ КОРПОРАТИВНЫХ ЗАЕМЩИКОВ	270
Конторович А.А. ЭНТРОПИЙНО - РЕГУЛЯРИЗОВАННАЯ ТРАНСПОРТНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ЭКСПОРТА РОССИЙСКОГО СПГ К 2030 ГОДУ	273
Кудрявцев О.Т. ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕГАЗОВОГО ДЕЛА В РОССИИ В 2026 ГОДУ: СОСТОЯНИЕ, ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	282
Лебедев М.А. КРИТЕРИИ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ПО РЕИНЖИНИРИНГУ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ	285
Матюшонок К.В., Сливинская А.Д. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНДУСТРИИ 4.0» НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ	287

Мельникова С.С. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ПАО «СБЕРБАНК»	290
Nikolaeva N. Y., Shushunova T.N., Shpilkina T.A., Grinev N. N. THE CONCEPT AND NATURE OF ADVERTISING	297
Нюренберг К. Ю. ВЛИЯНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОГО АНАЛИЗА НА МАКРОУРОВНЕ НА ДОСТИЖЕНИЕ ЦЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТОВАНИЯ В РОССИИ (2019 - 2025 ГГ.)	299
Рахимкуллова О.Ю. ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕВОЛЮЦИИ В МЕДИЦИНЕ	304
Сафарова Е. А. АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ РОССИЙСКОГО ФОНДОВОГО РЫНКА	307
Сафарова Е. А. ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА ПРОИЗВОДНЫХ ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ РЕШЕНИЯ	312
Тагесян М.А. ЭКСПОРТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РОССИЙСКИХ СОЛНЕЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ ТРАНСФОРМАЦИИ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	318
Хадикова Э.К. УПРАВЛЕНЧЕСКИЙ УЧЕТ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ (REAL - TIME ACCOUNTING): ТРАНСФОРМАЦИЯ БИЗНЕС - МОДЕЛЕЙ И ВЫЗОВЫ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ	326
Хадикова Э.К. БУХГАЛТЕРСКИЙ АУТСОРСИНГ 5.0: ТРАНСФОРМАЦИЯ БИЗНЕС - МОДЕЛЕЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ RPA, OCR И УМНЫХ КЛАССИФИКАТОРОВ	329
Хадикова Э.К. ЦИФРОВОЙ НАЛОГОВЫЙ МОНИТОРИНГ: УЧЕТ КАК ОНЛАЙН - ФИЛЬТР И ТРАНСФОРМАЦИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ БИЗНЕСА И ГОСУДАРСТВА	335
Хаметова А.И., Метелев М.Н. КАНАЛЫ ПОИСКА РАБОТНИКОВ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ	341
Харламов Д.А., Менгазетдинов А.М. УПРАВЛЕНИЕ КОНФЛИКТАМИ В ПРОЕКТНЫХ КОМАНДАХ: ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ	348



АГЕНТСТВО МЕЖДУНАРОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ И ВСЕРОССИЙСКИЕ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ КОНФЕРЕНЦИИ**
<https://ami.im/aktual-konference>

Авторам предоставляются

- Сборник статей (УДК, ББК и ISBN, открытый доступ, elibrary.ru)
- Индивидуальный сертификат участника
- Благодарность научному руководителю (при наличии)
- Программа научно-практической конференции

Условия публикации

- Соблюдение требований к материалам <https://ami.im/trebovaniya-k-oformleniyu/>
- Организационный взнос 120 руб. за стр.
- Минимальный объем статьи 3 страницы.

Сроки публикации и рассылки

- Электронные варианты на сайте в течение 3 дней после конференции.
- Рассылка электронных вариантов в течение 5 дней после конференции
- Печатные экземпляры, при заказе, будут высланы в течение 7 дней после конференции.

**НАУЧНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ
НОВАЯ НАУКА: ОТ ИДЕИ К РЕЗУЛЬТАТУ**
<https://ami.im/nnoikr>

ISSN 3034-2198

Авторам предоставляются

- Сборник статей (ISSN, открытый доступ, elibrary.ru)
- Индивидуальное свидетельство автора
- Благодарность научному руководителю (при наличии)

Условия публикации

- Соблюдение требований к материалам <https://ami.im/trebovaniya-k-oformleniyu/>
- Организационный взнос 120 руб. за стр.
- Минимальный объем статьи 3 страницы.

Сроки публикации и рассылки

- Электронные варианты на сайте в течение 3 дней после окончания приема материалов.
- Рассылка электронных вариантов в течение 5 дней после окончания приема материалов

**НАУЧНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ
НОВАЯ НАУКА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**
<https://ami.im/nnpip>

ISSN 3034-218X

Авторам предоставляются

- Сборник статей (ISSN, открытый доступ, elibrary.ru)
- Индивидуальное свидетельство автора
- Благодарность научному руководителю (при наличии)

Условия публикации

- Соблюдение требований к материалам <https://ami.im/trebovaniya-k-oformleniyu/>
- Организационный взнос 120 руб. за стр.
- Минимальный объем статьи 3 страницы.

Сроки публикации и рассылки

- Электронные варианты на сайте в течение 3 дней после окончания приема материалов.
- Рассылка электронных вариантов в течение 5 дней после окончания приема материалов

ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕВОЛЮЦИИ: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

Часть 2

Сборник статей
по итогам
Международной научно-практической конференции
29 мая 2026 г.

В авторской редакции

In the author's edition

Авторы дали полное и безоговорочное согласие по всем условиям Договора о публикации материалов, представленного по ссылке <https://ami.im/avtorskiy-dogovor/>

The authors gave full and unconditional consent to all the terms of the Agreement on the publication of materials presented at the link <https://ami.im/avtorskiy-dogovor/>

Подписано в печать 01.06.2026
Формат 64x90/16.
Печать: цифровая.
Гарнитура: Tahoma
Усл. печ. л. 21,10.
Тираж 500.
Заказ 1099.

Signed for printing on 01.06.2026
Format 64x90/16.
Printing: digital.
Typeface: Tahoma
Conv. print l. 21.10.
Circulation 500.
Order 1099.

**АГЕНТСТВО
МЕЖДУНАРОДНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**
<https://ami.im>

e-mail: info@ami.im

**AGENCY
OF INTERNATIONAL
RESEARCH**
+7 347 29 88 999