

ISSN 2072-0297

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



50  
ЧАСТЬ I  
2025

# Молодой ученый

## Международный научный журнал

### № 50 (601) / 2025

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

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

*Редакционная коллегия:*

Жураев Хуснурин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)

Алиева Таира Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Курпаяни Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

*Международный редакционный совет:*

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

На обложке изображен *Николай Иванович Пирогов* (1810–1881), русский врач-хирург.

Родился Николай Иванович в Москве, в семье военного казначея, майора Ивана Ивановича Пирогова и Елизаветы Ивановны Новиковой, которая происходила из старой московской купеческой семьи. Когда мальчику исполнилось тринадцать лет, материальное положение семьи резко пошатнулось, и сложно сказать, как сложилась бы судьба Николая, если бы не его знакомство с известным врачом, профессором Ефремом Мухиным, который бывал в семье Пироговых. Мухина Николай Иванович называл своим духовным отцом. Тот не только раскрыл в мальчике интерес к медицине, но и принял участие в судьбе Николая. Обедневшему семейству профессор помогал материально, а Коле оказывал поддержку при подготовке ко вступительным экзаменам на медицинский факультет Императорского Московского университета.

В 1828 году Николай Иванович был зачислен в Дерптский университет, где готовили будущих профессоров. Это время было не самым благоприятным для развития медицины. В народе все чаще звучали требования прекратить «богомерзкое употребление» людей. А в учебных заведениях демонстрация проводилась на различных макетах и совершенно посторонних предметах (например, преподаватель демонстрировал сокращение мышц, подергивая платок).

Однако революцию во врачебной науке совершил именно Пирогов. После защиты докторской диссертации и двухлетней учебы в Берлине он получил право выбрать российский университет, где мог бы получить профессорскую кафедру.

Свой выбор Николай Иванович остановил на Московском университете. Но по дороге на родину он тяжело заболел и надолго задержался в Риге. В итоге кафедра была занята, а Пирогов стал профессором при Дерптском университете.

Спустя несколько лет он был приглашен в Петербург. Здесь, в Императорской медико-хирургической академии, он занимался подготовкой военных хирургов. Понимая несовершенство многих методов, Пирогов начал искать новые пути спасения раненых.

Благодаря Николаю Ивановичу появились усовершенствованные или совершенно новые приемы, многие из которых используются врачами по сей день. Пирогов решил пойти против протестов публики и начал проводить показательные обучающие операции и исследования на замороженных трупах. Такой метод получил название топографической анатомии, которую также называли «ледяной анатомией».

В 1847 году, направившись в действующую армию на Кавказ, Пирогов на практике доказал эффективность своих новых методов. Здесь он впервые использовал перевязку накрахмаленными бинтами, что оказалось куда более эффективным, нежели использование обычной марли и лубков. В полевых условиях Николай Пирогов

впервые провел операцию с применением эфирного наркоза, что произвело переворот в хирургии.

Уже во время Крымской войны Пирогов стал использовать гипсовую повязку. Это было новшеством, такой метод давал куда больше шансов избежать ампутации конечностей. Пирогов вообще к ампутации прибегал лишь в крайних случаях.

Тогда же Николай Иванович обратил внимание на важность женской работы в медицине. Медсестры, служившие под его началом, были распределены на несколько категорий, что тоже повышало эффективность их работы. Именно «сортировка» медицинского персонала и раненых, созданная Пироговым, заложила основы современной лечебно-эвакуационной службы в армии.

Успехи и достижения Николая Ивановича очень скоро принесли ему большую известность. Но личная жизнь великого человека оказалась непростой. В начале 1840-х годов он решился сделать предложение Екатерине Мойер, дочери своего давнего знакомого Ивана Мойера. Но, отправив письмо ее отцу и бабушке, он получил вежливый отказ.

На втором году жизни в Петербурге доктор Пирогов тяжело заболел. Теперь он особенно остро ощущал свое одиночество и старался найти ту, которая могла бы скрасить его жизнь. После выздоровления Пирогов посватался к Екатерине Березиной, подруге детства Катеньки Мойер. Та ответила согласием, и в 1842 году состоялось скромное венчание. В этом браке родилось двое сыновей. Увы, рождение второго ребенка стоило Екатерине Дмитриевне жизни.

Тяжело переживая свою потерю, Пирогов встретил женщину, которая не меньше, чем он, страдала от душевного одиночества. Это была баронесса Александра фон Бистром, немка, принявшая православие. Вскоре после знакомства он сделал ей предложение, и его избранница ответила согласием. Именно вторая супруга стала верным другом, соратницей и помощницей Пирогова.

В 1881 году Николая Пирогова стали беспокоить боли в нёбе. После осмотра у коллег он получил неутешительный диагноз, о котором уже и сам догадывался — рак верхней челюсти. Он принял свою судьбу спокойно и хладнокровно. В декабре того же года Николая Ивановича не стало.

В черте города Винницы, в селе Пирогово, находится музей-усадьба Н. И. Пирогова, в километре от которой располагается церковь-усыпальница, где покойится забальзамированное тело выдающегося хирурга.

Памятники Пирогову установлены в Москве, Санкт-Петербурге, Севастополе, Виннице, Днепропетровске, Павлограде, Тарту. Его имя присвоено Российскому национальному исследовательскому медицинскому университету. В 2018 году в Петербурге на базе Военно-медицинского музея был открыт музей Н. И. Пирогова.

Информацию собрала ответственный редактор  
Екатерина Осянина

# СОДЕРЖАНИЕ

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### Дворецкая П. С.

Эволюция подходов к созданию дипфейк-изображений и видео ..... 1

### Докучаев С. Е.

Математические основы прогнозирования загруженности городского общественного транспорта ..... 4

### Соколов М. В.

Облачные технологии в электронной коммерции ..... 7

### Кащёнок М. И.

Разработка программно-аппаратной системы «Умный дом» ..... 10

### Крутецкий Е. С.

Интеллектуальная система поддержки принятия решений в процессе выполнения работ по сопровождению информационных систем ..... 15

### Крутских М. Р., Колычев А. В.

Цифровая шахматная доска: выбираем платформу для онлайн-занятий в новых реалиях ..... 17

### Садыкова К. Р.

Роль пользовательского опыта в проектировании цифровых банковских сервисов: подходы, методы и практики ..... 20

### Соловьев С. Е.

Инструмент для прогнозирования образований асфальтосмолопарафиновых отложений в магистральном нефтепроводе на основе Мичиганской модели ..... 22

### Чайкина Н. А.

Развитие технологий машинного обучения и их влияние на будущее интеллектуальных систем управления ..... 24

### Ядлось Т. А., Прохоренко М. В., Седаев Д. А.

Дипфейки, дезинформация и аватары в политике ..... 26

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Давыдов Д. М.

Принцип работы вентиляционной статической камеры под зрительными рядами общеобменной вентиляции ..... 29

### Давыдов Д. М.

Воздухораспределительные решётки зрительного зала ..... 31

### Микитюк М. Е., Карамышев Н. П.

Охрана труда на зерноперерабатывающих машинах ..... 36

### Соболев Е. И., Кривов Н. А.

Роботизация производственных линий: принципы проектирования, безопасность и экономическая эффективность ..... 40

### Шигин И. А., Хаметов Р. С., Шилин А. А.

Навигационно-информационное поле наземных роботизированных платформ специального назначения ..... 42

## АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

### Kinda Abd al Ghane

Residential house styles in Mesopotamia and Syria in the middle and late bronze ages case study (model — typical house) ..... 47

### Михайлов О. В.

Использование конструкций из фибробетона в качестве несъемной опалубки ..... 52

### Михайлов О. В.

Экспериментальная проверка работы фибробетонных конструкций в условиях динамических нагрузок ..... 55

### Харина М. М., Железняк Н. В.,

### Свиницкая В. С.

Роль витражей в религиях ..... 58



# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Эволюция подходов к созданию дипфейк-изображений и видео

Дворецкая Полина Сергеевна, студент магистратуры  
Научный руководитель: Базарова Ирина Александровна, доцент  
Ухтинский государственный технический университет

*В статье рассматривается эволюция технологий создания дипфейков — от ранних GAN до современных диффузионных моделей, а также систематизируются создаваемые данными технологиями угрозы и направления противодействия им.*

**Ключевые слова:** дипфейк, синтетический контент, генеративно-состязательные модели, диффузионные модели.

Эпоха цифровых технологий вступила в фазу, когда увиденное на видео или изображениях больше не может считаться безоговорочной правдой. Технологии глубокого обучения позволяют создавать гиперреалистичные поддельные медиа — дипфейки, представляющие прямую угрозу безопасности личности, стабильности финансовых систем и общественно-политическому порядку.

Исследования утверждают, что человек плохо справляется с распознаванием синтетического контента. Так, эксперимент, описанный в статье Testing Human Ability To Detect "Deepfake" Images of Human Faces [1], с участием 280 респондентов показал, что средняя точность отличия реальных изображений от сгенерированных составляет лишь 62 %, что недостаточно для надежной защиты в реальной жизни. Одновременно с этим происходит стремительная демократизация технологий создания дипфейков — если раньше это требовало глубоких технических знаний, то сегодня в открытом доступе находятся десятки тысяч бесплатных и простых в использовании инструментов, что повышает риски их использования в преступных целях.

Аналитические отчеты компаний, специализирующихся на кибербезопасности (таких как Sensity [2] и Resemble.AI [3]), фиксируют тревожную динамику и расширение спектра угроз. Если ранее основными целями атак были публичные личности и финансовые институты, то к 2025 году дипфейки всё чаще применяются против частных лиц. Эксперты выделяют три ключевых направления злонамеренного использования:

- Влияние на общественное мнение — создание и распространение манипулятивного контента с целью дестабилизации политической и социальной обстановки;
- Финансовое мошенничество — использование поддельных видео и аудио известных лиц или руководителей компаний с целью получения денежных средств и конфиденциальных данных.

– Обход систем безопасности (KYC) — применение синтетических биометрических данных для несанкционированного доступа к финансовым сервисам.

– Неконсensualный контент и шантаж — поддельные материалы, создаваемые для преследования, мести или шантажа, преимущественно в отношении женщин. Согласно статистике [3], именно это направление криминального использования дипфейков является самым массовым, составляя почти треть (32 %) от общего числа случаев.

Массовое распространение высококачественных синтетических медиа и расширение круга их жертв актуализируют критическую проблему обеспечения достоверности цифрового контента.

Чтобы понять глубину и природу этой угрозы, необходимо обратиться к технологическим основам, которые сделали её возможной. Ключ к созданию современных дипфейков лежит в области глубокого обучения, где за последнее десятилетие произошла революция, породившая ряд мощных генеративных архитектур.

Основой для большинства современных методов синтеза медиа стали генеративно-состязательные сети (GAN), представленные в 2014 году в Ian J. Goodfellow в работе Generative Adversarial Nets [4].

Принцип их работы построен на соревновании двух нейронных сетей: генератора, создающего поддельные данные, и дискриминатора, пытающегося отличить их от реальных. В результате такого соревновательного обучения генератор учится производить изображения и видео высокой степени реалистичности.

Именно GAN легли в основу первых широко известных инструментов для замены лиц и породили такие инструменты, как StyleGAN для синтеза фотогенеративных портретов несуществующих людей и StarGAN для контролируемого изменения атрибутов лица — возраста, эмоций или прически.

Параллельно с развитием GAN развивался подход, основанный на автоэнкодерах — нейросетях, предназначенных для эффективного сжатия и последующего восстановления данных.

В контексте дипфейков это привело к появлению специализированных архитектур, таких как FaceSwap. В них один автоэнкодер обучается извлекать и кодировать мимику и позу человека-источника, а декодер второго автоэнкодера, обученный на лице-мишени, — воссоздавать эту мимику на новом лице.

Данный принцип был использован во многих популярных фреймворках, например, DeepFaceLab. Дальнейшим развитием стали модели, явно разделяющие кодирование идентичности (внешности) и движения (мимики), такие как First Order Motion Model (FOMM), способные анимировать статичное фото, используя видео другого человека.

Качественный скачок в реалистичности и контроле над генерацией произошел с приходом диффузионных моделей. Их принцип работы основан на двухэтапном процессе — исходное изображение последовательно зашумляется до полного превращения в случайный шум (прямой процесс), а затем нейросеть обучается выполнять обратную операцию — восстанавливать изображение из шума (обратный процесс). Этот метод, доказавший свою эффективность в моделях типа Stable Diffusion для изображений и Sora для видео, позволил генерировать контент высокой детализации и сложности по простому текстовому запросу, значительно снизив технический барьер для создания убедительных фейков.

Перечисленные архитектуры легли в основу последовательных волн развития подходов к созданию дипфейков. Можно выделить три основных хронологических периода эволюции данной технологии:

1. Первая волна (2014–2017 гг.) — начальный этап развития дипфейков, начальной точкой которого можно считать появление технологии GAN, заложившей фундамент для дальнейших исследований. В этот период основное применение GAN находилось в задаче замены лиц. Доминирующим подходом было использование вариационных автокодировщиков (VAE) с архитектурой кодировщик-декодер, обученных на парных наборах данных.

Основными характерными чертами дипфейков данного периода являются низкий уровень реализма, наличие выраженных визуальных артефактов.

Переход технологии из академической среды в публичную произошёл в конце 2017 года, когда пользователь платформы Reddit с ником «deepfakes» разместил поддельные видеоролики со знаменитостями. Это событие дало технологии её устойчивое название и обозначило начало её массового неспециализированного использования.

2. Вторая волна (2018–2021 гг.) — этап демократизации технологии и повышения качества создаваемого контента. В конце 2017 года было выпущено настольное приложение FakeApp, а вскоре после него — более мощные и гибкие от-

крытые фреймворки DeepFaceLab и Faceswap, которые обрели широкую популярность к началу 2018 года. Их появление сделало технологию доступной для широкого круга пользователей без глубоких технических знаний.

Параллельно происходило совершенствование генеративных моделей — появились такие инструменты, как ProGAN, а также StyleGAN (NVIDIA) и его улучшенные версии, позволившие синтезировать фотoreалистичные изображения лиц в высоком разрешении, что существенно повысило общее качество итоговых дипфейков.

Данный этап характеризуется преимущественной фокусировкой на задаче замены лиц и манипуляции атрибутами лица, а также значительным повышением качества генерации, но с сохранением ряда визуальных артефактов, заметных при детальном анализе.

3. Третья волна (с 2022 г. по настоящее время) — период, в который доминирующей технологией становится диффузионные модели, активное распространение которых началось в 2022 году после выхода DALL-E 2, Midjourney, а также Stable Diffusion.

В 2023 году завершился переход к массовой доступности ключевых генеративных моделей: ранее ограниченные бета-тесты (например, DALL-E 2) сменились открытой регистрацией, а открытые модели (Stable Diffusion) были интегрированы в пользовательские веб-сервисы и приложения. Параллельно с этим появились инструменты для контролируемой генерации изображений (такие как ControlNet, задающий композицию через наброски) и гиперреалистичного синтеза голоса (например, ElevenLabs).

С 2024 года главным направлением развития стала генерация видео — появились такие инструменты, как Sora и Runway, которые могут создавать целые видео по текстовому запросу. Данное направление в настоящее время остается преобладающим, при этом фокус современных инструментов смешён на генерацию мультимодального контента, объединяющего синтетические видео и аудио.

Эволюция технологий создания дипфейков демонстрирует не только снижение технических барьеров и расширение функциональных возможностей генеративных моделей, но и закономерное усложнение спектра угроз. Сегодня увиденное на видео или фотографии уже нельзя безоговорочно считать правдой.

Одновременно с усложнением генеративных моделей стремительно развиваются и методы противодействия им. Однако данная область характеризуется дисбалансом сторон — для успешной атаки злоумышленнику достаточно обмануть лишь часть аудитории, в то время как системы защиты должны иметь близкую к 100 % точность. В условиях стремительного развития генеративных моделей, когда каждый новый подход к созданию синтетического контента на первых порах делает существующие детекторы неэффективными, задача распознавания становится особенно трудно решаемой.

Поэтому современные исследования сфокусированы на двух взаимодополняющих подходах:

– Разработка универсальных и устойчивых систем детекции, способных выявлять не специфические артефакты, а общие следы неестественности в синтетическом контенте.

– Создание инфраструктуры для маркировки легитимного контента в момент его создания, что позволит проверить его происхождение.

Параллельно актуальность приобретают нетехнические меры защиты, в первую очередь — совершенствование правового регулирования.

В российском контексте, несмотря на растущую популярность синтетического контента, правовое поле находится в стадии формирования. Прямой запрет на использование дипфейк-контента отсутствует, изображение гражданина защищается на основе действующего законодательства (ст. 152.1 ГК РФ).

На рассмотрении находятся законопроекты, направленные на введение уголовной ответственности за пропаганду фейковых изображений.

Воправное использование дипфейков и на защиту голоса как нематериального блага. Ключевым вызовом является поиск баланса между защитой личности и риском избыточного регулирования, которое может затронуть добровольных разработчиков.

Не менее важным направлением является развитие цифровой грамотности и критического мышления населения. Рост осведомленности пользователей рассматривается как основополагающая мера, позволяющая самостоятельно распознавать манипулятивные схемы.

Таким образом, эволюция дипфейк-технологий вступила в фазу, где ключевым становится разработка комплексных мер защиты от создаваемых угроз. Эффективная стратегия должна сочетать оперативное технологическое реагирование (детекция и маркировка), правовое регулирование и постоянную просветительскую работу с обществом.

#### Литература:

1. Bray S. D., Johnson S. D., Kleinberg B. Testing human ability to detect 'deepfake' images of human faces / Bray S. D., Johnson S. D — Текст: электронный // Journal of Cybersecurity. — 2023. — Vol. 9. — URL: <https://doi.org/10.1093/cybsec/tyad011> (Дата обращения: 03.12.2025)
2. The State of Deepfakes 2024 [Электронный ресурс]: Sensity AI — URL: <https://sensity.ai/reports> (Дата обращения: 06.12.2025).
3. Q1 2025 Deepfake Incident Report: Mapping Deepfake Incidents [Электронный ресурс]: Resemble AI — URL: <https://www.resemble.ai/wp-content/uploads/2025/04/ResembleAI-Q1-Deepfake-Threats.pdf> (Дата обращения: 06.12.2025).
4. Goodfellow I. J., Pouget-Abadie J., Mirza M., Xu B., et al. Generative adversarial nets / Goodfellow I. J. — Текст: электронный // Advances in Neural Information Processing Systems 27 (NIPS 2014) / eds. Z. Ghahramani, M. Welling, C. Cortes, N. Lawrence, K. Q. Weinberger. — 2014. — P. 2672–2680. — URL: <https://doi.org/10.1145/3422622> (дата обращения: 01.12.2025).
5. Mirsky Y., Lee W. The Creation and Detection of Deepfakes: A Survey / Mirsky Y., Lee W. — Текст: электронный // ACM Computing Surveys. 2021. Vol. 54 — № 1. — P. 1–41. — URL: <https://doi.org/10.1145/3425780> (дата обращения: 01.12.2025)
6. Литаш-Сорокина, Е. А. Искусственный интеллект и дипфейки: вызовы и перспективы / Е. А. Литаш-Сорокина. — Текст: электронный // Государственная служба. — 2025. — № 3. — С. 37–50. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-i-dipfeyki-vyzovy-i-perspektivy/viewer> (Дата обращения: 01.12.2025)

## Математические основы прогнозирования загруженности городского общественного транспорта

Докучаев Сергей Евгеньевич, студент

Воронежский государственный университет инженерных технологий

В работе рассматриваются статистические методы, методы машинного обучения и временные ряды, применяемые для решения задачи регрессии в контексте транспортных систем. Представлен сравнительный анализ математических моделей, обоснован выбор LightGBM и LSTM как наиболее эффективных подходов для прогнозирования загруженности с учетом пространственно-временных зависимостей и внешних факторов.

**Ключевые слова:** общественный транспорт, эконометрический анализ, прогнозирование.

Математические основы включают анализ методов временных рядов (ARIMA, SARIMA), машинного обучения (LightGBM, LSTM) и их адаптацию к задаче прогнозирования пассажиропотока. Предложена гибридная модель, сочетающая градиентный бустинг (ансамблевый метод машинного обучения) для статических признаков и LSTM для временных зависимостей. Формализована задача как многомерная регрессия с использованием 42 признаков, включая лаговые переменные, погодные условия и календарные метки.

Модель ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) объединяет принципы AR и MA и вводит компоненту интегрирования (разности), позволяющую моделировать нестационарные ряды:

$$\Phi(B)(1 - B)^d y_t = \Theta(B)\varepsilon_t,$$

где

$B$  — оператор сдвига ( $By_t = y_{t-1}$ ),

$\Phi(B) = 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p$ ,

$\Theta(B) = 1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q$ ,

$d$  — порядок интегрирования (число применённых разностей).

Для учёта периодичности (например, суточных или недельных циклов) используется расширение ARIMA — модель SARIMA(p,d,q)(P,D,Q,s):

$$\Phi_p(B)\Phi_P(B^s)(1 - B)^d(1 - B^s)^D y_t = \Theta_q(B)\Theta_Q(B^s)\varepsilon_t,$$

где

$s$  — длина сезона (например,  $s = 24$  для часов суток).

SARIMA позволяет учитывать закономерности типа “вечерние часы — повышенная загруженность” или “выходные — пониженный поток”.

Обучение модели происходит на исторических данных о пассажиропотоке, агрегированных в 15-минутные интервалы, с использованием алгоритма градиентного бустинга LightGBM, который оптимизирует функцию потерь MSE путем последовательного построения ансамбля решающих деревьев. В процессе обучения модель автоматически выявляет нелинейные зависимости между признаками (лаги, время суток, погода) и целевой переменной, минимизируя среднеквадратичную ошибку прогноза на валидационной выборке.

### Проблема загруженности и её последствия

Загруженность общественного транспорта проявляется несколькими признаками: высокая плотность пассажиров в салоне, длительные стоянки на остановках, превышение вместимости транспортных единиц, сдвиги в расписании и увеличение интервалов из-за задержек.

Последствия перегрузок включают:

- ухудшение качества обслуживания пассажиров (неудобство, переполненность);
- рост времени в пути и снижение надёжности расписания;
- дополнительный износ подвижного состава и инфраструктуры;
- экономические убытки для операторов и муниципалитетов;

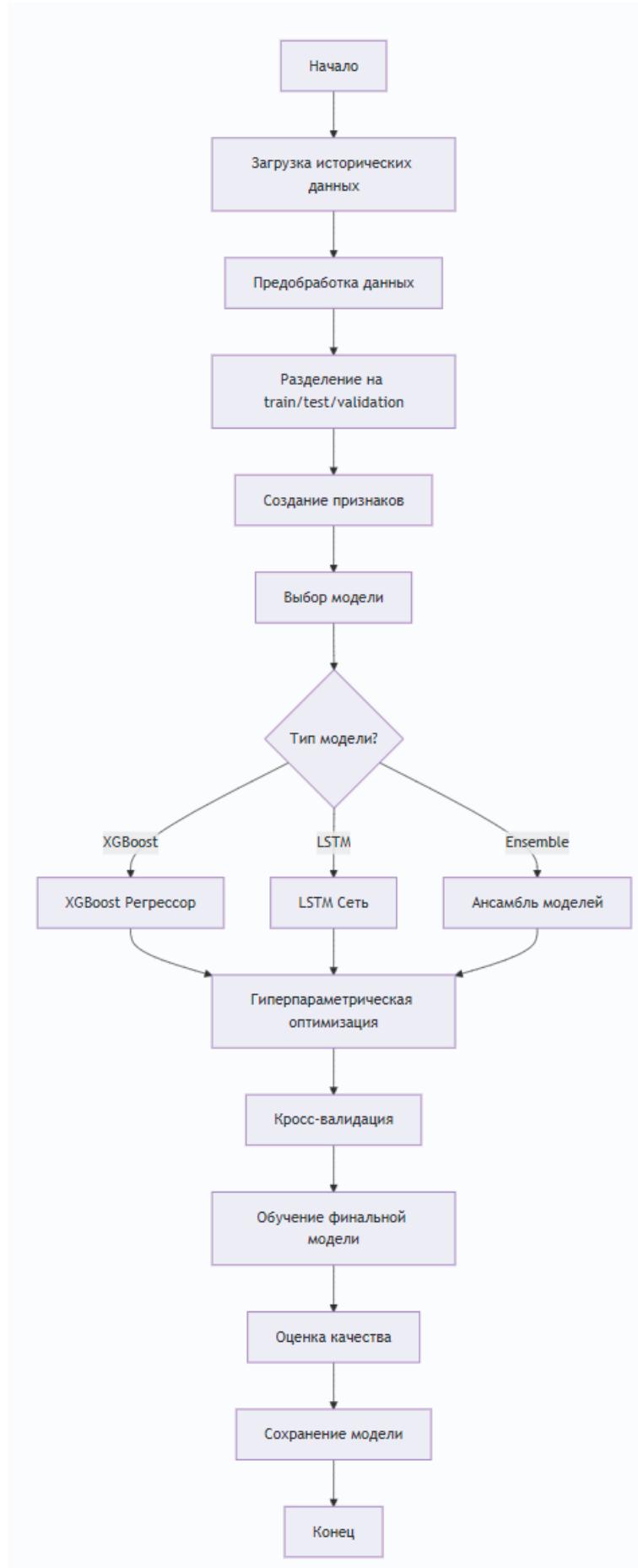


Рис. 1. Схема процесса обучения модели

- снижение привлекательности общественного транспорта по сравнению с личным автомобилем.

### Необходимость прогнозирования загруженности

Прогнозирование загруженности позволяет:

- планировать интервалы движения и оптимизировать расписание;
- динамически перераспределять подвижной состав в ответ на ожидаемые пики спроса;
- информировать пассажиров о загруженности и предлагать альтернативы;
- поддерживать принятие решений на уровне городского управления транспортом.

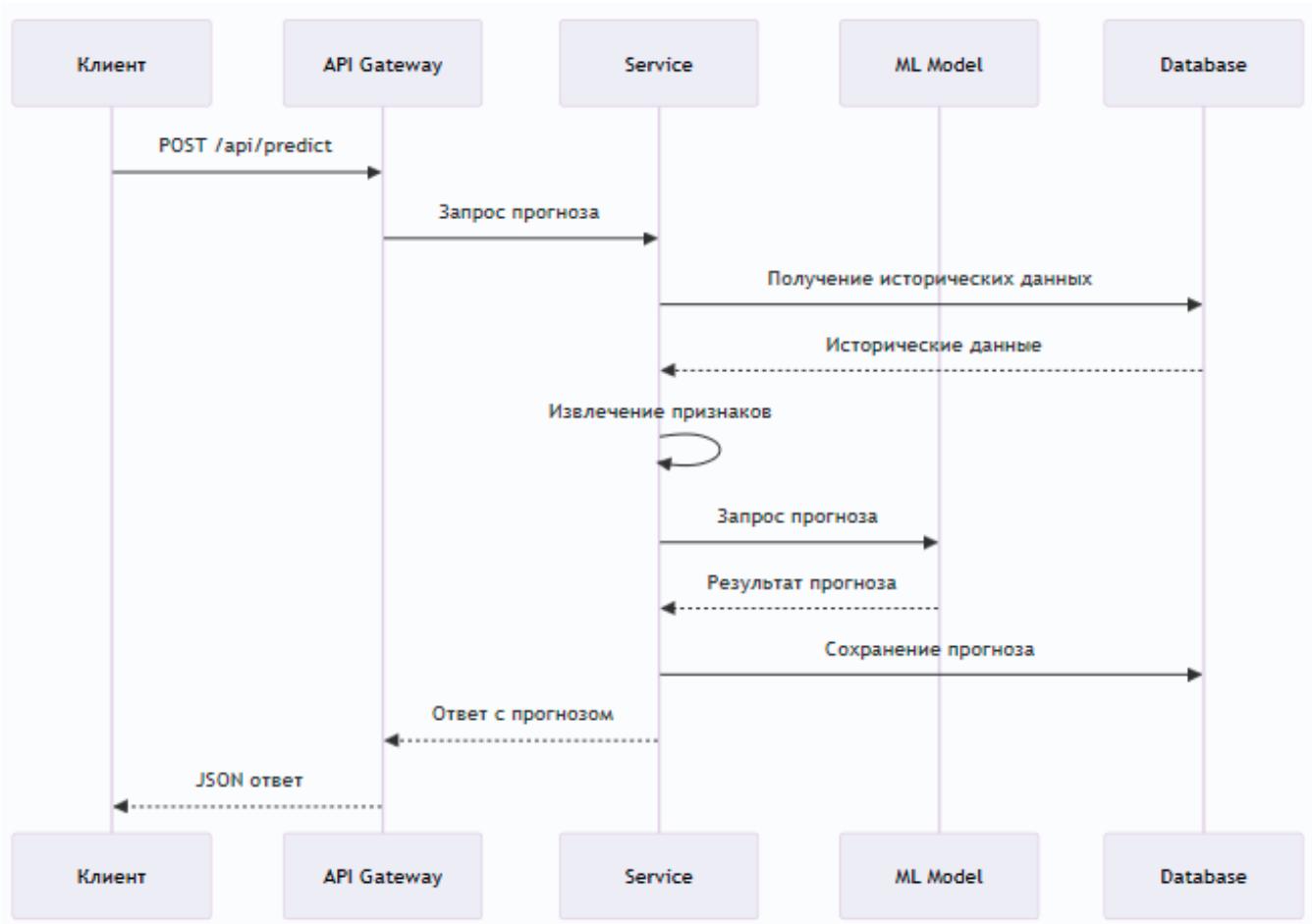


Рис. 2. Диаграмма последовательности для прогнозирования

Литература:

1. Андреев А. Ю. Анализ данных и машинное обучение. — М.: Бином, 2020.
2. Астафьев А. Нейронные сети и глубокое обучение. — СПб.: Питер, 2019.
3. Боев Н. Ю. Моделирование пассажиропотоков городского транспорта. — М.: Транспорт, 2021.
4. Батыршин И. З. Искусственный интеллект: модели и методы. — Казань: КФУ, 2018.

## Облачные технологии в электронной коммерции

Соколов Михаил Владимирович, студент магистратуры

Научный руководитель: Климова Дарья Николаевна, кандидат педагогических наук, доцент  
Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

В статье рассматриваются вопросы разработки и внедрения облачной CRM-системы в качестве центрального элемента (ядра) цифровой инфраструктуры отдела продаж малого предприятия, функционирующего в сфере электронной коммерции. Проанализированы архитектурные и технологические преимущества облачной модели (SaaS) для малого бизнеса, включая экономическую эффективность, масштабируемость и удаленную доступность. Особое внимание уделено интеграции проектируемой системы с ключевыми каналами электронной коммерции (онлайн-магазины, маркетплейсы, сервисы обратной связи) для автоматизации конвейера продаж и консолидации данных о клиентах. Определены специфические требования к функциональности, безопасности данных и управлению доступом в условиях ограниченных ресурсов малого предприятия. Результатом исследования является концептуальная модель облачной CRM-системы, ориентированной на повышение конверсии, управляемости и прогнозируемости продаж в онлайн-среде, что подтверждает её роль как стратегического инструмента роста для малого бизнеса.

**Ключевые слова:** облачные технологии, электронная коммерция, e-commerce, CRM-система, SaaS, программное обеспечение как услуга, малое предприятие, отдел продаж, автоматизация продаж, клиентский конвейер, sales pipeline, интеграция с онлайн-магазином, клиентоориентированность, единое информационное пространство.

## Cloud technologies in e-commerce

Sokolov Mikhail Vladimirovich, master's student

Scientific advisor: Klimova Darya Nikolaevna, candidate of pedagogical sciences, associate professor  
Don State Technical University (Rostov-on-don)

*This article examines the development and implementation of a cloud-based CRM system as the core element of the digital infrastructure of a small e-commerce sales department. The article analyzes the architectural and technological advantages of the cloud-based (SaaS) model for small businesses, including cost efficiency, scalability, and remote accessibility. Particular attention is paid to integrating the designed system with key e-commerce channels (online stores, marketplaces, and customer feedback services) to automate the sales pipeline and consolidate customer data. Specific requirements for functionality, data security, and access management are identified given the limited resources of a small business. The study results in a conceptual model of a cloud-based CRM system designed to improve conversion, manageability, and predictability of online sales, confirming its role as a strategic growth tool for small businesses.*

**Keywords:** cloud technologies, e-commerce, CRM system, SaaS, software as a service, small business, sales department, sales automation, customer pipeline, integration with online store, customer focus, unified information space.

### Введение

В условиях стремительной цифровизации экономики и роста доли онлайн-взаимодействий облачные технологии становятся ключевым драйвером конкурентоспособности, особенно для малых предприятий в сфере электронной коммерции. В этом контексте эффективное управление взаимоотношениями с клиентами (CRM) трансформируется из вспомогательного инструмента в центральный узел (ядро), определяющий эффективность всего отдела продаж. Для малого бизнеса с ограниченными ресурсами именно облачная SaaS-модель предоставляет доступ к мощным, масштабируемым и экономически эффективным ИТ-решениям, которые ранее были уделом крупных корпораций.

Современные вызовы для малых предприятий в электронной коммерции характеризуются фрагментацией клиентских данных (онлайн-чаты, заказы на сайте, почта,

социальные сети), сложностью отслеживания полного цикла продаж и необходимостью быстрого реагирования на запросы клиентов. В этих условиях критически важной становится интеграция доступной облачной CRM-системы, способной автоматизировать рутинные операции, консолидировать информацию из всех цифровых каналов и предоставлять единую картину взаимодействия с каждым клиентом.

Целью настоящей работы является разработка концепции и ключевых компонентов облачной CRM-системы, оптимизированной под специфические потребности отдела продаж малого предприятия в электронной коммерции. Исследование опирается на анализ возможностей современных облачных платформ, требований к интеграции с инструментами e-commerce и особенностей бизнес-процессов малого бизнеса, что позволяет предложить практическую модель системы, направленной на повышение конверсии, управляемости и прогнозируемости онлайн-продаж.

**Основная часть.** Современная электронная коммерция (e-commerce) представляет собой не просто интернет-магазин, а сложную цифровую экосистему, охватывающую все аспекты бизнеса — от привлечения клиентов и совершения продаж до логистики, аналитики и поддержки [1]. Для малых предприятий эффективное управление этой экосистемой становится критическим фактором конкурентоспособности. В условиях цифровизации облачные технологии, и в частности облачные CRM-системы, перестают быть просто инструментом автоматизации, а становятся стратегическим ядром, обеспечивающим гибкость, масштабируемость и целостность бизнес-процессов. Облачные CRM-решения (SaaS) обеспечивают доступ к системе из любой точки и устраниют необходимость в крупных капитальных затратах на ИТ-инфраструктуру и поддержку, что делает их особенно привлекательными для малого бизнеса [2].

Разработка облачной CRM-системы для малого предприятия в сфере e-commerce должна основываться на принципах экономической эффективности, минимальных капитальных затрат и быстрого развертывания. Оптимальной архитектурной моделью является Software as a Service (SaaS). Эта модель предоставляет доступ к готовому программному обеспечению по подписке, избавляя бизнес от необходимости покупки серверов, лицензий и найма узких ИТ-специалистов для поддержки системы. Пользователи получают доступ к CRM через веб-браузер или мобильное приложение из любой точки мира, что идеально соответствует требованиям мобильности и удаленной работы.

Фундаментом функциональности любой CRM является система управления данными. В облачном контексте наиболее эффективным решением становится использование «базы данных как сервиса» (DBaaS). Российский рынок DBaaS демонстрирует активный рост, что связано с преимуществами модели: гибкостью и масштабируемостью ресурсов под сезонные нагрузки, оплатой только за фактическое использование, а также высокой доступностью и встроенными механизмами обеспечения отказоустойчивости данных. Для CRM в e-commerce может применяться гибридный подход: реляционные (SQL) базы данных для структурированной информации о клиентах и сделках и нереляционные (NoSQL) — для обработки неструктурированных данных, таких как история поведения на сайте или логи взаимодействий.

Облачные CRM-системы уже широко представлены на российском рынке, включая решения с интеграциями для маркетинга, телефонии и коммуникаций — такие как Bitrix24, amoCRM и другие SaaS-платформы, активно используемые малыми предприятиями [9].

Важным инфраструктурным трендом 2025 года является популярность гибридных и мультиклаудных моделей. Это позволяет малым предприятиям, обрабатывающим персональные данные, хранить наиболее чувствительную информацию в частном облачном контуре или на серти-

фицированных площадках (например, соответствующих требованиям 152-ФЗ), а клиентскую CRM с основными операционными процессами размещать в публичном облаке для экономии и гибкости.

Облачная CRM-система для малого предприятия должна быть не «онлайновой записной книжкой», а инструментом, реально ускоряющим бизнес-процессы и повышающим доход. Ее разработка должна быть сфокусирована на нескольких ключевых модулях, интегрированных в единую платформу.

Модуль управления воронкой продаж и клиентским опытом. Ядро системы включает управление лидами, сделками, контактами и историей взаимодействий. Критически важной становится интеграция с IP-телефонией и колл-трекингом, что позволяет автоматически создавать карточки клиентов по входящим звонкам, записывать разговоры и строить воронку продаж на основе данных о звонках. Это не только экономит время менеджеров, но и дает руководителю прозрачный инструмент для анализа эффективности каналов привлечения и работы сотрудников.

Модуль маркетинговой автоматизации и аналитики. В условиях e-commerce CRM должна тесно интегрироваться с инструментами цифрового маркетинга. Это включает в себя отслеживание источников трафика (UTM-метки), автоматизацию email- и SMS-рассылок, управление рекламными кампаниями. Встроенная аналитика на основе данных DBaaS позволяет в реальном времени отслеживать ключевые метрики: конверсию, средний чек, стоимость привлечения клиента (CAC) и его жизненную ценность (LTV). Принятие решений на основе данных (Data-Driven) становится основой для стратегии развития даже для небольшого бизнеса.

Модуль интеграции с ИИ-сервисами. Внедрение искусственного интеллекта перестало быть прерогативой крупных компаний. Для малого бизнеса наиболее доступными и эффективными являются, чат-боты и голосовые ассистенты, интегрированные в CRM. Они способны обрабатывать до 80 % типовых запросов (проверка статуса заказа, наличие товара), что сокращает время отклика на 60 % и высвобождает менеджеров для сложных задач, системы рекомендаций и персонализации, анализирующие поведение и историю покупок клиента для формирования индивидуальных предложений, инструменты прогнозирования спроса и динамического ценообразования, которые помогают оптимизировать складские запасы и ценовую политику на основе анализа больших данных.

Модуль экосистемной интеграции. Современный e-commerce — это связка множества сервисов. Облачная CRM должна выступать центральным хабом, имеющим API для интеграции с платформами интернет-торговли (интернет-магазины, маркетплейсы), системами управления складом (WMS) и корпоративного учета (1С, ERP), платежными шлюзами и сервисами эквайринга и сервисами доставки и фулфилмента.

Таблица 1. Сравнительный анализ ключевых модулей облачной CRM для малого e-commerce предприятия\*

Функциональный модуль	Примеры угроз	Технологическая основа и ожидаемый эффект
Управление продажами и коммуникациями	Учет лидов и сделок, история контактов, интеграция с телефонией.	SaaS-платформа с API телефонии. Эффект: повышение конверсии на 25 %, прозрачность воронки.
Маркетинг и аналитика	Сегментация клиентов, автоматические рассылки, трекинг рекламы.	Интеграция с инструментами аналитики (Google Analytics), DBaaS для хранения Big Data. Эффект: снижение СAC, рост LTV.
ИИ-сервисы	Обработка запросов, персонализация, прогнозирование.	Интеграция с облачными AI/ML-сервисами (чат-боты, рекомендательные системы). Эффект: сокращение времени ответа на 60 %, оптимизация запасов.
Экосистемная интеграция	Связь с сайтом, складом, бухгалтерией, платежными системами.	Использование API, вебхуков, стандартных протоколов обмена. Эффект: устранение ручного ввода данных, ускорение выполнения заказа.

\* составлено автором на основе источников [1–5]

Анализ технологических и рыночных аспектов показывает, что основная проблема цифровизации малых предприятий электронной коммерции заключается не столько в отсутствии доступных облачных инструментов, сколько в слабой интеграции этих решений в единую цифровую экосистему бизнеса. Согласно исследованию российского рынка, наблюдается активный рост числа облачных сервисов: только в сегменте информационной безопасности зафиксировано более 290 компаний-разработчиков, предлагающих решения в десятках категорий. Однако для малого бизнеса ключевой задачей становится не выбор отдельного сервиса, а обеспечение бесшовной координации между облачной CRM, платформой электронной коммерции, системами аналитики и логистики. Для повышения операционной эффективности необходимо развитие отечественных low-code платформ для быстрой адаптации CRM под специфику бизнеса, создание открытых API-экосистем для интеграции и усиление кадрового потенциала в области управления сквозными цифровыми процессами.

В результате проведённого анализа можно отметить, что современные подходы к построению облачных CRM-систем для малого предприятия в электронной коммерции постепенно формируют целостную платформенную модель, основанную на сочетании SaaS-принципов, микросервисной архитектуры и экосистемной интеграции. Несмотря на сохраняющиеся вызовы, связанные с фрагментацией сервисов, положительная динамика в развитии российского облачного рынка, рост числа специализированных решений для e-commerce и повышение цифровой зрелости предпринимателей позволяют рассматривать облачную CRM как одно из наиболее перспективных ядер для цифровой трансформации малого бизнеса.

## Заключение

В рамках исследования было установлено, что облачные CRM-системы в условиях электронной ком-

мерции трансформируются из вспомогательного инструмента автоматизации в ключевой элемент цифровой экосистемы малого предприятия. Использование SaaS-модели в сочетании с DBaaS обеспечивает снижение порога входа в цифровизацию, сокращение капитальных и операционных затрат, а также высокую масштабируемость и доступность ИТ-ресурсов, что является критически важным для малого бизнеса в условиях нестабильного спроса и сезонных колебаний. Анализ архитектурных и функциональных особенностей показал, что наибольшую эффективность демонстрируют CRM-решения, построенные по модульному принципу и ориентированные на интеграцию с внешними сервисами электронной коммерции. Управление воронкой продаж, маркетинговая аналитика, экосистемные API-интеграции и внедрение ИИ-сервисов формируют единое информационное пространство, в котором принимаются управленические решения на основе данных в реальном времени. Применение инструментов искусственного интеллекта, таких как чат-боты, персонализированные рекомендации и прогнозирование спроса, позволяет существенно повысить качество клиентского опыта, снизить нагрузку на персонал и оптимизировать ключевые бизнес-показатели.

Отдельное значение имеет использование гибридных и мультиклаудных подходов, позволяющих сочетать экономическую эффективность публичных облаков с требованиями информационной безопасности и нормативного регулирования при обработке персональных данных. Это делает облачные CRM-системы адаптивным и устойчивым решением для малого e-commerce бизнеса в условиях усиления регуляторных и технологических вызовов.

Таким образом, можно сделать вывод, что внедрение облачной CRM-системы, выступающей центральным ядром цифровой экосистемы, является одним из ключевых факторов повышения конкурентоспособности малого предприятия в электронной коммерции. Даль-

нейшее развитие данного направления связано с углублением интеграции аналитики, искусственного интеллекта и облачных инфраструктур, что позволит малому

бизнесу эффективно конкурировать с крупными игроками рынка и обеспечивать устойчивый рост в цифровой экономике.

Литература:

1. Котлер Ф., Картаджая Х., Сетиаван И. Маркетинг 4.0: от традиционного к цифровому // Альпина Паблишер. — 2019. — 224 с.
2. Лапидус Л. В. Электронная коммерция: теория и практика // Экономика и управление. — 2020. — № 6. — С. 45–52.
3. Кузнецов А. С., Семёнов Е. Ю., Матросова Л. Д. Анализ и обработка больших данных в облачных информационных системах // International Journal of Open Information Technologies. — 2019. — Т. 7, № 11. — С. 23–29.
4. Баранов А. А., Гаврилов Д. А. Облачные технологии как инструмент цифровой трансформации малого бизнеса // Вестник цифровой экономики. — 2021. — № 3. — С. 58–64.
5. Ильин И. В., Левина А. И., Дубгорн А. С. Платформенные бизнес-модели и экосистемы в цифровой экономике // Экономика и управление. — 2020. — № 10. — С. 4–15.
6. Шапошников А. А. CRM-системы как инструмент повышения эффективности электронного бизнеса // Вестник современных исследований. — 2022. — № 5. — С. 71–75.
7. Абрамов В. И., Сидоров П. Н. Использование SaaS-модели при внедрении корпоративных информационных систем // Инновационная наука. — 2021. — № 9. — С. 112–116.
8. Гришин А. Н. Искусственный интеллект и машинное обучение в системах управления взаимоотношениями с клиентами // Вестник информационных технологий. — 2023. — № 2. — С. 39–44.
9. Официальный сайт Bitrix24. Облачные CRM-системы для малого и среднего бизнеса — Режим доступа: <https://www.bitrix24.ru>

## Разработка программно-аппаратной системы «Умный дом»

Кашёнок Максим Игоревич, студент магистратуры

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

В работе представлены цели, методика и результаты комплексного тестирования прототипа вендоронезависимой платформы «Умный дом», предназначенной для многоквартирных домов. Архитектура системы реализует четырёхуровневую модель (Edge–Middleware–Storage–UI) и включает IoT-шлюз на Raspberry Pi, брокер MQTT, адаптер MQTT2HTTP, REST-API, хранилище PostgreSQL 17/TimescaleDB и PWA-клиент. Испытания проводились в соответствии с требованиями проектной документации и практиками испытаний автоматизированных систем (в т. ч. ГОСТ Р 59795–2021 и ГОСТ Р 59792–2021) и охватывали функциональность, интеграцию, производительность, безопасность и отказоустойчивость.

При нагрузке, эквивалентной 600 RPS ( $\approx 70\%$  операции чтения, 30 % — записи) среднее время отклика REST-API составило около 820 мс; p95 — порядка 1 280 мс, p99 — порядка 1 900 мс. Поток телеметрии устойчиво обрабатывается до 120 сообщений/с; при 140–150 сообщений/с наблюдалась единичные повторные доставки ( $QoS \geq 1$ ) без потерь данных. Длительный восьмичасовой прогон прошёл без аварий и накопления очередей. Среднее время восстановления сервиса после инъекций сбоев (останов брокера, недоступность БД, разрыв связи на Edge, переключение хранилища бэкапов) составило 13 минут при нормативе  $\leq 60$  минут. Автоматизированные и ручные проверки безопасности не выявили критических и высоких уязвимостей; подтверждены шифрование внешних HTTP-интерфейсов и корректная обработка JWT-токенов. Расширенные механизмы RBAC и многофакторная аутентификация запланированы к внедрению в следующей версии.

Полученные результаты свидетельствуют о готовности прототипа к опытной эксплуатации в ограниченном контуре при соблюдении обозначенных условий и с учётом намеченных доработок.

**Ключевые слова:** «Умный дом», IoT, MQTT, Raspberry Pi, микросервисы, MQTT2HTTP, нагрузочное тестирование, отказоустойчивость, безопасность API, PostgreSQL, TimescaleDB.

### Введение

Рост числа подключённых устройств в жилом фонде и появление разнотипных протоколов обмена данными

усиливают потребность в вендоронезависимых платформах управления инженерной инфраструктурой многоквартирных домов. Классические монолитные решения с привязкой к одному производителю ограничивают мас-

штабирование и повышают совокупную стоимость владения. В ответ на эти вызовы в работе рассматривается прототип платформы «Умный дом», опирающийся на открытые стандарты и микросервисную архитектуру, что позволяет объединять датчики и актуаторы различных вендоров и строить единое информационное пространство для телеметрии и управления.

Практическая ценность системы заключается в автоматизации типовых бытовых сценариев: поддержании комфортной температуры, отключении освещения при отсутствии жильцов, обесточивании неиспользуемых силовых линий при запирании входной двери, а также в возможностях диспетчеризации и аналитики потребления ресурсов. Архитектурная основа решения включает шлюз на Raspberry Pi, брокер MQTT, адаптер MQTT2HTTP, прикладные REST-сервисы и хранилище PostgreSQL/TimescaleDB, поверх которых реализованы веб-клиент (PWA) и тонкий мобильный клиент.

Целью исследования является оценка эксплуатационной готовности прототипа к опытной эксплуатации в ограниченном контуре. Для этого проведены предварительные комплексные испытания, охватывающие функциональную корректность, интеграцию компонентов, производительность под нагрузкой, устойчивость к отказам и базовые аспекты информационной безопасности. Испытания выполнялись в соответствии с требованиями проектной документации и практиками испытаний автоматизированных систем, в том числе в рамках положений ГОСТ Р 59795–2021 и ГОСТ Р 59792–2021.

Научно-практический вклад работы состоит в: (1) демонстрации воспроизводимого подхода к сквозной верификации IoT-платформы в условиях гетерогенной предметной области; (2) фиксации количественных ориентиров производительности и восстановления после отказов для стендовой конфигурации; (3) формализации ограничений текущей версии (RBAC/MFA, идемпотентность приёма) и определении направлений дальнейшего развития. Раздел «Методы» излагает методику и охват испытаний, «Результаты» фиксируют ключевые показатели и их интерпретацию, в «Заключении» подводятся итоги готовности прототипа и намечаются дальнейшие шаги.

## Методы

Методологический замысел исследования строился как последовательная оценка готовности прототипа «Умный дом» к опытной эксплуатации. Мы связывали типичные сценарии многоквартирного дома (сбор показаний, исполнение команд, автоматизация правил) с наблюдаемыми метриками качества — временем отклика, устойчивостью при нагрузке, корректностью безопасности и восстановлением после сбоев. Основанием служили практики испытаний для микросервисных систем и требования профильной документации проекта.

*Архитектурный контекст (кратко).* Система реализована по схеме Edge–Middleware–Storage–UI. На краю (Raspberry Pi) датчики и актуаторы публикуют сообщения в MQTT; адаптер MQTT2HTTP переводит события в REST-эндпоинты прикладного слоя; данные сохраняются в PostgreSQL (с поддержкой временных рядов), а интерфейсы PWA/мобильного клиента обеспечивают наблюдение и управление. Такой контекст определяет «сквозную трассу» данных, по которой и проводились испытания: от публикации телеметрии до отображения в UI и обратной команды на устройство.

*Дизайн и охват испытаний.* Набор проверок объединял четыре класса тестов: модульные, интеграционные, нагрузочные и проверки безопасности. Карта покрытия показывает, какие микросервисы попадают в каждую категорию и где сосредоточены приоритеты (см. рисунок 1). Отдельно контролировались сценарии с участием шлюза, адаптера MQTT2HTTP, регистра устройств, API-шлюза, а также сервисов аутентификации и уведомлений.

*Нагрузочные профили.* Для имитации суточной динамики дома применялись два профиля потока телеметрии:

- 1) «ступенька» (последовательное повышение интенсивности), чтобы зафиксировать точку начала деградации;
- 2) «пила» (регулярные колебания), чтобы проверить удержание метрик при переменной активности.

Максимальная интенсивность публикаций доводилась до значения, реалистичного для стендовой конфигурации. Для REST-API использовалась смесь операций чтения и записи, близкая к ожидаемой эксплуатации; генераторы нагрузки размещались на отдельных узлах, предусматривался короткий прогрев.

*Метрики и критерии.* Для API отслеживались среднее время отклика и квантильные показатели (p95/p99), а также доля ошибок. Для телеметрии контролировались скорость приёма, отсутствие потерь и повторов (с учётом QoS), стабильность при длительном прогоне. Базовыми критериями приёмки считались: допустимое p95 для пользовательских операций, устойчивый приём заданного потока сообщений и успешная работа в длительном прогоне без ошибок.

*Безопасность и отказоустойчивость.* Проверки безопасности включали подтверждение наличия шифрования на внешних интерфейсах, корректной обработки токенов и отсутствия передачи секретов в открытом виде; минимальная ролевая модель использовалась для валидации доступа к защищённым эндпоинтам. Отказоустойчивость оценивалась через контролируемые сбои (останов брокера, недоступность БД, разрыв связи на Edge) с измерением времени восстановления и проверкой согласованности данных после возврата в нормальный режим.

*Инструментирование и воспроизводимость.* Системные и прикладные метрики (нагрузка CPU/RAM, очереди брокера, задержки API, показатели СУБД) собира-

лись и визуализировались на единой панели мониторинга. Конфигурации сервисов и профили тестов зафиксированы в артефактах испытаний, что позволяет повторить прогоны на сопоставимом оборудовании и сверить полученные значения.

**Ограничения.** Результаты относятся к стендовой конфигурации прототипа и синтетическому профилю телеметрии; расширенные механизмы разграничения прав и MFA учитывались как ограничение текущей версии и выносятся в план последующих работ.

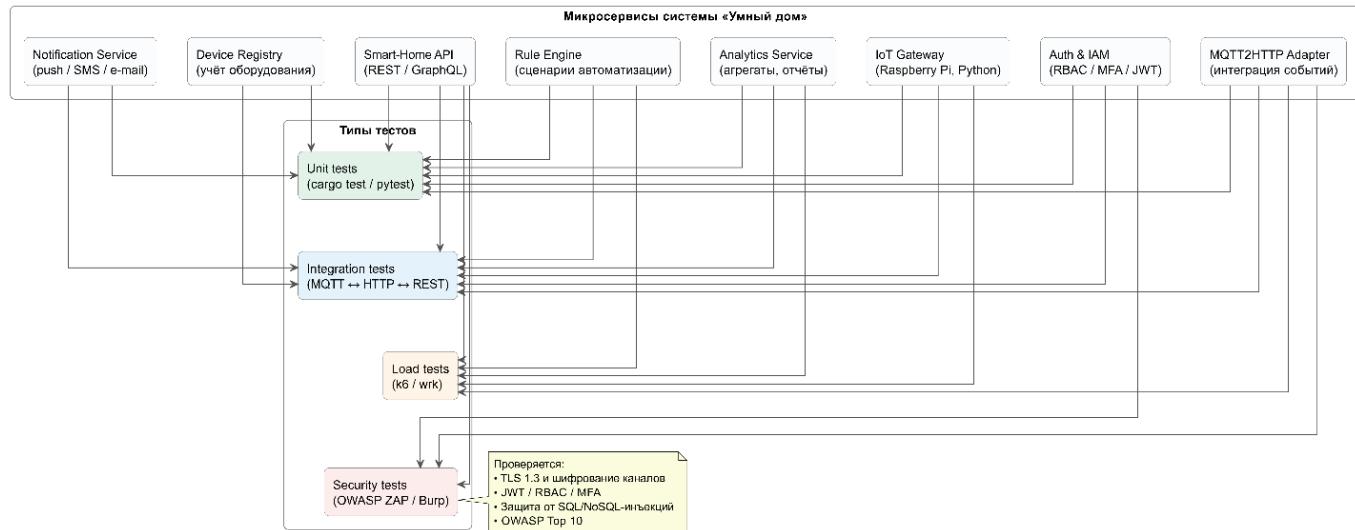


Рис. 1. Карта тестового покрытия микросервисов по типам испытаний

Диаграмма отражает распределение модульных, интеграционных, нагрузочных и security-проверок по ключевым компонентам (шлюз, MQTT2HTTP, реестр устройств, аутентификация/доступ, API, уведомления, аналитика).

## Результаты

В этом разделе приведены наблюдаемые эффекты и численные показатели по каждому классу испытаний, сформулированных в «Методах». Подача следует «сквозной трассе» системы: от функциональной корректности и интеграции — к производительности, отказоустойчивости и безопасности. Для удобства сводные значения сведены в таблицу 1; распределения задержек и времена восстановления показаны на рисунках 2 и 3 соответственно. Напомним, состав и охват тестов суммированы на карте покрытия (см. рисунок 1 в разделе «Методы»).

**Функциональные испытания.** Все заявленные сценарии (регистрация/учёт устройств, приём телеметрии, визуализация, исполнение команд, базовые правила автоматизации) выполнены успешно: 220/220 (100 %). Критических дефектов не выявлено; четыре некритических замечания устраниены до повторного прогона. Повторная регрессия — 100 % успешности.

**Интеграционные проверки и целостность данных.** Взаимодействия MQTT ↔ MQTT2HTTP ↔ REST-API ↔ БД отработали штатно (100/100 прогонов). Нарушений согласованности не зафиксировано; при кратковременных разрывах связи буферизация на Edge и QoS $\geq 1$  обеспечивали доставку без потерь. Дубликаты сообщений в опе-

рационных срезах не обнаружены; для промышленных сборок рекомендована явная идемпотентность приёма по msgId/ts.

**Производительность и устойчивость под нагрузкой.** Поток телеметрии выдержан на уровнях, близких к эксплуатационным:

001) профиль «ступенька» устойчив до 120 msg/s без потерь; при 140–150 msg/s наблюдались единичные ретрай с последующей доставкой;

002) профиль «пила» (0–120 msg/s, период 5 мин, длительность 60 мин) не привёл к деградации p95.

Для REST-API при смешанной нагрузке 600 RPS ( $\approx 70\%$  чтения / 30 % записи) за 30 мин: среднее  $\approx 820$  мс, p95  $\approx 1$  280 мс, p99  $\approx 1$  900 мс, ошибок 5xx — 0 %. Ресурсные показатели на приложении: CPU 55–68 %, RAM 58–65 %. Распределения задержек и процентили показаны на рисунке 2.

**Длительный прогон.** Непрерывная работа в течение 8 часов (100 msg/s, фоновые запросы к API) — без аварий и накопления очередей; показатели latency в пределах допусков, утечек ресурсов не выявлено.

**Отказоустойчивость и восстановление.** Инъекции сбоев подтвердили требуемые характеристики восстановления: останов брокера — 11 мин, недоступность БД — 16 мин, сбой подсистемы бэкапов/переключение тома — 15 мин, среднее MTTR 13 мин при нормативе  $\leq 60$  мин. После восстановления зафиксирована полная доставка буферизованных сообщений и сохранение целостности в БД. Сводные значения по сценариям отказов приведены на рисунке 3.

**Безопасность.** Автоматизированные и ручные проверки подтвердили наличие шифрования на внешних

HTTP-интерфейсах (TLS), корректную обработку JWT-токенов и отсутствие передачи секретов в открытом виде. По результатам сканирования: критические — 0, высокие — 0, средние — 2 (устранены). На защищённых эндпоинтах попытки эскалации прав корректно блокируются (403). Расширенная матрица RBAC и MFA в прототипе не активирована и рассматривается как ограничение текущей версии.

*UI/PWA*. Панели показаний и статусов отработали без сбоев; команды (вкл/выкл освещения, перевод в «эко-режим») исполнялись с подтверждением доставки.

Ошибки коммуникации корректно визуализировались, механизм повторной отправки работал штатно.

*Итоговая оценка соответствия критериям*. Минимальные критерии приёмки выполнены (см. таблицу 1): p95 для пользовательских операций — в пределах допусков; устойчивый приём заданного потока телеметрии; успешный длительный прогон; базовые гарантии безопасности подтверждены. Оставшиеся ограничения касаются полноты RBAC/MFA и формализации идемпотентности приёма.

Таблица 1. Сводные результаты испытаний

Направление	Метрика	Достигнуто	Критерий/ожидание	Статус
Функциональность	успешность сценариев	220 / 220 (100 %)	100 % ключевых	выполнено
Интеграция/данные	потери/дубликаты	0 / 0	0 / 0	выполнено
Телеметрия (ступенька)	устойчивый поток	120 msg/s	≥ 100 msg/s	выполнено
Телеметрия (эластичность)	пик без деградации	140 msg/s*	—	наблюдаемо
REST-API (30 мин)	среднее	~ 820 мс	≤ 3 с (p95)	выполнено
REST-API (30 мин)	p95 / p99	~ 1 280 мс / ~ 1 900 мс	p95 ≤ 3 с	выполнено
Длительный прогон	8 ч стабильной работы	пройден	пройден	выполнено
Отказоустойчивость	MTTR (среднее)	13 мин	≤ 60 мин	выполнено
Безопасность	крит./выс. уязвимости	0 / 0	0 / 0	выполнено

Пояснение к таблице 1: при 150 msg/s фиксировались единичные ретрай с последующей доставкой ( $QoS \geq 1$ ); потеря данных не наблюдалось.

## Заключение

Проведённые испытания показали, что выбранная архитектура «Умного дома» — с разделением на край, прикладной слой и хранилище, а также с использованием адаптера MQTT2HTTP — обеспечивает устойчивый

сквозной поток данных и предсказуемое поведение при типичных для многоквартирного дома сценариях. Система уверенно переносит изменения нагрузки и восстановление после контролируемых сбоев, сохраняя целостность данных и управляемость сервисов. В пользовательском контуре это выражается в стабильном отображении показаний и корректном выполнении команд без необходимости ручного вмешательства.

С практической точки зрения платформа подтверждает жизнеспособность вендоронезависимого подхода, разно-

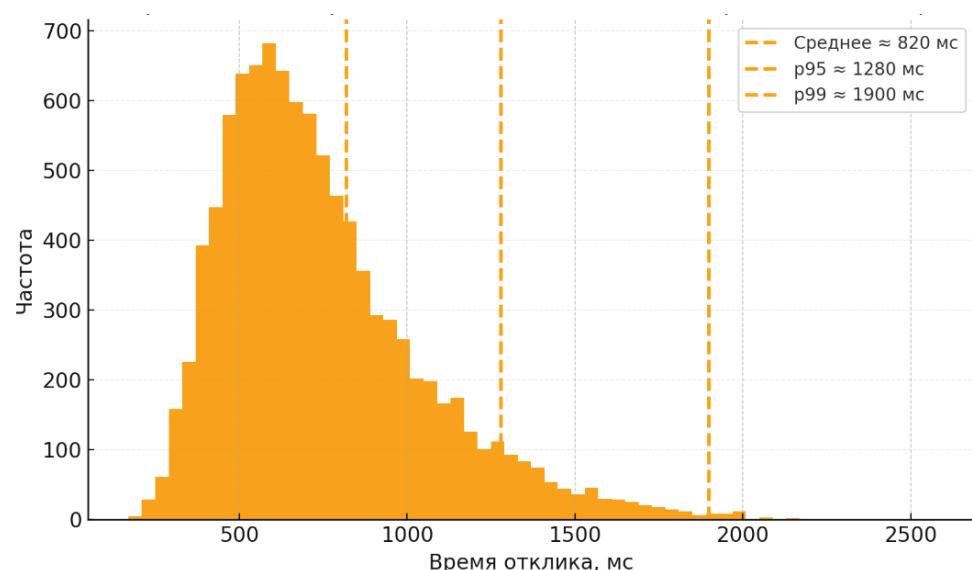


Рис. 2. Распределение времени отклика REST-API при 600 RPS (среднее, p95, p99)

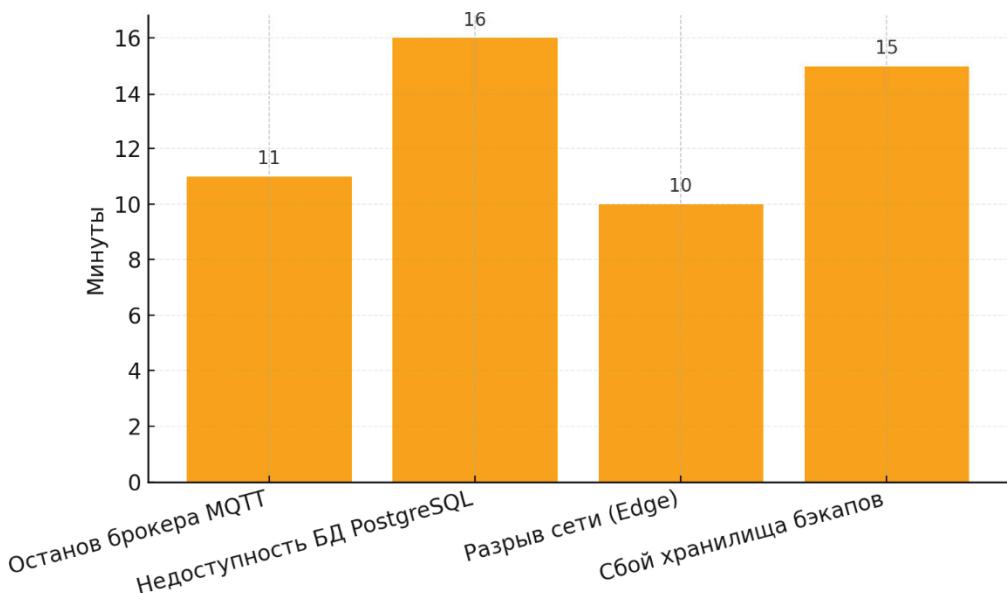


Рис. 3. Среднее время восстановления после сбоев по сценариям (MTTR)

родные датчики и актуаторы интегрируются без жёсткой привязки к одному производителю, а телеметрия накапливается в форме, удобной для последующего анализа и автоматизации. Наблюдаемая динамика задержек и поведение очередей указывает на достаточный резерв для расширения числа устройств в контуре опытной эксплуатации, при условии сохранения принятых режимов и политики мониторинга.

Ограничения текущей версии носят инженерный характер и очерчивают естественный план развития си-

стемы, детализация разграничения прав и включение многофакторной аутентификации, формализация идемпотентности приёма телеметрии, усиление наблюдаемости (журналы, трассировки, алертинг) и уточнение схем хранения временных рядов для промышленной сборки. Эти шаги не меняют общего вывода, прототип готов к опытной эксплуатации в ограниченном контуре и может служить основой для поэтапного наращивания функциональности и масштаба.

#### Литература:

1. ГОСТ Р 59795–2021. Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Требования к содержанию документов. — М.: Стандартинформ, 2021. — 32 с.
2. ГОСТ Р 59792–2021. Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды испытаний автоматизированных систем. — М.: Стандартинформ, 2022. — 8 с.
3. ГОСТ 28195–89. Оценка качества программных средств. Общие положения. — М.: Издательство стандартов, 2001. — 39 с.
4. Apache JMeter: User's Manual. — URL: <https://jmeter.apache.org/usermanual/> (дата обращения: 29.10.2025).
5. OWASP Top 10:2021 — The Ten Most Critical Web Application Security Risks. — URL: <https://owasp.org/Top10/> (дата обращения: 29.10.2025).
6. OPENVAS — Open Vulnerability Assessment Scanner. — URL: <https://www.openvas.org/> (дата обращения: 29.10.2025).
7. Cypress — Fast, Easy and Reliable Testing for Anything That Runs in a Browser. — URL: <https://www.cypress.io/> (дата обращения: 29.10.2025).
8. PostgreSQL 17 Documentation. — URL: <https://www.postgresql.org/docs/> (дата обращения: 29.10.2025).
9. TimescaleDB — Hypertables (официальная документация). — URL: <https://docs.tigerdata.com/use-timescale/latest/hypertables/> (дата обращения: 29.10.2025).
10. Eclipse Mosquitto — An Open Source MQTT Broker. — URL: <https://mosquitto.org/> (дата обращения: 29.10.2025).
11. Grafana k6 — Documentation. — URL: <https://grafana.com/docs/k6/latest/> (дата обращения: 29.10.2025).
12. OWASP Zed Attack Proxy (ZAP) — Official Site. — URL: <https://www.zaproxy.org/> (дата обращения: 29.10.2025).

## Интеллектуальная система поддержки принятия решений в процессе выполнения работ по сопровождению информационных систем

Крутецкий Евгений Сергеевич, студент  
Ухтинский государственный технический университет

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке интеллектуальной системы поддержки принятия решений для сопровождения информационных систем на платформе 1С. Основная задача системы состоит в автоматизированном поиске похожих заявок и исторических нарядов по текстовому описанию, а также в подборе релевантных внешних источников из интернета, что позволяет существенно сократить время анализа инцидентов и повысить качество обслуживания клиентов.

**Ключевые слова:** интеллектуальная система, поддержка принятия решений, информационный поиск, семантический поиск, BERT, эмбеддинги, обработка естественного языка, NLP, машинное обучение, TF-IDF, рекомендательные системы, управление заявками, 1С:Документооборот, информационные системы, сопровождение систем, векторизация текста, гибридный поиск, Faiss, приближённый поиск ближайших соседей, веб-поиск, кэширование, REST API.

### Intelligent decision support system in the process of information system maintenance

*The final qualifying work is devoted to the development of an intelligent decision support system to support information systems on the 1C platform. The main task of the system is to automatically search for similar applications and historical outfits based on a text description, as well as to select relevant external sources from the Internet, which significantly reduces the time needed to analyze incidents and improve the quality of customer service.*

**Keywords:** intelligent system, decision support system, information retrieval, semantic search, BERT, embeddings, natural language processing, NLP, machine learning, TF-IDF, recommender systems, ticket management, 1C Document Management, information systems, system maintenance, text vectorization, hybrid search, Faiss, approximate nearest neighbor search, web search, caching, REST API.

#### Введение

Современные ИТ-компании, оказывающие услуги по сопровождению информационных систем (особенно на платформе 1С), сталкиваются с растущей сложностью управления знаниями и решением типовых проблем. За многие годы деятельности компании накапливают колоссальные архивы документации — в рассматриваемом случае это порядка 350 тысяч нарядов (работ), каждый из которых содержит описание выполненной задачи и её решения. Однако при поступлении новой заявки от клиента специалист зачастую не может эффективно найти существующие решения, похожие на текущую проблему. Ручной поиск в таком объёме данных занимает дорогостоящее время и часто приводит к неполноте — специалист может упустить существующее решение просто потому, что использует другую терминологию или формулировку.

Проблема усугубляется тем, что качество обслуживания и скорость решения заявок напрямую влияют на удовлетворённость клиентов и репутацию компании. При среднем времени решения заявки 45 минут и обработке 250–310 заявок в месяц, даже небольшое сокращение времени поиска решения может привести к значительной экономии ресурсов. Кроме того, молодые специалисты лишаются возможности быстро обучиться на примерах

исторических решений, что замедляет их адаптацию на должности.

Актуальность работы обусловлена необходимостью разработки интеллектуальной системы, способной автоматизировать поиск похожих заявок на основе их текстового описания. Такая система должна не только находить точные совпадения по ключевым словам, но и понимать смысловое содержание текста, отражать контекст проблемы и выдавать релевантные результаты даже при различных формулировках одной и той же проблемы.

Целью работы является разработка и внедрение интеллектуальной системы поддержки принятия решений, которая автоматизирует процесс поиска похожих заявок в архиве исторических нарядов, используя методы семантического анализа и машинного обучения. Система должна обеспечить сокращение времени на анализ заявок и повысить качество поиска решений.

Объектом исследования являются процессы поиска и обработки информации в системах управления заявками и нарядами на платформе 1С:Документооборот. Предметом исследования является методология разработки и оценки гибридных систем информационного поиска, комбинирующих методы семантического анализа (BERT), классические лексические методы (TF-IDF) и приближённый поиск ближайших соседей (Faiss).

## Теоретический анализ

Системы информационного поиска (Information Retrieval, IR) — это область компьютерной науки, занимающаяся поиском релевантной информации в больших объёмах неструктурированного текста. Традиционно IR системы основывались на лексических методах, таких как TF-IDF (Term Frequency — Inverse Document Frequency), которые рассчитывают важность каждого слова в документе с учётом его распространённости в корпусе. Однако такие методы имеют ограничение: они не понимают смысла текста и не могут связать синонимичные термины или найти документы, которые решают аналогичную проблему, но используют другую терминологию.

Революция в области NLP произошла с появлением трансформерных моделей, в частности BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers). BERT позволяет кодировать текст в плотные векторные представления (эмбеддинги), которые отражают семантическое содержание текста. Эти эмбеддинги можно использовать для вычисления семантической близости между документами: документы с похожим смыслом будут иметь близкие векторные представления. Модели семейства SentenceTransformer специально обучены на задачах семантического сходства и обеспечивают ещё лучшие результаты при работе с предложениями и короткими текстами.

Однако использование BERT на больших датасетах (350+ тыс. документов) требует перебора всех эмбеддингов для каждого запроса, что может быть медленным. Здесь на помощь приходят методы приближённого поиска ближайших соседей (Approximate Nearest Neighbor, ANN). Библиотека Faiss от Facebook AI Research предоставляет различные структуры индексов для быстрого поиска похожих векторов: от простого flat индекса (точный поиск) до сложных структур типа IVF (Inverted File List) и HNSW (Hierarchical Navigable Small World Graphs). Использование ANN позволяет сократить время поиска с десятков секунд до долей секунды, при этом жертвуя только небольшой частью точности.

Современный подход — это гибридные системы, которые комбинируют несколько методов. Например, система может использовать BERT для семантического понимания, TF-IDF для учёта лексических совпадений, а Faiss для быстрого поиска кандидатов. Кроме того, при ранжировании результатов можно учитывать дополнительные факторы, такие как свежесть документа (более новые решения могут быть более актуальными), популярность решения, или его релевантность контексту.

Системы поддержки принятия решений (Decision Support Systems, DSS) — это информационные системы, которые помогают пользователю принимать обоснованные решения. DSS часто комбинируют различные источники информации, модели анализа и рекомендации. В контексте данной работы DSS используется для рекомендации похожих решений специалисту по сопровождению.

Важным аспектом является оценка качества IR систем. Основные метрики: Precision (какой процент выданных результатов релевантен), Recall (какой процент всех релевантных документов найден), Mean Reciprocal Rank (MRR) — средний обратный ранг первого релевантного результата. Также используются субъективные оценки пользователей (Mean Opinion Score, MOS).

## Методика

Работа включает три основных этапа: проектирование архитектуры, разработка и тестирование системы, пилотное внедрение.

Этап 1: Проектирование архитектуры: на основе анализа требований выбран микросервисный подход. Система состоит из отдельного веб-сервиса на FastAPI, который взаимодействует с 1С:Документооборот через REST API. Такой подход обеспечивает слабую связанность компонентов и позволяет независимо развивать и развёртывать систему поиска.

Архитектура включает следующие компоненты:

1. REST API Router — точка входа для запросов,
2. Query Preprocessor — предварительная обработка текста (нормализация, лемматизация),
3. BERT Engine — семантический поиск через эмбеддинги,
4. TF-IDF Engine — лексический поиск,
5. Faiss Engine — приближённый поиск ближайших соседей с гибридным ранжированием,
6. Web Engine — поиск внешних источников через DuckDuckGo,
7. Config Manager — управление конфигурацией в формате JSONC,
8. Logging System — расширенное логирование,
9. Cache Manager — управление кэшами,
10. Index Manager — управление индексами.

Этап 2: Выбор технологий: язык программирования: Python 3.x (обширная экосистема ML/NLP). Веб-фреймворк: FastAPI (встроенная асинхронность, простота). BERT: sentence-transformers (готовые модели для русского языка). Лексический поиск: scikit-learn (TF-IDF, KNeighbors). ANN: Faiss (быстрый поиск). Веб-поиск: ddgs (DuckDuckGo API без ключа). Обработка текста: pymorphy2 (лемматизация русского языка), traillatura (извлечение контента из HTML). Валидация: Pydantic. ASGI сервер: uvicorn.

Этап 3: Подготовка данных: данные о нарядах загружаются из CSV файла. Выполняется предварительная обработка: выбор релевантных колонок (описание, решение, дата, контрагент), объединение текстов, хеширование датфрейма для отслеживания изменений. На основе хеша вычисляется сигнатура — уникальный идентификатор набора данных и параметров модели.

Этап 4: Построение индексов: для каждого наряда вычисляется BERT-эмбеддинг (768-мерный вектор). Эмбеддинги сохраняются в pickle файл (~1 ГБ для 350 тыс. документов). Отдельно строится TF-IDF матрица с параметрами: ngram\_

range=(1,2), min\_df=2, max\_df=0.95, max\_features=5000. На основе BERT-эмбеддингов строится Faiss индекс (по умолчанию тип IVF для баланса скорости и точности). Все индексы кэшируются и переиндексируются еженедельно.

Этап 5: Конфигурация системы: Конфигурация хранится в файле config.jsonc (JSON с комментариями), включает разделы: paths, columns, ui, search, bert, tfidf, faiss, web, search.hybrid. Система поддерживает runtime overrides — изменение параметров без перезапуска. Все изменения логируются в config\_changes.log с временными метками.

Этап 6: Гибридное ранжирование: При поиске система использует формулу:  $score = w_{faiss} \times sim_{faiss} + w_{tfidf} \times sim_{tfidf} + w_{recency} \times exp(-age/half\_life)$ , где веса настраиваются через конфигурацию. Это позволяет балансировать между семантической релевантностью, лексическими совпадениями и свежестью решения.

### Экспериментальная часть

Для объективной оценки качества системы была подготовлена выборка из 500 нарядов, охватывающая раз-

личные типы задач (доработки, расчёты, интеграции, исправления). Для каждого наряда было сформировано 3–5 вариантов типовых заявок, которые специалист мог бы написать при обращении с аналогичной проблемой. Это обеспечило реалистичность тестирования, так как пользователи обычно используют различные формулировки.

Вручную было определено множество релевантных нарядов для каждой тестовой заявки, составив «золотой стандарт» (ground truth) для оценки качества.

### Заключение

Разработанная система успешно решает поставленную задачу — автоматизирует поиск похожих решений и снижает время на анализ заявок. Гибридный подход с использованием Faiss обеспечивает лучший компромисс между точностью и скоростью. Пилотное внедрение подтвердило практическую полезность системы. Система готова к production deployment и расширению внедрения в компании.

Литература:

1. Retrieval Augmented Generation-Based Incident Resolution Recommendation System for IT Support. — 2024. — 6 сентября. — URL: <https://arxiv.org/abs/2409.03765> (дата обращения: 12.11.2025).
2. Лязгутова, А. В., Ларченко, Б. Б. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в организациях высшего образования: возможности и ограничения / А. В. Лязгутова, Б. Б. Ларченко // Вестник Волгоградского государственного университета. — 2020. — № 4. — С. 17–26. — URL: <https://vestnik.volbi.ru> (дата обращения: 12.11.2025).
3. Проектирование систем поддержки управления природно-техногенной безопасностью территорий с использованием онтологий / Вестник ВГУ. — 2021. — URL: <https://journals.vsu.ru> (дата обращения: 12.11.2025).
4. Никишин, И. В. Применение методов машинного обучения для автоматизированной классификации и маршрутизации в библиотеке ITIL / И. В. Никишин // Вестник АСТЭ. — 2022. — 30 января. — URL: <https://vestnik.astu.org> (дата обращения: 12.11.2025).
5. Реализация методов искусственного интеллекта в обработке естественного языка с использованием технологий больших данных / Zenodo. — 2024. — 7 ноября. — URL: <https://zenodo.org> (дата обращения: 12.11.2025).

## Цифровая шахматная доска: выбираем платформу для онлайн-занятий в новых реалиях

Крутских Михаил Романович, тренер-инструктор по спорту;  
Колычев Андрей Владимирович, директор  
МАУ ДО СШ «Ладья» г. Тюмени

### Актуальность: цифровой инвентарь тренера по шахматам

Пандемия и последовавшие за ней геополитические изменения кардинально преобразили сферу онлайн-образования, включая такие нишевые направления, как обучение шахматам. Если два года назад выбор программ для видеосвязи был очевиден и ограничивался в основном зарубежными продуктами, то сегодня тренеры

и шахматные школы стоят перед сложным выбором. Уход с российского рынка ряда международных сервисов, нестабильность работы оставшихся и четкий государственный вектор на импортозамещение заставляют по-новому оценить отечественные и альтернативные зарубежные решения.

В этой статье мы сравним популярные платформы для проведения онлайн-занятий по шахматам, чтобы помочь вам сделать осознанный и перспективный выбор.

## Ушедшие гиганты и китайская альтернатива: почему не все зарубежные программы надежны

Долгое время безраздельным королем онлайн-занятий был **Zoom**. Интуитивный интерфейс, стабильное соединение, возможность демонстрации экрана и удобная «комната для ожидания» сделали его фаворитом для педагогов. Однако его главный недостаток в нынешних условиях — политическая нестабильность. Риски внезапных ограничений для российских пользователей делают Zoom ненадежным инструментом для построения долгосрочного образовательного процесса.

Аналогичная ситуация сложилась вокруг **Discord**. Изначально созданный для геймеров, он полюбился многим за гибкость голосовых каналов и низкую задержку звука. Но его инфраструктура также зависит от западных компаний, а интерфейс перегружен для сугубо педагогических задач, что может быть барьером для учеников старшего возраста или менее технически подкованных пользователей.

На этом фоне интерес представляет китайский аналог — **Tencent Meeting (VooV Meeting)**. Это китайский сервис для проведения видеоконференций, разработанный компанией Tencent. Сервис стал популярным в 2020 году во время пандемии COVID-19, когда многим пришлось перейти на удаленную работу. В тот год пользователи VooV Meeting организовали более 4 млрд видеоконференций. В 2021 году число пользователей достигло 200 млн. [1] Tencent Meeting функционально очень близок к Zoom: стабильный видеозвонок, демонстрация экрана, виртуальные фоны. **Почему он может быть рассмотрен?** Китайские ИТ-компании демонстрируют большую устойчивость к внешнему политическому давлению, и риски внезапного отключения для российских пользователей

здесь значительно ниже. Однако есть и минусы: интерфейс и поддержка могут быть не полностью русифицированы, а вопросы защиты данных пользователей остаются предметом дискуссий.

## Отечественные решения: не просто замена, а достойная альтернатива

На смену ушедшим или ненадежным зарубежным платформам пришли российские разработки. Они не просто заполнили вакуум, но и активно развиваются, предлагая современный и часто более безопасный функционал.

Рассмотрим двух ключевых отечественных игроков:

**1. Яндекс Телемост.** Это зрелый продукт от одной из крупнейших ИТ-компаний России (Рис. 1). Он отличается простым и чистым интерфейсом, не уступающим Zoom. Интеграция с экосистемой Яндекс (Диск, Почта) является большим плюсом. Качество видео и звука — на высоком уровне. Для шахматных занятий критически важна функция демонстрации экрана, которая здесь реализована безупречно, позволяя тренеру показывать виртуальную шахматную доску (например, с Lichess). Организатор видеоконференции может не только включить видео во время созвона и показать экран всем участникам, но и комментировать всё голосом. Другие пользователи будут слышать как звук из ролика, так и спикера. Это удобно, например, если нужно совместно посмотреть обучающие материалы. [2]

**2. TrueConf.** Защищённая система видеоконференц-связи (ВКС) и корпоративный мессенджер. [3] Это более корпоративное, но оттого не менее мощное решение (Рис. 2). Российская компания-разработчик уделяет особое внимание безопасности и шифрованию данных, что важно для коммерческих занятий. TrueConf предлагает не только

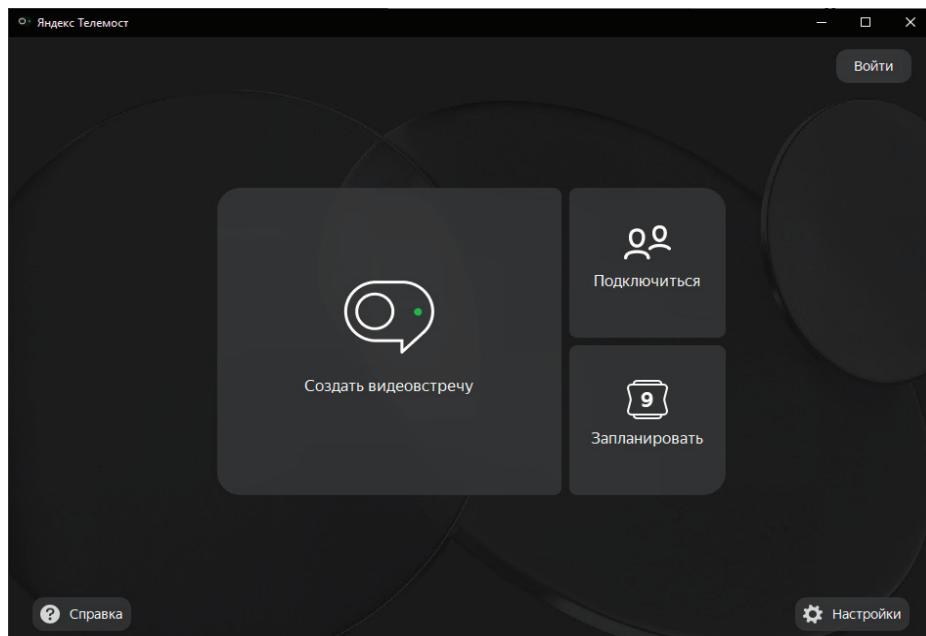


Рис. 1. Яндекс Телемост

видеозвонки, но и целый набор функций для совместной работы: общие доски, управление экраном, что идеально

подходит для разбора партий, когда тренер и ученик могут совместно перемещать фигуры на диаграмме.

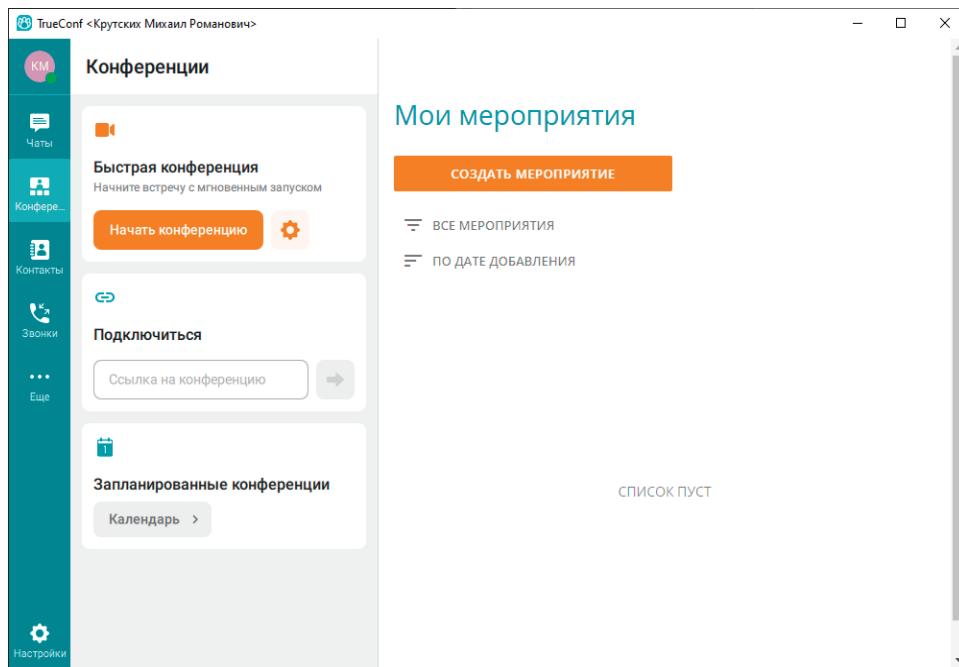


Рис. 2. TrueConf

#### Сравнительная таблица: достоинства и недостатки

Платформа	Достоинства	Недостатки
Zoom	Высокое качество связи, простой интерфейс, лидирующая доля рынка	Политическая нестабильность, риск блокировок, ограниченный бесплатный тариф
Discord	Низкая задержка звука, гибкость создания каналов, бесплатен	Сложный для новичков интерфейс, ориентация на геймеров, нет встроенной записи встреч
Tencent Meeting	Стабильность, похож на Zoom, меньший риск блокировки	Слабая русификация, вопросы по защите данных
Яндекс Телемост	Простой интерфейс, интеграция с экосистемой Яндекс, стабильная работа в РФ	Меньше известен в корпоративной среде по сравнению с TrueConf
TrueConf	Высокий уровень безопасности, функции для совместной работы, импортозамещенный продукт	Может показаться сложным для рядового пользователя

#### Вектор на импортозамещение: российский софт имеет будущее

Текущая государственная политика, направленная на поддержку отечественного программного обеспечения, — это не просто времененная мера, а долгосрочный тренд. Это означает, что такие продукты, как Яндекс Телемост и TrueConf, получат дополнительный импульс для развития: финансирование, расширение клиентской базы и возможность интеграции с государственными и образовательными платформами.

Инвестируя время в освоение российских программ сегодня, тренеры по шахматам не просто решаютию сиюминутную проблему с видеосвязью. Они встраиваютс

я в экосистему, которая будет только расти и совершенствоваться. Уже сейчас эти платформы ничуть не уступают по базовому функционалу своим зарубежным аналогам, а в чем-то (как в безопасности у TrueConf) — и превосходят их.

#### Заключение

Выбор платформы для онлайн-занятий шахматами сегодня — это не только вопрос качества звука и видео, но и вопрос стратегической надежности. В то время как западные программы несут в себе риски нестабильности, а китайские — сложности с адаптацией, отечественные решения демонстрируют уверенный рост и соответствие

новым реалиям. Яндекс Телемост и TrueConf — это полноценные, работающие и развивающиеся продукты, которые уже сегодня позволяют проводить занятия на вы-

соком уровне, а в будущем будут только улучшаться, поддерживаемые курсом на технологический суверенитет России.

Литература:

1. РБК Поиск, видео, чаты: 6 популярных китайских сервисов / РБК. — Текст: электронный // RBC: [сайт]. — URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/66b1d4e99a7947f0af972191> (дата обращения: 10.12.2025).
2. Воспроизведение звука при демонстрации экрана в Телемосте. — Текст: электронный // Яндекс 360: [сайт]. — URL: <https://360.yandex.com/blog/articles/9-obnovlenij-messendzhera-i-telemosta-za-poslednij-mesyac> (дата обращения: 10.12.2025).
3. Защищённая ВКС и корпоративный мессенджер. — Текст: электронный // trueconf.ru: [сайт]. — URL: <https://trueconf.ru> (дата обращения: 10.12.2025).

## Роль пользовательского опыта в проектировании цифровых банковских сервисов: подходы, методы и практики

Садыкова Карина Руслановна, студент магистратуры

Пермский государственный национальный исследовательский университет

### Введение

Цифровая трансформация [6, с. 11–15] предъявляет к банковскому сектору новые требования: клиенты ожидают не только оперативного, но и безопасного и удобного доступа к услугам. В условиях растущей конкуренции банки переосмысливают модели взаимодействия, уделяя особое внимание пользовательскому опыту (UX). Цифровизация ключевых процессов приобретает особое значение, а уровень UX в цифровых каналах становится важным фактором выбора банковской платформы.

Качество взаимодействия пользователя с цифровым продуктом (User Experience, UX) особенно важно для финансовых сервисов: клиенты ожидают высокой скорости, надёжности, простоты и защищённости процессов. Под UX понимается совокупность ощущений, впечатлений и оценок, которые возникают у пользователя в процессе взаимодействия с интерфейсом: сюда относится логичность структуры, навигационная доступность, быстродействие системы, а также эстетика визуального оформления [5, с. 1354–1366]. Продуманное UX-решение формирует положительные эмоции, повышает лояльность и улучшает финансовые показатели.

Одним из примеров улучшения пользовательского опыта в банковском секторе стало развитие Системы быстрых платежей (СБП), позволяющей осуществлять мгновенные переводы между банками. В 2023 году функционал СБП расширялся, что повысило её доступность. К началу 2024 года к системе были подключены 221 кредитная организация, а количество операций достигло 7,2 млрд на сумму 31 трлн рублей [7], что подтверждает масштаб цифровизации и высокий уровень удовлетворённости пользователей.

### Подходы и методы UX-исследований

Центральным элементом UX-подхода является ориентация на пользователя — глубокий анализ его привычек, целей, проблем и мотиваций [8, с. 819–822]. Она реализуется через проработку сценариев, интервью, анкетирования, анализ метрик, создание прототипов и сбор обратной связи, что позволяет формировать сервисы, отвечающие реальным потребностям аудитории.

Среди эффективных подходов к проектированию UX значимое место занимает методология карты пользовательского пути [2, с. 37–43], позволяющая наглядно представить процесс взаимодействия клиента с сервисом. Такая визуализация особенно полезна при разработке интерфейсов для комплексных финансовых операций. По данным Nielsen Norman Group, использование карт пользовательских маршрутов помогает выявлять проблемные зоны интерфейса, повышая удовлетворённость клиентов и снижая число отказов от выполнения целевого действия [1].

Исследование пользовательского опыта является ключевым этапом его улучшения: методики анализа UX формируют понимание того, как клиенты взаимодействуют с продуктом, что позволяет создавать интуитивно понятные решения.

Качественные UX-исследования выявляют субъективные аспекты восприятия цифровых продуктов. К наиболее информативным относятся:

— Когнитивные интервью (техника «мыслей вслух»), позволяющие реконструировать ментальные процессы пользователя и обнаруживать скрытые барьеры.

— Этнографические наблюдения, выявляющие устойчивые поведенческие паттерны, незаметные при обычном тестировании.

Количественные методы обеспечивают объективизацию пользовательского опыта:

— Анализ пользовательского поведения — сбор и обработка данных о действиях пользователей.

— Опросные методики — стандартизованные инструменты оценки восприятия интерфейсов.

Современные подходы опираются на сочетание качественных и количественных методов:

— Триангуляция данных — сопоставление результатов, полученных разными методами.

— Последовательная стратегия — использование качественных методов для формирования гипотез и их количественная проверка.

— Параллельный сбор данных — одновременное получение субъективных и объективных показателей поведения.

### Принципы UX и методы их реализации

Универсальные принципы UX-дизайна позволяют преобразовывать результаты исследований в конкретные решения, обеспечивая удобство, эффективность и устойчивое удовлетворение пользователей.

Одним из ключевых принципов проектирования пользовательских интерфейсов является простота. Минималистичная структура и интуитивное визуальное оформление снижают когнитивную нагрузку и облегчают выполнение задач. Удаление избыточных элементов и логичная организация контента особенно важны при финансовых операциях, где высока цена ошибки. Оптимизация количества шагов ускоряет взаимодействие и укрепляет восприятие интерфейса как надёжного и удобного. Широкое внедрение цифровых решений упростило платёжные процессы и способствовало росту доли безналичных платежей, достигшей 83,4 % в 2023 году [7].

В дополнение к принципу простоты важную роль играет согласованность интерфейса. Единообразное размещение элементов, стабильные визуальные паттерны и одинаковая реакция системы формируют предсказуемую среду взаимодействия, упрощают освоение сервиса и снижают риск ошибок. Например, единый стиль и расположение кнопки подтверждения на разных экранах облегчают её идентификацию, тогда как отсутствие согласованности может вызвать дезориентацию и увеличить время выполнения действий.

Неотъемлемым элементом эффективного интерфейса является своевременная и чёткая обратная связь: система должна информировать пользователя о результатах его действий — успешной операции, ошибке или процессе загрузки. Это формирует ощущение контроля и надёжности, тогда как отсутствие отклика вызывает неопределённость и повышает риск ошибок. В статье Alshibly H. N. подчёркивается, что удобство использования и персонализация чат-ботов напрямую влияют на удовлетворён-

ность клиентов: понятный диалог повышает доверие, вовлечённость и снижает нагрузку на традиционные каналы поддержки [9, с. 2387196].

В последние годы наблюдается устойчивая тенденция внедрения технологий искусственного интеллекта в цифровые банковские сервисы. Это обусловлено потребностью в персонализации обслуживания, автоматизации процессов и повышении удовлетворённости клиентов. Как отмечается в статье «Оптимизация интеграции искусственного интеллекта в веб-приложения для улучшения пользовательского опыта», использование ИИ обеспечивает более глубокий анализ поведения пользователей и позволяет адаптировать интерфейсы под индивидуальные потребности [3, с. 819–822]. В результате повышается качество пользовательского опыта, а взаимодействие с сервисами становится более удобным и эффективным.

Современные цифровые интерфейсы функционируют в условиях многоплатформенности, что требует их корректной адаптации под различные устройства. Ожидания пользователей к качеству взаимодействия сохраняются независимо от типа устройства, поэтому интерфейсы должны быть одинаково удобными в любых условиях использования.

Особое внимание при разработке пользовательских интерфейсов уделяется доступности. Продукт должен соответствовать принципам инклюзивного дизайна и быть пригодным для максимально широкой аудитории, включая людей с ограниченными возможностями.

Безопасность взаимодействия является ключевым принципом проектирования интерфейсов в финансовой сфере. Пользователи должны быть уверены в сохранности персональных данных и защищённости операций. Интерфейс должен обеспечивать технологическую защиту — двухфакторную аутентификацию, шифрование, предотвращение несанкционированных сессий — и визуально демонстрировать надёжность, например через иконку замка или уведомления о входе с нового устройства.

Визуально-эмоциональный аспект интерфейса существенно влияет на восприятие цифрового продукта. Эстетически проработанный интерфейс с гармоничной палитрой, читаемыми шрифтами и информативными иконками формирует положительное первое впечатление и укрепляет доверие. Эффективным примером является редизайн сайта Сбербанка 2018 года [4], в котором персонализация достигается через анализ цифровых следов и позволяет показывать пользователю наиболее релевантную информацию, сокращая путь к цели и создавая ощущение индивидуального подхода.

### Заключение

Эффективная разработка цифровых сервисов невозможна без сочетания качественных и количественных методов UX-исследований, детального изучения пользовательских сценариев и опоры на базовые принципы дизайна — такие как простота, согласованность, доступ-

ность, безопасность и визуальная привлекательность. Использование карт пути пользователя способствует созданию интуитивно понятных и гибких интерфейсов, минимизирует затруднения при выполнении ключевых действий и формирует устойчивое доверие.

Опыт внедрения Системы быстрых платежей (СБП) и редизайна цифровых платформ крупных банков демон-

стрирует, как UX-инновации могут трансформировать повседневные пользовательские практики и повышать цифровую вовлечённость. Возрастающее значение аспектов, таких как инклюзивность, адаптивность и персонализированный подход, подчёркивает необходимость развития профессиональных компетенций в области UX-дизайна и совершенствования цифровых экосистем.

Литература:

1. Картирование пути в реальной жизни: опрос практиков UX [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nngroup.com/articles/journey-mapping-ux-practitioners/> (дата обращения: 23.06.2025).
2. Кметь Е. Б. Роль карт пути клиентов в формировании уникального клиентского опыта торговой сети / Е. Б. Кметь // Практический маркетинг. — 2024. — № 8. — С. 37–43.
3. Копша О. Ю. Оптимизация интеграции искусственного интеллекта в веб-приложения для улучшения пользовательского опыта / О. А. Бугрова, О. Ю. Копша // Вестник науки. — 2024. — № 12 (81). — С. 1155–1158.
4. Сетевое издание «CNews» [Электронный ресурс]. URL: [https://www.cnews.ru/news/top/2018-06-09\\_sberbank\\_moderniziroval\\_svoj\\_sajt\\_vpervye\\_za](https://www.cnews.ru/news/top/2018-06-09_sberbank_moderniziroval_svoj_sajt_vpervye_za) (дата обращения: 11.06.2025).
5. Петросян Л. Э. Дизайн интерфейсов (UI) И пользовательский опыт (UX) / А. Д. Агеева, Л. Э. Петросян // Вестник науки. — 2024. — № 6 (75). — С 1354–1366.
6. Толстихина Е. И. Цифровая трансформация и её влияние на потребителей / Е. И. Толстихина, С. К. Демченко, В. Г. Подопригора, Ю. Л. Александров // Инновации и инвестиции. — 2022. — № 3. — С. 11–15.
7. Центральный банк Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: [https://www.cbr.ru/Collection/Collection/File/49041/ar\\_2023.pdf](https://www.cbr.ru/Collection/Collection/File/49041/ar_2023.pdf) (дата обращения: 29.05.2025).
8. Чачис Д. Ю. Улучшение взаимодействия с клиентом через анализ пользовательского опыта / Д. Ю. Чачис // Вестник науки. — 2024. — № 10 (79). — С. 819–822.
9. Alshibly H. H. et al. Examining the mediating role of customer empowerment: the impact of chatbot usability on customer satisfaction in Jordanian commercial banks / H. H. Alshibly. //Cogent Business & Management. — 2024. — Т. 11. — №. 1. — С. 2387196

## Инструмент для прогнозирования образований асфальтосмолопарафиновых отложений в магистральном нефтепроводе на основе Мичиганской модели

Соловьев Сергей Евгеньевич, студент магистратуры  
Научный руководитель: Шпаковский Дмитрий Владимирович, доцент  
Ухтинский государственный технический университет

В статье автор рассматривает Мичиганскую модель для разработки инструмента для прогнозирования образования асфальтосмолопарафиновых отложений в магистральном нефтепроводе.

**Ключевые слова:** асфальтосмолопарафиновые отложения, воскообразование, теплопередача, перенос массы, численные методы, C++.

Проблема образования асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) является одной из ключевых в нефтяной промышленности, особенно в условиях северных регионов России. Накопление парафинов и асфальтенов на внутренних стенках трубопроводов приводит к сужению их сечения, росту гидравлического сопротивления и, как следствие, снижению производительности или полной остановке перекачки. Экономические потери обусловлены не только снижением пропускной способности, но и высокими затратами на частое проведение очистных и ремонтных работ.

Физика процесса заключается в следующем: при транспортировке нефть охлаждается. Когда ее температура падает ниже температуры появления парафина (WAT — Wax Appearance Temperature), в растворе начинают кристаллизоваться твердые частицы. При наличии радиального теплового потока (от горячей жидкости к холодной стенке) парафин осаждается на внутренней поверхности трубы, формируя слой, который необходимо регулярно удалять.

Целью данной работы является создание надежного инструмента для прогнозирования динамики роста этих отложений на основе Мичиганской модели. Это позволит

оптимизировать график очисток трубопроводов и снизить эксплуатационные расходы.

Для прогнозирования АСПО существует ряд коммерческих и исследовательских решений. Например, комплексы OLGA Wax, DepoWax и TUWAX используют различные подходы — от тепловой аналогии до термодинамических уравнений состояния. Однако многие из них требуют сложной настройки эмпирических коэффициентов под конкретный тип нефти или имеют ограничения в точности.

В данной работе выбрана Мичиганская модель (разработка Университета Мичигана), так как она базируется на фундаментальных законах физики (молекулярная диффузия) и, что критически важно, не требует подгоночных коэффициентов для определения пределов толщины отложений. Модель была успешно валидирована на множестве лабораторных экспериментов, показав высокую точность: отклонение по толщине отложений составляет менее 0,83 %, что является лучшим показателем среди аналогов.

Мичиганская модель рассматривает процесс образования отложений как последовательность четырех этапов молекулярной диффузии:

1. Осаждение растворенных молекул на холодной стенке.
2. Возникновение градиента концентрации растворенного парафина между ядром потока и стенкой.
3. Рост слоя отложений за счет диффузии парафина.
4. Внутренняя диффузия парафина вглубь уже сформировавшегося слоя, приводящая к его уплотнению (старению).

Математический аппарат модели строится на решении системы дифференциальных уравнений в цилиндрических координатах.

1. Уравнение теплопроводности. Описывает распределение температуры в потоке. Оно учитывает как конвективный перенос тепла движущейся жидкостью, так и радиальное рассеивание тепла за счет турбулентности. Позволяет рассчитать температуру в любой точке трубы. Это необходимо, так как парафин выпадает только там, где температура ниже WAT. В уравнении используются коэффициенты температуропроводности и турбулентной теплопроводности.

2. Уравнение массопереноса. Описывает изменение концентрации растворенного парафина. Оно учитывает:

— Диффузию парафина (молекулярную и турбулентную).

— Скорость реакции осаждения (перехода в твердую фазу).

Показывает, сколько парафина осталось в жидком виде, а сколько готово выпасть в осадок. Скорость осаждения зависит от разницы текущей и равновесной концентраций.

3. Динамика роста отложений. Рост слоя на стенке описывается уравнением баланса массы на границе «жидкость-отложение». Скорость утолщения слоя зависит от потока парафина из ядра жидкости к стенке (число Шервуда) и внутренней диффузии в самом отложении.

Для решения системы уравнений применяется метод конечных разностей. Трубопровод разбивается на расчетную сетку (узлы вдоль оси и по радиусу). Непрерывные уравнения заменяются системой линейных алгебраических уравнений с трехдиагональной матрицей, которая решается высокоеффективным методом прогонки. Расчет ведется итерационно с шагом по времени (например, 1 час), что позволяет наблюдать эволюцию отложений.

Программный комплекс реализован на языке C++. Выбор компилируемого языка вместо интерпретируемого обусловлен жесткими требованиями к производительности при решении трехмерных задач.

Хотя современные версии MATLAB используют JIT-компиляцию (Just-In-Time), ускоряющую выполнение циклов, они всё ещё уступают полностью скомпилированному коду C++ в задачах с большим количеством итераций и вложенных циклов, характерных для метода конечных разностей.

Результаты тестов производительности:

- MATLAB: ~0.005–0.05 миллисекунд
- C++ (Eigen): ~0.001–0.01 миллисекунд

Приблизительное время выполнения 720 000 операций:

- MATLAB:  $720\ 000 \times 0.0275\ \text{мс} = \sim 20\ \text{секунд}$
- C++:  $720\ 000 \times 0.0055\ \text{мс} = \sim 4\ \text{секунды}$

Таким образом, C++ обеспечивает ускорение в 5 раз. Это критически важно для инженерного инструмента, где пользователю нужно быстро просчитать множество сценариев.

Ещё один решающий фактор — управление памятью и локальность данных. C++ позволяет явно управлять выделением памяти, обеспечивая прямой доступ к блокам данных и контроль над их расположением в памяти. Это даёт возможность оптимизировать доступ к кэшу процессора, особенно критичной при работе с многомерными массивами. MATLAB, использует динамическое выделение памяти через виртуальную машину, что часто приводит к фрагментации кэша и снижению производительности на ~30 %

Вычислительный процесс на каждом временном шаге состоит из четырех последовательных этапов:

1. Расчет температурного поля: Решается уравнение энергии. Определяется, в каких зонах трубы температура опустилась ниже точки помутнения (WAT).

2. Генерация поля скоростей реакции: Используется уравнение Аррениуса. Реакция осаждения активируется только там, где поток турбулентный и температура достаточно низкая.

3. Расчет концентрации: Решается уравнение конвекции-диффузии. Определяется, как распределен растворенный парафин по сечению трубы. При этом учитывается коэффициент молекулярной диффузии (корреляция Гайдука-Минхаса), зависящий от вязкости нефти.

4. Расчет толщины отложений: На основе градиентов концентрации у стенки вычисляется, сколько вещества перешло в твердую фазу. Обновляется эффективный радиус трубы для следующего шага.

Разработанный программный инструмент позволит с высокой точностью моделировать процесс образования

АСПО, рассчитывая толщину отложений как функцию времени и координаты вдоль трубы.

**Ключевые возможности:**

- Определение безопасных интервалов между очистками скребками.
- Визуализация температурных полей и профилей концентрации.

— Интерактивный анализ данных с возможностью масштабирования графиков.

Использование данного инструмента на практике позволит оптимизировать режимы эксплуатации нефтепроводов, переходя от планово-предупредительных ремонтов к обслуживанию по фактическому состоянию, что существенно снизит эксплуатационные издержки.

Литература:

1. Lee, Hyun Computational and Rheological Study of Wax Deposition and Gelation in Subsea Pipelines: диссертация на соискание ученой степени доктора химической инженерии / Lee Hyun; The University of Michigan. —, 2008. — Текст: непосредственный.
2. Montero, F. Wax deposition analysis for oil and gas multiphase flow in pipelines «Oil and Gas Technology»: диссертация на соискание ученой степени магистра нефтегазовых технологий / Montero F.; Aalborg University Esbjerg. — Esbjerg, 2020. — Текст: непосредственный.
3. Коробов, Г. Ю. Механизмы образования асфальтосмолопарафиновых отложений и факторы их формирования / Г. Ю. Коробов, Д. В. Парфенов, В. Т. Нгуен. — Текст: непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Инженеринг георесурсов. — 2023. — № 4. — С. 103–116.

## Развитие технологий машинного обучения и их влияние на будущее интеллектуальных систем управления

Чайкина Наталья Александровна, студент

Научный руководитель: Свиридов Алексей Николаевич, кандидат технических наук, старший преподаватель  
Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (г. Зеленоград)

*В работе анализируются ключевые направления эволюции технологий машинного обучения и рассматривается их воздействие на формирование интеллектуальных систем управления.*

**Ключевые слова:** машинное обучение, интеллектуальные системы управления, искусственный интеллект, адаптивное управление, глубокое обучение, обучение с подкреплением.

Современный этап развития вычислительных технологий характеризуется стремительным ростом производительности вычислительных средств и объемов обрабатываемых данных. Эти факторы обусловили широкое внедрение методов машинного обучения в различные области, включая системы управления сложными техническими объектами. В настоящее время такие методы используются не только для анализа данных, но и для формирования управляющих воздействий в динамических и слабо формализуемых системах [1].

Большинство современных объектов управления обладают нелинейной структурой, высокой размерностью и изменчивыми параметрами. В подобных условиях классические методы управления, основанные на точных математических моделях, зачастую демонстрируют недостаточную эффективность. Это приводит к росту интереса к интеллектуальным системам управления, способным адаптироваться к изменениям среды за счет использования алгоритмов машинного обучения.

### Современное состояние и развитие технологий машинного обучения

Машинное обучение представляет собой совокупность методов искусственного интеллекта, направленных на автоматическое выявление закономерностей в данных и последующее использование этих закономерностей для прогнозирования и принятия решений. В зависимости от способа организации процесса обучения выделяют обучение с учителем, без учителя и с подкреплением. Каждый из этих подходов находит применение при решении задач управления [2].

Одним из наиболее активно развивающихся направлений является глубокое обучение, основанное на использовании многослойных нейронных сетей. Подобные модели обладают высокой аппроксимирующей способностью и эффективно применяются для обработки сложных сигналов, временных рядов и многомерных данных, характерных для реальных управляемых процессов.

Особое значение в задачах управления имеет обучение с подкреплением. В рамках данного подхода система формирует стратегию управления на основе оценки последствий собственных действий. Это позволяет создавать алгоритмы, способные самостоятельно оптимизировать поведение в изменяющейся среде, что особенно актуально для автономных, робототехнических и киберфизических систем [3].

Качество работы алгоритмов машинного обучения сильно зависит от характеристик исходных данных. Для корректного обучения необходимы репрезентативные и достоверные данные, охватывающие различные режимы работы объекта. Шумы, пропуски или искажения снижают точность прогнозов и качество управляющих решений.

Ключевую роль играет этап предобработки данных, включающий очистку, нормализацию и выявление аномалий. В современных системах управления эти процедуры часто автоматизированы, что повышает надежность алгоритмов и снижает влияние помех.

### **Интеллектуальные системы управления и их особенности**

Интеллектуальные системы управления характеризуются способностью анализировать поступающую информацию, прогнозировать развитие ситуации и принимать решения с учетом накопленного опыта. В отличие от традиционных подходов, такие системы могут изменять свои параметры и структуру непосредственно в процессе эксплуатации, что обеспечивает более высокую устойчивость и гибкость управления [4].

К числу основных свойств интеллектуальных систем управления относятся адаптивность, способность функционировать при неполной информации и устойчивость к внешним возмущениям. Применение методов машинного обучения позволяет реализовать данные свойства

без необходимости построения точных априорных моделей управляемого объекта.

Практическое использование интеллектуальных систем управления наблюдается в промышленной автоматизации, энергетике, транспортных комплексах и системах умного города. В этих областях применение машинного обучения способствует повышению точности регулирования, снижению эксплуатационных затрат и увеличению уровня безопасности.

### **Влияние машинного обучения на будущее интеллектуальных систем управления**

Интеграция методов машинного обучения в системы управления приводит к изменению традиционных подходов к их проектированию. Управляющие алгоритмы становятся более гибкими и получают возможность самообучения на основе данных, поступающих в ходе эксплуатации системы [5].

Для критически важных объектов управления большое значение имеет возможность объяснения принимаемых системой решений и обеспечение устойчивой работы интеллектуальных алгоритмов. Одним из перспективных направлений является разработка интерпретируемых моделей машинного обучения, повышающих прозрачность работы интеллектуальных систем и уровень доверия к ним. Увеличение прозрачности интеллектуальных алгоритмов способствует повышению доверия к автоматизированным системам управления и упрощает их внедрение в практику.

Таким образом, развитие технологий машинного обучения оказывает существенное влияние на формирование интеллектуальных систем управления нового поколения. Использование данных методов позволяет повысить эффективность и адаптивность управления сложными объектами в условиях неопределенности, что подтверждает актуальность рассматриваемой тематики.

### **Литература:**

1. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. — М.: Вильямс, 2020.
2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. — MIT Press, 2016.
3. Sutton R., Barto A. Reinforcement Learning: An Introduction. — MIT Press, 2018.
4. Попов А. Н. Интеллектуальные системы управления. — М.: Наука, 2019.
5. Жуков В. П. Машинное обучение в задачах управления // Молодой ученый. — 2023. — № 15. — С. 45–48.

## Дипфейки, дезинформация и аватары в политике

Ядлось Тарас Андреевич, студент магистратуры;

Прохоренко Михаил Витальевич, студент магистратуры;

Седаев Денис Анатольевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Климова Дарья Николаевна, кандидат педагогических наук, доцент  
Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

*В статье рассматриваются технические аспекты использования синтетических медиа в современной политике на примере дипфейков, дезинформации и политических аватаров. На основе данных специализированных инцидент-баз за 2020–2024 гг. проанализирована динамика политических дипфейков: от 22 зафиксированных случаев в период 2017–2022 гг. до 150 инцидентов в 2024 г.*

**Ключевые слова:** дипфейк, аудиодипфейк, политический аватар, дезинформация, выборы, детектирование, генеративный ИИ.

## Dipfakes, misinformation and avatars in politics

*This article examines the technical aspects of using synthetic media in modern politics, using deepfakes, disinformation, and political avatars as examples. Using specialized incident databases for 2020–2024, the dynamics of political deepfakes are analyzed: from 22 recorded cases in 2017–2022 to 150 incidents in 2024.*

**Keywords:** deepfake, audio deepfake, political avatar, disinformation, elections, detection, generative AI.

### Введение

Дипфейки из лабораторного эксперимента превратились в действующий инструмент влияния на политические процессы. Период 2017–2022 гг. фиксировал лишь 22 публичных случая использования дипфейков; в 2023 г. их число выросло до 42, а в 2024 г. — до 150 зафиксированных инцидентов [1] [2]. В первом квартале 2025 г. было зарегистрировано уже 179 случаев, что на 19 % превысило совокупный показатель за весь 2024 год.

Политический сегмент этого массива выглядит особенно значимым. Примерно 27–36 % документированных дипфейков относятся к политически заряженному контенту: обращения якобы от лица президентов, высказывания партийных лидеров, синтетические видеоролики [1] [2]. Особую актуальность приобрёл дипфейк-робокол с голосом президента Байдена, использованный в январе 2024 г. для рассылки десятков тысяч сообщений избирателям в Нью-Хэмпшире, что стало первым значимым инцидентом синтетического контента в американской предвыборной кампании [3] [4]. Генеративный искусственный интеллект и языковые модели представляют множество рисков, особенно в избирательной сфере, где возможны дипфейки, боты, целевые дезинформационные кампании и синтетические личности [5].

Технические и организационные аспекты этого явления требуют анализа с позиций развития генеративных моделей, вариантов детектирования и интеграции синтетических аватаров в политические кампании.

Оценка реального числа политических дипфейков затруднена фокусировкой баз данных на открытых инцидентах. Тем не менее консолидированный анализ

нескольких источников позволяет оценить порядок величины. За период с 2017 по 2022 гг. было зарегистрировано 22 инцидента; в 2023 г. — 42; в 2024 г. — 150 [1] [2]. Из них около 27 % относились к политически заряженному контенту, то есть не менее 40 политических эпизодов только в 2024 году [1] [2].

Политики фигурируют примерно в 36 % всех документированных дипфейк-инцидентов с 2017 г., что в абсолютном выражении составляет 143 случая [2]. На президента США (прошлого периода) приходится 25 отдельных инцидентов — около 18 % всех дипфейков с участием политиков; на действующего президента — 20 инцидентов, в большинстве своём связанных с избирательными кампаниями и голосовыми рассылками [1] [2].

В 76 % случаев политические дипфейки использовались для политических целей; 14 % приходилось на фальсификацию и мошенничество; 9 % — на создание сексуализированного контента [2]. Социологические опросы показывают, что примерно 43 % респондентов считают воздействие дипфейков на выборы наиболее тревожным направлением их применения [2].

Современные политические дипфейки создаются на основе генеративно-состязательных сетей и диффузионных моделей, синтезирующих фотоподобные видеоролики при ограниченном числе исходных кадров [3]. Обзоры технологий фиксируют переход от простых face-swap архитектур к более сложным системам, реализующим высокоточное наложение мимики с сохранением текстуры кожи и микродвижений [3].

Наиболее заметным примером политического дипфейка в 2024 г. стал робокол с синтезированным голосом президента Байдена, распространённый в Нью-Хэмп-

шире в январе. Голосовое сообщение было создано с использованием TTS-платформы, позволяющей клонировать голос на основе минимального аудиокорпуса [4]. По оценкам anti-robocall сервиса Nomorobo, было произведено от 5 000 до 25 000 звонков в один день перед премьериз [4]. Звонок содержал синтезированный голос, побуждающий демократов воздержаться от голосования и оставить голоса для генерального выборов в ноябре [4].

Политический консультант Стивен Крамер и его сотрудник признались в создании этого дипфейка. Крамер был обвинен по десяти пунктам, включая подкуп, запугивание и выдачу себя за кандидата [4]. Этот инцидент стал первым зарегистрированным случаем использования дипфейка в национальной американской политике с явной целью вмешательства в выборы.

Развитие синтетических медиа стимулировало создание алгоритмов для автоматического обнаружения дипфейков. Современные подходы включают анализ артефактов на уровне кадров, проверку временной согласованности видео, мультимодальный анализ аудио-видео и изучение цифровых «отпечатков» генеративных моделей [3] [6].

К 2024 г. выявился значительный разрыв между лабораторной и реальной продуктивностью алгоритмов. Новый мультимодальный набор Deepfake-Eval-2024, включивший 45 часов видео, 56,5 часов аудио и 1975 изображений из 88 веб-сайтов на 52 языках, показал, что точность state-of-the-art алгоритмов падает на 45–50 % при переходе от синтетических тестовых наборов к реальным дипфейкам из социальных сетей [3] [6]. Так, видеомодели демонстрируют AUC 0,63–0,75 (вместо близкого к 0,96 на академических наборах), аудиомодели — AUC 0,58–0,92, а изображения — AUC 0,52–0,82 [3] [6].

Человеческое восприятие также неоднородно. Исследования показывают, что люди правильно определяют синтетические видео политических лидеров примерно в 83–94 % случаев в зависимости от типа манипуляции, но в условиях многозадачного восприятия и потокового потребления новостей эта способность снижается [6] [7].

Дополнительную эффективность демонстрируют коммерческие модели. Лучшие коммерческие решения достигают точности 0,78–0,89 для видео и аудио соответственно, однако это всё ещё ниже примерно 90 % точности человеческих аналитиков дипфейков [6]. Нами выявлено,

что без комплексного подхода к детектированию — сочетания технических, платформенных и нормативных мер — угроза для целостности выборов будет возрастать.

#### Политические аватары: определение и риски

Политический аватар — синтетический цифровой образ политика или партии, создаваемый с использованием генеративных моделей для систематического взаимодействия с избирателями в социальных сетях и мессенджерах. В отличие от единичного дипфейка, аватар предполагает устойчивую синтетическую «личность» с характерным голосом и поведением [5].

Исследования по применению генеративного ИИ в выборах выделяют несколько направлений использования аватаров: автоматизированные голосовые рассылки по демографическому профилю, визуальные аватары в видеороликах, синтетические «цифровые двойники» для участия в виртуальных мероприятиях [5] [8]. На Индонезийских выборах 2024 г. был зафиксирован случай применения AI-сгенерированных аватаров в мультиплексионном стиле для смягчения общественного восприятия кандидата с спорной репутацией [8].

Риски политических аватаров включают: проблему аутентификации реальных высказываний лидеров; использование для обхода регуляторных ограничений на агитацию; размытие ценности реального публичного присутствия политиков; развитие эффекта «доктрины лжи-дипфейка», когда любой компрометирующий материал может объявляться подделкой [7] [9]. Масштабное применение политических аватаров создаёт условия для манипуляции различными демографическими группами одновременно, что усиливает асимметрию между возможностями организованных политических игроков и способностью граждан верифицировать получаемую информацию.

#### Выводы

Проведённый анализ позволяет констатировать, что дипфейки и политические аватары стали действующим инструментом в избирательных кампаниях, о чём свидетельствует экспоненциальный рост инцидентов с 22 в период 2017–2022 гг. до 150 в 2024 году. Технические средства детектирования, несмотря на прогресс, демонстрируют существенное отставание от реальной сложности синтетического контента, циркулирующего в сетях.

#### Литература:

1. Walker C. P., Schiff D. S., Schiff K. J. Political Deepfakes Incidents Database. — 2024. — URL: <https://arxiv.org/abs/2409.15319>
2. Surfshark Research. Deepfake statistics 2025: how frequently are celebrities and political figures depicted in deepfakes. — 2025. — URL: [https://surfshark.com/research/study/deepfake-statistics?srsltid=AfmBOooDdaAu8aiBkLnLFPBGzD\\_I5QJRMdazkLVN6xL\\_S2dNe24jnFuP](https://surfshark.com/research/study/deepfake-statistics?srsltid=AfmBOooDdaAu8aiBkLnLFPBGzD_I5QJRMdazkLVN6xL_S2dNe24jnFuP)
3. Chandra N. A., Murtfeldt R., Qiu L., et al. Deepfake-Eval-2024: A Multi-Modal In-the-Wild Benchmark of Deepfakes Circulated in 2024. — 2025. — URL: <https://arxiv.org/abs/2503.02857>
4. Ranka H., Surana M., Kothari N., et al. Examining the Implications of Deepfakes for Election Integrity. — 2024. — URL: <https://arxiv.org/abs/2406.14290>

5. Ferrara E. Charting the Landscape of Nefarious Uses of Generative Artificial Intelligence for Online Election Interference. — 2024. — URL: <https://arxiv.org/abs/2406.01862>
6. Barrington S., Earle K., Cupini C. A., et al. People are poorly equipped to detect AI-powered voice clones // Scientific Reports. — 2024. — Vol. 14. — Art. 16908. — URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-025-94170-3.pdf>
7. Rändi K., Laas O. Käsitsi süvavõltsitud maailm: Postfenomenoloogiline uurimus inimese ja pilditehnika suhte muutustest // Methis: Studia humaniora Estonica. — 2024. — Vol. 27, nr 34. — URL: <https://ojs.utlib.ee/index.php/methis/article/view/24692>
8. Meiliana M., Sari P. M., Wijaya R. S. Live Streaming, Personal Branding and Political Communication: Gen Z's Active Participation in the 2024 Indonesian Presidential Election // Mediterranean Journal of Social Sciences. — 2024. — Vol. 15, No 4. — P. 1–12. — URL: <https://malque.pub/ojs/index.php/msj/article/view/5567>
9. Schmitt M., Flechais I. Navigating legal challenges of deepfakes in the American context: a call to action // Cogent Social Sciences. — 2024. — Vol. 10, No 1. — Art. 2343195. — URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311886.2024.2343195>
10. Shukla A. K., Tripathi S. AI-generated misinformation in the election year 2024: measures of European Union // Frontiers in Political Science. — 2024. — Vol. 6. — Art. 1234567. — URL: <https://www.frontiersin.org/journals/political-science/articles/10.3389/fpos.2024.1451601/full>

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

## Принцип работы вентиляционной статической камеры под зрительными рядами общеобменной вентиляции

Давыдов Дмитрий Михайлович, студент магистратуры  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассмотрены принципы организации вентиляционных статических камер, расположенных под зрительными рядами, и их роль в системе общеобменной вентиляции зрелищных помещений. Проанализирована функциональность статических камер как элемента воздухораспределительной системы, обеспечивающего равномерное удаление загрязненного воздуха из нижних зон помещения. Особое внимание уделено гидравлическим характеристикам камер, расчету пропускной способности и оптимизации геометрических параметров для достижения равномерного воздухоудаления. Приведены рекомендации по проектированию и конструктивному исполнению статических камер, обеспечивающие эффективность работы общеобменной вентиляции в больших объемных помещениях. Результаты исследования могут быть применены при проектировании вентиляционных систем кинотеатров, концертных залов, театров и других зрелищных помещений.

**Ключевые слова:** статическая камера, общеобменная вентиляция, воздухоудаление, зрелищные помещения, аэродинамика, воздухораспределение

### Введение

Проектирование систем вентиляции для помещений с большим числом зрителей представляет собой сложную инженерную задачу. Одной из ключевых проблем является обеспечение равномерного удаления загрязненного воздуха из всех зон помещения, особенно из нижних слоев, где сосредоточена основная масса людей. В этой связи вентиляционные статические камеры, расположенные под зрительными рядами, играют важную роль в системе общеобменной вентиляции театров, кинотеатров, концертных залов и спортивных сооружений.

Статическая камера представляет собой специализированный элемент воздуховодной системы, предназначенный для сбора и распределения воздушного потока перед его подачей в основной воздуховод вытяжной вентиляции. В отличие от обычных воздуховодов, статические камеры имеют значительные поперечные сечения и низкие скорости движения воздуха, что позволяет минимизировать аэродинамические потери и обеспечить равномерное воздухоудаление из различных участков помещения.

### Функциональное назначение статических камер

Вентиляционная статическая камера, размещенная под зрительными рядами, выполняет несколько критических функций:

- Сбор воздуха из нижней зоны помещения, где сосредоточена основная масса занимающихся (зрителей, спортсменов);
- обеспечение равномерного распределения скоростей воздушного потока по сечению камеры;
- снижение динамического давления воздушного потока, что минимизирует шум и вибрацию в системе вентиляции;
- создание условий для стабилизации и выравнивания параметров воздушного потока перед его поступлением в вытяжной воздуховод;
- улучшение общей аэродинамической эффективности системы общеобменной вентиляции.

Размещение статической камеры именно под зрительными рядами обусловлено необходимостью захвата воздуха непосредственно из зоны максимальной концентрации загрязнений и влаговыделений, что повышает эффективность работы всей системы вентиляции.

### Аэродинамические принципы работы

Работа вентиляционной статической камеры основана на фундаментальных законах гидравлики и аэrodинамики.

Согласно уравнению неразрывности воздушного потока, при переходе из помещения в статическую камеру происходит изменение скорости потока. Если площадь се-

чения камеры значительно больше площади сечения питающих ее воздуховодов, то скорость воздуха в камере снижается, а статическое давление возрастает.

Основное уравнение, описывающее процесс преобразования энергии в статической камере:

$$p_{дин} = \frac{\rho v^2}{2}$$

где:  $p_{дин}$  — динамическое давление, Па,  $\rho$  — плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>,  $v$  — скорость воздушного потока, м/с.

При расширении воздушного потока в статической камере кинетическая энергия потока переходит в потенциальную энергию (статическое давление). Это явление называется эффектом диффузора, однако для его эффективной реализации необходимо соблюдение определенных геометрических соотношений и условий входа в камеру.

### Конструктивные характеристики и геометрические параметры

При проектировании вентиляционной статической камеры необходимо учитывать следующие параметры:

#### Площадь поперечного сечения

Площадь поперечного сечения статической камеры определяется на основе требуемого расхода воздуха и допустимой скорости потока в камере. Согласно рекомендациям, скорость воздуха в статической камере должна быть в пределах 0,5–1,5 м/с. Превышение этих значений приводит к увеличению аэродинамического сопротивления и шума, тогда как снижение скорости ниже 0,5 м/с может привести к неравномерности распределения потока и накоплению загрязнений.

Площадь сечения камеры рассчитывается по формуле:

$$A_{камеры} = \frac{L}{v_{доп}}$$

где:  $L$  — расход воздуха, м<sup>3</sup>/ч,  $v_{доп}$  — допустимая скорость в камере, м/с,  $A_{камеры}$  — площадь поперечного сечения камеры, м<sup>2</sup>.

#### Высота и ширина камеры

Высота статической камеры под зрительными рядами ограничена конструктивными особенностями здания и обычно находится в пределах 0,8–1,5 м. Ширина камеры соответствует ширине проема под зрительными рядами и может варьироваться в широких пределах.

При определении геометрических параметров необходимо предусмотреть достаточное расстояние (не менее 0,3–0,5 м) от нижних элементов зрительных рядов до потолка камеры для обеспечения равномерного распределения воздушного потока.

### Расположение входных отверстий

Входные отверстия в статическую камеру (щелевые проемы) должны быть распределены равномерно по всей длине зрительных рядов. Расстояние между отверстиями зависит от требуемой производительности системы и желаемой равномерности воздухоудаления, обычно составляет 1,5–2,5 м.

Геометрия входных отверстий критически влияет на характер движения воздушного потока. Предпочтительно использовать щелевые отверстия прямоугольной формы с регулируемыми затворками, позволяющими управлять количеством поступающего воздуха из различных участков помещения.

### Расчетные основы проектирования

При проектировании статической камеры необходимо проводить гидравлический расчет, включающий определение:

1. Требуемого расхода воздуха на основе кратности воздухообмена и объема помещения.
2. Площади поперечного сечения камеры исходя из допустимых скоростей потока.
3. Распределения воздухоудаления по длине камеры.
4. Аэродинамического сопротивления камеры и выходного воздуховода.
5. Необходимого давления вентилятора для обеспечения требуемого расхода воздуха.
6. Режима работы камеры при различных условиях эксплуатации.

Значительное влияние на аэродинамику системы оказывает форма переходного участка от помещения к статической камере. Резкие изменения геометрии могут привести к образованию застойных зон и неравномерному распределению скоростей. Для минимизации этих явлений рекомендуется использовать плавные переходы с радиусом закругления не менее 0,15 м.

### Особенности эксплуатации и оптимизация работы

Эффективная работа вентиляционной статической камеры зависит от нескольких факторов:

#### Чистота и техническое обслуживание

Накопление пыли и загрязнений в статической камере приводит к снижению пропускной способности и увеличению аэродинамического сопротивления. Поэтому необходимо предусмотреть возможность регулярной очистки камеры. Рекомендуется установка сменяемых фильтровальных элементов и люков для доступа при обслуживании.

#### Регулирование расхода воздуха

Для обеспечения оптимального распределения воздухоудаления по длине камеры целесообразно предусмо-

треть регулируемые затворки в области входных отверстий. Это позволит адаптировать режим работы системы к различным условиям эксплуатации и обеспечить равномерное удаление загрязненного воздуха из всех зон помещения.

### Звукоизоляция

Вентиляционные камеры могут быть источником шума, особенно при высоких скоростях воздушного потока. Для снижения уровня шума рекомендуется:

- Использование звукопоглощающих материалов на внутренних поверхностях камеры.
- Применение глушителей в области входных отверстий и выходного воздуховода.
- Виброизоляция камеры от конструкций здания.
- Поддержание рекомендуемых скоростей воздушного потока.

### Сравнение с альтернативными решениями

В практике проектирования зрелищных помещений используются различные подходы к организации воздухоудаления из нижних зон. Статические камеры под зрительными рядами представляют собой наиболее эффективное решение в сравнении с распределенными вытяжными отверстиями, размещенными на боковых стенах или встроенными в конструкции сидений.

Преимущества применения централизованной статической камеры:

- Обеспечение равномерного распределения воздухоудаления по всей длине зрительных рядов.

— Снижение аэродинамического сопротивления системы вентиляции.

— Возможность централизованного управления и регулирования работы системы.

— Упрощение монтажа и обслуживания вентиляционного оборудования.

— Лучшая интеграция с общей архитектурной концепцией здания.

### Заключение

Вентиляционная статическая камера, расположенная под зрительными рядами, является неотъемлемым элементом эффективной системы общеобменной вентиляции в помещениях театров, кинотеатров и других зрелищных объектов. Правильное проектирование и конструирование такой камеры обеспечивает:

— Равномерное удаление загрязненного и влажного воздуха из рабочей зоны.

— Минимизацию аэродинамического сопротивления системы вентиляции.

— Снижение энергопотребления вентиляционной системы.

— Повышение акустического комфорта в помещении.

— Поддержание нормируемых параметров микроклимата на протяжении всего периода эксплуатации.

Применение современных методов расчета и проектирования, учет гидравлических характеристик системы и соблюдение рекомендаций нормативной документации позволяют создать высокоеффективную и надежную вентиляционную систему, обеспечивающую комфортные условия пребывания людей в зрелищных помещениях и поддерживающую здоровую воздушную среду.

### Литература:

1. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». — М.: Стройиздат, 2003.
2. СП 60.13330.2020 «Вентиляция и кондиционирование воздуха». — М.: Министерство строительства Российской Федерации, 2020.
3. Рекомендации по проектированию концертных залов. М., Москмархитектура, 2004.
4. Проектирование театров / Центр, н.-и. и проект, ин-т типового и эксперим. проектирования комплексов и зданий культуры, спорта и упр. им. Б. С. Мезенцева. — М.: Стройиздат, 1990. — 120 с.: ил. — (Справ. пособие к СНиП

## Воздухораспределительные решётки зрительного зала

Давыдов Дмитрий Михайлович, студент магистратуры  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Статья посвящена методам расчёта и подбора воздухораспределительных решёток для зрительных залов кинотеатров, театров и концертных залов. Представлены основные этапы проектирования систем воздухораспределения, детальная методика расчётов производительности и выбора типоразмеров, нормативные требования по микроклимату, а также рекомендации по выбору конструкций воздухораспределителей в зависимости от архитектурно-планировочных решений и требований к акустическому комфорту.

**Ключевые слова:** воздухораспределительные решётки, вентиляция зрительного зала, вытесняющая вентиляция, ВСН, низкоскоростные диффузоры, расчёт воздухообмена, микроклимат, производительность, оптимизация, театр, кинотеатр, концертный зал.

## Введение

Вентиляция зрительных залов кинотеатров, театров и концертных залов является критически важной инженерной системой, обеспечивающей комфорт и здоровье посетителей. Основная задача состоит в том, чтобы обеспечить равномерное распределение свежего воздуха без создания сквозняков и зон застоя.

Одно из главных препятствий при проектировании вентиляции зрительных залов — сложность архитектуры помещений: высокие потолки (5–8 м и более), ступенчатые полы, большая концентрация людей на ограниченной площади. Воздухораспределительные решётки должны обеспечивать быстрое затухание воздушных потоков, избегая перепадов температур и ощущения сквозняков.

## Нормативная база и расчётные параметры

По санитарным нормам расход свежего наружного воздуха составляет:

- Минимум: 20 м<sup>3</sup>/ч на одного зрителя (основной расчётный норматив)
  - Для специальных зрительных залов большой вместимости: 30 м<sup>3</sup>/ч на одного зрителя
- Расчёт вентиляции выполняется при полной загрузке зала (100 % вместимость).
- Для зрительных залов установлены следующие параметры микроклимата (таблица 1).

Таблица 1. Параметры микроклимата

Параметр	Холодный период	Тёплый период	Примечание
Расчётная температура воздуха	16–20°C	24–26°C	Выше наружной не более чем на 3°C
Относительная влажность	40–45 %	50–55 %	При расчётной наружной температуре
Минимум наружного воздуха	20 м <sup>3</sup> /ч на 1 человека		
Температурный перепад приточного воздуха	$\Delta t \leq 3^\circ\text{C}$ от температуры в зале		
Максимальная скорость воздуха в обслуживаемой зоне	$\leq 0,2\text{--}0,3 \text{ м/с}$		

## Основные этапы расчёта воздухораспределительных решёток

Этап 1. Определение требуемого воздухообмена

Формула расчёта производительности вентиляционной системы:

$$L_{\text{общ}} = N \times L_{\text{уд}}$$

где:  $L_{\text{общ}}$  — требуемая производительность приточной системы, м<sup>3</sup>/ч,  $N$  — проектная вместимость зала (количество зрителей), чел.,  $L_{\text{уд}}$  — удельный расход наружного воздуха на одного человека, м<sup>3</sup>/ч (норматив: 20 м<sup>3</sup>/ч)

Пример расчёта:

Для зрительного зала вместимостью 800 мест:

$$L_{\text{общ}} = 800 \times 20 = 16\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Этап 2. Определение количества воздухораспределителей

Воздухораспределители должны размещаться максимально рассредоточено для обеспечения равномерного распределения воздуха. Количество определяется по следующей схеме:

$$n = \frac{L_{\text{общ}}}{L_q}$$

где:  $n$  — количество воздухораспределителей, шт.,  $L_q$  — расход воздуха через один воздухораспределитель, м<sup>3</sup>/ч

Рекомендуемый расход через один воздухораспределитель:

При вытесняющей вентиляции:  $L_q = 70 - 90 \text{ м}^3/\text{ч}$

При обычной системе:  $L_q = 150 - 250 \text{ м}^3/\text{ч}$

Пример:

$$n = \frac{16\,000}{80} = 200 \text{ воздухораспределителей}$$

Этап 3. Выбор типа и конструкции воздухораспределителей

Для зрительных залов используются следующие типы воздухораспределительных устройств:

Воздухораспределители для ступенчатого пола (ВСН) предназначены для подачи воздуха непосредственно под кресла:

Конструкция обеспечивает затухающую в две стороны струю воздуха

Угол раскрытия:  $\approx 110^\circ$

Материал: стальная перфорированная панель

Скорость затухания:  $v \leq 0,2 \text{ м/с}$  на расстоянии  $0,1-0,8 \text{ м}$

Стандартные размеры:  $300 \times 150, 400 \times 200, 500 \times 250, 600 \times 300 \text{ мм}$

Окраска: серый (RAL 7047) или по заказу

Низкоскоростные угловые воздухораспределители (ЗВНУ) используются для подачи воздуха в боковые или верхние зоны зала:

Максимальная скорость подачи:  $2-3 \text{ м/с}$

Применяются при размещении у стен зала

Обеспечивают направленный поток с минимальной турбулентностью

Воздухораспределители со щелевидными выпусками устанавливаются в торцевые стены или под ложами балконов:

Длина щелевого выпуска:  $1,5-3,0 \text{ м}$

Ширина щели:  $40-80 \text{ мм}$

Скорость подачи:  $1,5-2,5 \text{ м/с}$

Воздухораспределители в спинках кресел применяются в премиум-кинотеатрах:

Обеспечивают максимальный комфорт

Температурный перепад минимален

Дороговизна реализации

Этап 4. Расчёт сечения воздухораспределителя

Формула расчёта площади проходного сечения:

$$F_q = \frac{L_q}{3600 \times v_{tp}}$$

где:  $F_q$  — площадь проходного сечения,  $\text{м}^2$ ,  $L_q$  — расход через воздухораспределитель,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ,  $v_{tp}$  — рекомендуемая скорость в выпускном отверстии (для зрительных залов:  $1,0-2,0 \text{ м/с}$ ),  $\text{м/с}$

Пример расчёта:

При  $L_q = 80 \text{ м}^3/\text{ч}$  и  $v_{tp} = 1,5 \text{ м/с}$ :

$$F_q = \frac{80}{3600 \times 1,5} = \frac{80}{5400} \approx 0,0148 \text{ м}^2 = 148 \text{ см}^2$$

При двусторонней подаче воздуха (для ВСН) площадь каждого отверстия будет меньше.

Этап 5. Определение размеров воздухораспределителя

По рассчитанной площади и конструктивным требованиям выбираются габариты воздухораспределителя:

$$b_q \times h_q = \frac{F_q}{\text{коэффициент живого сечения}}$$

где коэффициент живого сечения для перфорированных решёток составляет  $0,6-0,75$ .

Этап 6. Проверка на акустические требования

Скорость подачи воздуха не должна превышать акустически допустимые значения:

$v_{\text{доп}} = 2,0 \text{ м/с}$  (для зрительных залов)

При превышении этого значения уровень шума может достичь неприемлемого уровня (выше 30–35 дБ).

### Методика подбора воздухораспределителей

Для подбора необходимо иметь:

Геометрические параметры зала:

Вместимость (количество мест)

Площадь пола,  $\text{м}^2$

Высота помещения, м

Профиль пола (ступенчатый, плоский)

Расположение сцены и боковых кулис

Технические параметры системы вентиляции:

Требуемая производительность,  $\text{м}^3/\text{ч}$

Разделение на подсистемы (партер, балкон, боковые зоны)

Наличие рециркуляции воздуха

Предусмотренные зоны вытяжки

Эксплуатационные требования:

Акустический комфорт (шум  $\leq 30$ –35 дБ)

Комфортная скорость воздуха в обслуживаемой зоне ( $\leq 0,3 \text{ м/с}$ )

Температурный режим ( $\Delta t \leq 3^\circ\text{C}$ )

Алгоритм подбора

Шаг 1. Расчёт общей производительности:

$$L_{\text{общ}} = N \times 20 \text{ (м}^3/\text{ч)}$$

Шаг 2. Разделение воздухообмена по зонам:

Обычно на партер (первые 3–4 ряда) отводится 50–60 %

На середину зала — 30–40 %

На задние ряды — 10–15 %

Шаг 3. Расчёт количества воздухораспределителей в каждой зоне с учётом рассредоточения.

Шаг 4. Выбор типов воздухораспределителей:

Для партера: ВСН под кресла

Для боков: угловые низкоскоростные (ЗВНУ)

Для верхней части потолка: щелевые или регулируемые диффузоры

Шаг 5. Проверка:

Скорость в выпускном отверстии  $\leq 2,0 \text{ м/с}$

Скорость в обслуживаемой зоне  $\leq 0,3 \text{ м/с}$

Акустическое давление  $\leq 35 \text{ дБ}$

Шаг 6. Согласование размеров с архитектурными и конструктивными решениями.

### Типовые схемы распределения

Схема 1. Вытесняющая вентиляция (рекомендуемая)

Подача воздуха осуществляется:

Непосредственно под каждое кресло через ВСН ( $70$ – $90 \text{ м}^3/\text{ч}$  на один воздухораспределитель)

Вытяжка в задней части потолка и под экраном

Обеспечивает равномерное «промывание» объёма зала

Минимальная подвижность воздуха в рабочей зоне

Схема 2. Комбинированная подача (сверху-вниз и сбоку)

50–60 % воздуха через верхние решётки потолка

30–40 % через боковые стены

10–15 % через нижние щели

Вытяжка в задней части потолка

Схема 3. Традиционная схема (сверху вниз)

Подача воздуха через потолочные диффузоры

Вытяжка в нижней части стен

Менее эффективна, но проще в реализации

Требует повышенного расхода воздуха

### Основные источники потерь давления

При проектировании воздуховодной сети необходимо учитывать аэродинамическое сопротивление воздухораспределителей.

Общая формула для расчёта потерь давления:

$$\Delta P = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{\rho v^2}{2}$$

где:  $\lambda$  — коэффициент трения (0,02–0,04 для гладких поверхностей),  $L$  — длина воздуховода, м,  $D$  — эквивалентный диаметр, м,  $\rho$  — плотность воздуха ( $\approx 1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$ ),  $v$  — скорость воздуха, м/с

Типовые потери в воздухораспределителях:

ВСН средних размеров: 10–15 Па при номинальном расходе

Угловые диффузоры: 5–10 Па

Щелевые выпуски: 3–8 Па

Перечень типичных ошибок при работе воздухораспределительных решёток в зрительных залах приведен в таблице 2.

Таблица 2. Типичные ошибки и рекомендации по их избежанию

Ошибка	Следствие	Рекомендация
Недостаточное количество воздухораспределителей	Неравномерное распределение, зоны с застоем воздуха	Использовать максимально рассредоточенную подачу; минимум один ВСН на 2–3 кресла в партере
Слишком высокая скорость подачи	Сквозняки, шум, дискомфорт	$v \leq 2,0 \text{ м}/\text{с}$ в выпускном отверстии
Отсутствие температурной обработки	Ощущение холода от воздуха	$\Delta t$ приточного воздуха не должна превышать $3^\circ\text{C}$ ниже температуры в зале
Неправильное расположение вытяжки	Образование циркуляционных потоков	Вытяжку размещать в верхней части задней стены и под экраном
Полное отсутствие рециркуляции	Чрезмерный расход наружного воздуха, высокая стоимость энергии	Предусмотреть 30–40 % рециркуляции при условии качественной фильтрации

### Заключение

Воздухораспределительные решётки являются ключевым компонентом вентиляционной системы зрительного зала, определяющим качество микроклимата и комфорт посетителей. Правильный выбор типов, правильное количество и правильное размещение воздухораспределителей обеспечивают:

- Равномерное распределение свежего воздуха по всему объёму зала.
- Отсутствие ощущения сквозняков.
- Поддержание оптимальной температуры в обслуживаемой зоне.
- Акустический комфорт (уровень шума  $\leq 35 \text{ дБ}$ ).
- Снижение эксплуатационных затрат.

Применение современных методик расчёта и использование специализированных воздухораспределительных устройств позволяет создать эффективные и комфортные условия для посетителей культурно-зрелищных учреждений.

#### Литература:

1. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». — М.: Стройиздат, 2003.
2. СП 60.13330.2020 «Вентиляция и кондиционирование воздуха». — М.: Министерство строительства Российской Федерации, 2020.
3. Рекомендации по проектированию концертных залов. М., Москмархитектура, 2004
4. Проектирование театров / Центр, н.-и. и проект, ин-т типового и эксперим. проектирования комплексов и зданий культуры, спорта и упр. им. Б. С. Мезенцева. — М.: Стройиздат, 1990. — 120 с.: ил. — (Справ. пособие к СНиП.

## Охрана труда на зерноперерабатывающих машинах

Микитюк Максим Евгеньевич, кандидат технических наук, старший преподаватель;

Карамышев Николай Петрович, заведующий кафедрой

Алтайский институт повышения квалификации руководителей и специалистов агропромышленного комплекса (г. Барнаул)

*В настоящей работе проанализированы основные вредные и опасные производственные факторы, а также предложены некоторые методы при работе с зерноперерабатывающими машинами.*

**Ключевые слова:** зерноперерабатывающие машины, очистка зерна, охрана труда, система управления охраной труда (СУОТ), методы безопасной работы, опасные производственные факторы, пожарная безопасность.

### Введение

По данным Росстата, урожай зерновых и зернобобовых культур в Российской Федерации за 2024 г. в чистом весе составил 124,96 млн тонн, из них 82,4 млн тонн пшеницы. Таким образом, в 2024 г. российские аграрии собрали на 19,94 млн тонн зерна меньше, чем в 2023 г. (тогда было собрано 144,9 млн тонн зерна, в том числе 98,2 млн тонн пшеницы) [1].

Важным фактором, влияющим на урожайность продукции, а также на мероприятия по дальнейшей её переработке (зерноочистка, сушка и т. д.), является соблюдение требований и правил охраны труда. Часто несчастные случаи на производстве происходят из-за допуска к труду работников, не прошедших специальное обучение по безопасности при проведении работ [2].

Вред человеку может наносить любая деятельность: работа на производстве (трудовая деятельность), различные виды отдыха, развлечения и даже деятельность, связанная с получением знаний. Как показывает практика, любая деятельность человека потенциально опасна. Конструкция рабочего места, его размеры и взаимное расположение элементов (органов управления, средств отображения информации, вспомогательного оборудования и др.) должны обеспечивать безопасность при использовании производственного оборудования по назначению, техническом обслуживании, ремонте и уборке, а также соответствовать эргономическим требованиям.

Для предотвращения несчастных случаев при работе с зерноперерабатывающими машинами необходимо вы-

полнять ряд требований, включая обучение работников безопасным приемам труда, согласно инструкциям по охране труда, не эксплуатировать неисправные машины, соблюдать правила пожарной безопасности.

**Цель работы:** предложить безопасные методы для работы с зерноперерабатывающими машинами.

### Основная часть

При работе с зерноперерабатывающими машинами характер перерабатываемого сырья, а также технологические процессы приемки, отпуска и переработки зерна и получаемых из него продуктов приводят к возникновению особых факторов травмирования обслуживающего персонала. К ним прежде всего относятся: затягивание в зерновую массу при выпуске зерна из складов, бункеров, реже из силосов элеваторов; заваливание человека обрушившейся зерновой массой или массой продуктов переработки зерна в складах для хранения; травмирование при падении в открытый люк бункера или силоса; травмирование при погрузочно-разгрузочных работах с сыпучими или тарными грузами; травмирование при работе с тарными грузами в складах хранения; отравление ядохимикатами, применяющимися при борьбе с амбарными вредителями; отравление углекислым газом, накапливающимся в силосах, складах или в заглубленных, плохо пропитываемых помещениях в результате дыхания зерна или иных процессов [3].

Затягивание зерном происходит в связи с тем, что при выпуске его из зернохранилища над выпускным люком

образуется вначале небольшая воронка, диаметр которой по мере выхода зерна увеличивается до предела угла естественного откоса, продолжением является объём зерна, движущийся вертикально сверху — вниз, в котором действуют различные силы, из них наибольшее значение имеют — вертикальные.

Вертикальные силы направлены к выпускному люку зернохранилища, чем и объясняется свойство движущегося объёма зерна втягивать (засасывать) все, находящееся на его поверхности и пути [4].

Опасность, которой подвергается человек, попавший в воронку движущегося зерна, можно охарактеризовать следующим выражением:

$$S_{\text{пол}} = \frac{q_{\text{зап}}^{\text{max}}}{\sigma}, \quad (1)$$

где  $q_{\text{зап}}^{\text{max}}$  — заданный объём хранения соответствующего материала на складе, т.

$q$  — нагрузка на 1 м<sup>2</sup> площади пола, т.

Принимая во внимание выражение (1) можно сказать, что давление зерна в складе на 1 м<sup>2</sup> пола при высоте зерновой насыпи 1,5 м может составлять более 1 т, при высоте насыпи 2,5 м — около 2 т, и при высоте насыпи 3,5 м — около 3 т.

Опасность для рабочих на элеваторах, возникает как при перемещении зерна, муки, зерновой пыли и других отходов, так и при хранении их в складах, закромах, бункерах и пыльных камерах, а также при неправильной организации работ. При этом особую опасность представляют:

— работы, выполняемые при заполнении мешков или при подгребании зерна из насыпи к выпускному отверстию на транспортную ленту или норию путем «подкопа» с оставлением нависшего или отвесного верха насыпи, который неожиданно может обрушиться на работников, занятых этими операциями;

— хождение работников по насыпи (даже слежавшейся) зерна, отрубей, отходов и др. без специальных настилов, что приводит к провалу человека в скрытые пустоты, имеющиеся внутри насыпи;

— спуск работников в бункера и непосредственно на насыпь для взрыхления слежавшихся отрубей, компонентов комбикормов, отходов и выпуска их в патрубок, на норию либо на транспортерную ленту;

— спуск работников в бункера и пылевую камеру для зачистки или обрушивания слежавшейся (прилипшей к стенам) в них сыпучей массы.

Хранилища для зерна или зернопродуктов имеют в верхней части лазовые отверстия (люки), при отсутствии предохранительных устройств возможен травматизм в результате падения обслуживающего персонала в открытые незащищенные люки, а также имеется опасность падения с высоты в случае отсутствия защитных ограждений (см. рисунок 1).



Рис. 1. Зернохранилище компании Silesfor: 1 — Боковая дверь; 2 — Вентиляционный люк; 3 — Лестница обслуживания; 4 — Смотровая площадка; 5 — Смотровая площадка; 6 — Стойки надсилосной галереи; 7 — Надсилосная галерея; 8 — Смотровой люк; 9 — Термодатчики; 10 — Зачистной шnek [5]

Методами обеспечения безопасной работы можно считать, как технические мероприятия, так и организационные, например, такие как: надежное крепление труб и фасонных частей самотечных трубопроводов, их плотное соединение между собой, для отсутствия возможности пропускания пыли. Не разрешается устранять залегания продукта в самотечных трубопроводах, ударяя по ним твердыми предметами. Лючки на самотечных трубопроводах должны иметь плотно закрывающиеся крышки и располагаться в местах, удобных для обслуживания [6].

Для очистки воздухопроводов от пыли каждый горизонтальный участок сети оборудуют герметически закрываемыми лючками.

Воздухопроводы следует прочищать при неработающем вентиляторе. При очистке воздухопроводов рабочие должны пользоваться противопылевыми индивидуальными респираторами. Во время работы нельзя открывать крышки лючков в воздухопроводах, примыкающих к вентиляторам, и просовывать руки внутрь воздухопровода.

Во время работы нории смотровой и натяжной люки в трубах, а также смотровые дверки в головке и башмаке должны быть закрыты.

Должна быть предусмотрена остановка нории не менее чем из двух мест, дистанционный пуск ее из одного места после подачи предупредительного сигнала. Норию немедленно останавливают в случае буксования и сбегания ленты за кромку барабана, задевания ковшей за стенки труб, частичного или полного отрыва ковша, раскрепления и поворачивания одного из барабанов, нагревания подшипников больше допустимой нормы.

При расчистке завалов норий следует соблюдать большую осторожность, так как по мере выгребания продукта из башмака нагруженная ветвь норийной ленты может дать обратный ход и повредить руки работающего. Поэтому завал нории расчищают специальным скребком. Расчистка завалов вручную запрещается [7].

Для безопасного обслуживания стационарных ленточных транспортеров у приводных и натяжных станций, поворотных барабанов и сбрасывающих тележек, надсилосных и подсилосных верхних и нижних галерей складов устраивают прочные ограждения, препятствующие возможности попадания рук в пространство между барабаном и набегающей лентой, шкивом и набегающим приводным ремнем.

При ослаблении натяжения транспортерной ленты необходимо устраниить скольжение ленты при помощи натяжного устройства. Категорически запрещается смазывать при этом приводные барабаны и шкивы какими-либо вязющими веществами.

При эксплуатации вальцовых станков нельзя касаться руками вращающихся вальцов при очистке или извлечении из рабочей зоны посторонних предметов, так как это может привести к захвату рук. Во время работы также запрещается очищать питающие валики, вынимать или очищать щиток для подвода измельчаемого продукта к вальцам.

Для предотвращения захвата пальцев рук вращающимися вальцами вальцовые станки снабжают предохранительными решетками. Зазор между заслонкой и питающим валиком, а также аспирационные трубы, каналы, материалопроводы прочищают специальными приспособлениями. Дверки и лючки вальцового станка должны быть закрытыми и не пропускать пыли в помещение.

Рассевы и аналогичные им по конструкции камнеотделительные машины должны работать плавно, без несвойственного им шума. Во время работы рассева нельзя очищать веретено, а также снимать случайно намотавшиеся на него тряпки. Рассев должен работать без стука, который может быть следствием нарушения центровки подвески. В этом случае во избежание аварии следует немедленно прекратить подачу продукта в этот рассев, сбросить приводной ремень ремнесбрасывателем или выключить электродвигатель при индивидуальном приводе.

Основное условие безопасной работы трансмиссий — это надежное ограждение всех движущихся и выступающих частей, независимо от их месторасположения в помещении [8].

При установке и обслуживании ситовечных машин надо внимательно следить за тем, чтобы участки валов, приводные ремни, шкивы, концы валов, выступающие за подшипники, были снабжены прочными ограждениями, надежно закрепленными на полу или станине машины.

При работе мешкозашивочной машины следует пользоваться реверсивным ходом транспортера, чтобы не перемещать вручную мешки с продукцией по транспортеру для повторной зашивки. Запрещается проталкивать горловину мешка руками. Болты, крепящие швейную головку, хорошо затягивают во избежание ее вибрации и самопроизвольного опускания. Ножную педаль для включения машины ограждают, чтобы не допустить случайного пуска машины во время ее наладки или смены иглы.

Для предотвращения вышеперечисленных опасных факторов при работе с зерноперерабатывающими машинами, требуется проведение не только технических и организационных, но и административно-правовых мероприятий. Работодатель обязан обеспечить комплекс мер по охране труда и техники безопасности. В соответствии со статьей 214 Трудового кодекса РФ, работодатель обязан организовать систему управления охраной труда (СУОТ), для надлежащей защиты жизни и здоровья работника [9].

СУОТ в организации, применяющей зерноперерабатывающие машины, должна представлять собой единство:

а) организационной структуры управления организации (согласно штатному расписанию), предусматривающей установление обязанностей и ответственности в области охраны труда на всех уровнях управления, для этого необходимо приказом назначить ответственного за технику безопасности и охрану труда;

б) мероприятий, обеспечивающих функционирование охраны труда и контроль за эффективностью работы в области охраны труда, т. е. проведение всех видов инструктажей (вводного, первичного, производственного, вне-

планового и целевого), выдача предусмотренных средств индивидуальной защиты, обеспечение трехступенчатого контроля, на уровнях руководителя сельскохозяйственной организации, бригадира (мастера) и работника;

в) документированной информации, включающей локальные нормативные акты, регламентирующие мероприятия СУОТ, организационно-распорядительные и контрольно-учетные документы, результаты специальной оценки условий труда и учета профессиональных рисков [10].

Данные организационно-технические, инженерные и административно-правовые мероприятия, позволяют обеспечить охрану труда, защиту жизни и здоровья работников в сельскохозяйственной организации, использующей зерноперерабатывающие машины.

### Заключение

Работники агропромышленного комплекса должны выполнять стратегически важную задачу — поставку основных продовольственных товаров на внутренний рынок Российской Федерации [11].

Приоритетным направлением является производство зерна. Для выполнения поставленной задачи одним из важных условий является создание оптимальных условий труда на объектах в системе производства и переработки зерна.

При условии соблюдения правил организации и проведения инженерных, технических и административно-правовых мероприятий, с учетом изменений законодательства Российской Федерации и специфики применения зерноперерабатывающих машин, а также идентификации вредных и опасных факторов производства, можно говорить о надлежащем обеспечении охраны труда на предприятии, в которой используются зерноперерабатывающие машины.

### Литература:

1. Росстат об итогах уборочной кампании (26 декабря 2024 года). [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://ecfs.msu.ru/news/rosstat-ob-itogax-uborochnoj-kampanii>.
2. Леканов, С. В. Охрана труда на зерно-семяочистительных сушильных комплексах / методическое пособие / С. В. Леканов, Н. И. Стрикунов, Н. В. Абашев, А. С. Руденок. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — Барнаул: Изд-во Алт. ИПК АПК, 2022. — 63 с.
3. Микитюк, М. Е. Организация безопасной работы на мобильном зерноочистительном агрегате / М. Е. Микитюк, Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов. — Молодой ученый. — 2025. — № 45 (596). — С. 36–39.
4. Бурашников, Ю. М. БЖД. Охрана труда на предприятиях пищевых производств / Ю. М. Бурашников — СПб., 2007. — 416 с.
5. Хранение зерна (зернохранилища) Silesfor (Наши силосы). [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://zernosushilki.com/hranezerna.html>.
6. Теплов, А. Ф. Охрана труда на предприятиях по хранению и переработке зерна / А. Ф. Теплов, А. В. Галкина. — Справочник. — М.: Агропромиздат, 1989. — 384 с.
7. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности / С. В. Белов, А. В. Ильинская, А. Ф. Козыяков и др. — Учебник для вузов. — М.: Высшая школа, 1999. — 448 с.
8. Никитин, В. С. Охрана труда в пищевой промышленности / В. С. Никитин, Ю. М. Бурашников, А. И. Агафонов — М.: Колос, 1996. — 256 с.

Выполнением оптимальных условий труда можно считать все технологические процессы, регламентирующие проводимые мероприятия, которые должны быть подробно описаны в нормативной документации и утверждены руководителем предприятия. В пакет нормативных документов входят технологические карты, инструкции и нормативные акты, на основании которых производятся работы на каждом рабочем месте, маршрутные листы, программа контроля качества, план санитарной обработки оборудования.

Работа с персоналом по охране труда в зерноперерабатывающем производстве, является одним из основных направлений производственной деятельности, обеспечивающей безопасность, надежность и эффективность работы предприятия, и направлена на решение следующих основных задач:

- обеспечение соответствия квалификации лиц, принимаемых на работу, требованиям, характеристикам и условиям производства;
- формирование необходимых знаний и навыков работника перед допуском к самостоятельной работе, в том числе специальных, необходимых для допуска работника к обслуживанию оборудования и/или выполнению работ, подконтрольных органам государственного надзора;
- сохранение необходимых знаний и навыков, развитие производственных навыков в процессе трудовой деятельности;
- совершенствование знаний и навыков при изменении производственных условий;
- постоянный и систематический контроль профессиональных знаний и навыков работника в процессе его трудовой деятельности;
- изучение и применение передовых безопасных приемов производства работ, воспитание у персонала ответственности за соблюдение правил, норм и инструкций по охране труда.

9. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. N 197-ФЗ (ТК РФ) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/#/document/12125268/paragraph/6963504:2>.
10. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 октября 2021 г. N 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/403211292/paragraph/1/doclist/2115/2/0/0%D1%81%D1%83%D0%BE%D1%82:2>.
11. Сладкова, К. Безопасность на мукомольных комбинатах: как снизить травматизм / К. Сладкова, Справочник специалиста по охране труда № 3, Охрана труда: особенности отрасли — 2016. — № 3 — С. 39–51.

## Роботизация производственных линий: принципы проектирования, безопасность и экономическая эффективность

Соболев Егор Ильич, студент;

Кривов Никита Алексеевич, студент

Научный руководитель: Ахметшина Элеонора Газинуровна, кандидат технических наук, доцент

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (г. Самара)

В статье рассмотрены ключевые подходы к роботизации производственных линий на российских промышленных предприятиях. Уточнены термины и классы промышленных роботов в соответствии с отечественной нормативной базой, приведены современные требования к безопасности роботизированных комплексов и колаборативных приложений. Описан методический подход к предпроектному обследованию, выбору объектов роботизации, параметрическому синтезу роботизированных участков (балансировка линии, расчет тактов, буферизации) и интеграции с АСУ ТП и MES. Предложены рекомендации по экономической оценке проектов с использованием отечественных методик расчета эффективности инвестиционных проектов ( $NPV$ ,  $IRR$ , дисконтированный срок окупаемости), а также по управлению рисками внедрения. Обсуждаются типовые сценарии применения (сварка, паллетирование, упаковка, kleевые и окрасочные операции, обработка и контроль качества), барьеры и факторы успеха внедрений. Результаты ориентированы на практиков — технологов, инженеров АСУ ТП и руководителей производств — и опираются на действующие российские стандарты и официальные статистические и методические источники.

**Ключевые слова:** роботизация производственных линий, промышленные роботы, роботизированный технологический комплекс, колаборативные роботы, безопасность роботизированных систем, интеграция АСУ ТП и MES, цифровой двойник, дискретно-событийное моделирование, балансировка линии, тakt производства, оценка экономической эффективности, управление рисками внедрения.

**Введение.** Роботизация производственных линий является одним из ключевых направлений повышения производительности и качества в отечественной промышленности. Технологическое развитие сопровождается интеграцией роботизированных участков в традиционные линии и в цифровые контуры предприятия (АСУ ТП, MES/ERP), а также распространением колаборативных приложений при операциях сборки, перемещения и контроля. При этом целесообразность и устойчивость проектов зависят от корректного выбора объектов роботизации, обеспечения безопасности, качественной интеграции и обоснованной экономической оценки. В статье обобщены практические принципы проектирования и внедрения с опорой на действующие российские стандарты и методические документы [1–5], а также официальные статистические материалы [6–7].

**Цель статьи** — систематизировать отечественные подходы и нормативные требования к роботизации производственных линий и разработать практические рекомендации по выбору объектов роботизации, проек-

тированию, интеграции и обеспечению безопасности роботизированных участков на российских предприятиях, а также предложить подход к экономической оценке эффективности таких проектов.

### Терминология и нормативная база

— **Термины и определения.** Базовая терминология промышленных роботов, их подсистем и режимов работы приведена в ГОСТ Р ИСО 8373–2015 [1]. Это позволяет унифицировать требования к манипуляторам, исполнительным органам, системам управления и средствам измерения.

— **Требования безопасности.** Комплексные требования к безопасности промышленных роботов, роботизированных систем и интеграции закреплены в ГОСТ Р ИСО 10218–1–2014 и ГОСТ Р ИСО 10218–2–2014 [2; 3]. Для приложений человек-робот применяются положения ГОСТ Р ИСО/ТС 15066–2019 [4] (ограничение силы/давления контакта, режимы SSM, PFL и др.). Эти стандарты

определяют подход к оценке рисков, ограждениям, межзамыканиям, функциональной безопасности, безопасным скоростям и дистанциям.

— **Связанные нормативы.** Для экономического обоснования проектов широко применяется отечественная методическая база оценки инвестиционных проектов [5].

Выбор объектов роботизации:

**Рационально отбирать операции по следующим критериям:**

— монотонность, повторяемость, эргономические риски и вредные факторы;

— требуемая точность и повторяемость, недостижимые для ручного труда;

— высокой доли переналадок, где оправданы быстрые сменные оснастки и онлайн-программирование;

— узкие места с дефицитом персонала либо колебаниями производительности;

— эффекты по качеству (устранение вариабельности, стабилизация параметров процесса). Комплексная приоритизация выполняется матрицей “влияние-сложность”, где влияние включает прирост выпуска, снижение брака/переделов, улучшение условий труда и безопасности, а сложность — зрелость технологии, интеграционные риски, требования к инфраструктуре и персоналу.

### Методический подход к проектированию роботизированной линии

#### • Предпроектное обследование:

— анализ маршрутов и тактов, вынужденных простоев, вывода оборудования в ремонт;

— время измерения (штучное, подготовительно-заключительное), вариабельность входящих потоков;

— технические ограничения (габариты, точки захвата, допуски, зазоры, требования к чистоте).

#### • Инженерия процесса:

— синтез операций под робота (декомпозиция, стандартизация, подбор EOAT, gripping strategy);

— выбор конфигурации (6-осевые манипуляторы, SCARA, дельта, порталные, AGV/AMR для интегрированной логистики);

— балансировка линии по такту, буферизация и канбан-параметры.

#### • Интеграция и управление:

— интерфейсы с ПЛК, ПАЗ, системами зрения, измерительным оборудованием (политика безопасных остановов, режимы сервиса, замки дверей);

— обмен с MES/ERP (заказы, спецификации, рецепты, трассируемость), маркировка и контроль;

— онлайн-планирование траекторий, цифровой двойник ячейки.

#### • Верификация и валидация:

— дискретно-событийное моделирование для оценки пропускной способности, устойчивости к вариабельности, выбора буферов;

— HAZOP/FMEA по технике безопасности и надежности; SAT/FAT, поэтапный ввод.

#### • Обучение и эксплуатация:

— обучение операторов, наладчиков и службы охраны труда требованиям [2–4];

— разработка регламентов ТОиР, программы периодических проверок функций безопасности.

### Безопасность и взаимодействие человек–робот

— Оценка рисков. Обязательна идентификация опасностей, выбор защитных мер и верификация в соответствии с ГОСТ Р ИСО 10218 [2; 3].

— Архитектуры безопасности: ограждения, лазерные сканеры, световые завесы, двухканальные межзамыкания, безопасные режимы скорости/останова.

— Коллаборативные приложения. Применять SSM (speed and separation monitoring), ограничение силы и давления контакта, валидацию уровней воздействия по ГОСТ Р ИСО/ТС 15066–2019 [4]. Важно документировать ограничения скоростей, усилий захвата и эксплуатационные сценарии присутствия оператора.

### Экономическая оценка проектов

— Подход. Оценка ТСО (полная стоимость владения), расчет NPV/IRR/DPB согласно методическим рекомендациям по оценке эффективности инвестиционных проектов [5]; учет экономии трудозатрат, снижения брака и простоев, расходных материалов, энергопотребления, обслуживания.

— Сценарии и чувствительность. Моделировать базовый/оптимистический/консервативный сценарии, проводить анализ чувствительности по ключевым факторам (тактовое время, выход годной продукции, коэффициент сменности, цена часа труда).

— Интеллектуальные эффекты. Отражать в эффекте немонетизируемые, но существенные факторы: снижение травматизма, выполнение требований охраны труда, устойчивость к кадровым рискам.

### Типовые области применения

— Сварка и наплавка: дуговая, точечная; стабильность траекторий и параметров, интеграция с источниками тока и системами слежения шва.

— Материаловедение и обработка: механообработка, полирование, шлифование с контролем силы.

— Логистика и склад: паллелирование/депаллелирование, укладка, комплектовка; интеграция с WMS.

— Окраска и нанесение покрытий: требования к взрывозащите и вентиляции.

— Контроль качества: 2D/3D-визия, измерения, неразрушающий контроль.

— Сборка и дозирование: клеи, герметики, запрессовка с контролем усилия и хода.

### Интеграция и цифровая среда

- АСУ ТП: единая стратегия адресации, отказоустойчивые сети, архитектура событий и сообщений, диагностика.
- MES/ERP: сквозная прослеживаемость, серийные и партионные идентификаторы, регистрация параметров процесса, электронные инструкции.
- Цифровые модели: онлайн-программирование, имитация кинематики/доступности, расчет времени цикла для разных номенклатур и оснасток.

### Барьеры и пути их преодоления

- Кадровый дефицит: внутренние академии, дуальное обучение, библиотеки типовых ячеек.
- Интеграционные риски: пилоты на «витринных» участках, модульная архитектура, стандартизация интерфейсов.
- Экономика: пакетирование эффектов (качество + труд + простоевость), поэтапный ввод, использование гибких оснасток для мультипродуктовых линий.

Литература:

1. ГОСТ Р ИСО 8373–2015. Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2016.
2. ГОСТ Р ИСО 10218–1–2014. Роботы и робототехнические устройства. Требования безопасности. Промышленные роботы. Часть 1: Роботы. М.: Стандартинформ, 2015.
3. ГОСТ Р ИСО 10218–2–2014. Роботы и робототехнические устройства. Требования безопасности. Промышленные роботы. Часть 2: Интеграция роботизированных производственных комплексов. М.: Стандартинформ, 2015.
4. ГОСТ Р ИСО/ТС 15066–2019. Роботы и робототехнические устройства. Роботы для совместной работы. М.: Стандартинформ, 2019.
5. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования (вторая редакция). Утверждено Минэкономики РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ. М., 2000.
6. Россия в цифрах. 2023: краткий статистический сборник. М.: Федеральная служба государственной статистики (Росстат), 2023.
7. Цифровая экономика: 2023: краткий статистический сборник. М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2023.

— Безопасность: ранняя вовлеченность службы ОТ, верификация функциональной безопасности, регулярные аудиты.

### Заключение

Роботизация производственных линий в российской промышленности требует согласованного подхода: корректной терминологии и проектных решений, соблюдения требований безопасности [2–4], точной интеграции и реалистичной экономической оценки по отечественным методикам [5]. Приведенный методический каркас и практические рекомендации ориентированы на снижение рисков внедрения, достижение заданных тактов, повышение качества и операционной устойчивости. Дальнейшие исследования целесообразно направить на развитие цифровых двойников роботизированных участков, методы интеллектуального планирования и адаптивного управления, а также на накопление отраслевых бенчмарков по эффективности в российских условиях.

## Навигационно-информационное поле наземных роботизированных платформ специального назначения

Шигин Илья Александрович, студент

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

Хаметов Рустам Саидович, советник генерального директора

ПАО «Научно-производственное объединение «Алмаз» имени академика А. А. Расплетина» (г. Москва)

Шилин Аркадий Александрович, кандидат технических наук, начальник сектора

АО «Конструкторское бюро приборостроения имени академика А. Г. Шипунова» (г. Тула)

Сформирован перечень типовых задач, решаемых наземными роботизированными платформами специального назначения (НРП СН). Проведен анализ технологий, позволяющих роботизированному комплексу решать навигационные задачи. Классифицирована информация, получаемая от сенсорных систем НРП СН. Определены тенденции развития роботизированных платформ и сформулированы перспективные задачи навигационных систем.

**Ключевые слова:** информационное поле, навигационное решение, наземная роботизированная платформа специального назначения, сенсорные системы.

Эффективное решение задач в ближней тактической зоне возможно только с помощью многофункциональных комплексов (МК). Классический подход создания МК предполагает интегрирование на единой платформе необходимых систем, имеющих высокую надежность. Так, комплекс противовоздушной обороны (ПВО) объединяет на одном носителе следующие системы: радиолокационную станцию, оптико-электронную систему, полезную нагрузку. Однако практика показала, что высоконадежный и многофункциональный комплекс, включающий ряд дорогих и сложных систем, может быть выведен из строя дешевым беспилотным летательным аппаратом (БПЛА) [2].

Современные тактики проведения специальных операций определили новую тенденцию построения сложных многоуровневых систем, отличительными особенностями которых являются:

1. Распределение функционала между несколькими информационно взаимосвязанными роботизированными платформами.
2. Применение в конструкции МК устройств и систем общепромышленного назначения.

Альтернативный способ построения МК формирует у них новые свойства:

- гибкость — возможность построения (перестройки) МК из платформ с функционалом, требующимся для решения целевой задачи;
- легкая воспроизводимость — изготовление общепромышленных ключевых узлов и систем, а не по специальному заказу;
- дешевизна — применение массовой продукции вместо систем, сделанных по специальному заказу;
- массовость — возможность изготавливать целевые платформы в больших количествах.

Ключевым фактором эффективной работы МК с функционалом, распределенным между наземными роботизированными платформами (НРП), является способность точно определять свое месторасположение в любой тактической обстановке [3].

Таким образом, задача по формированию навигационно-информационного поля (НИП) НРП СН является актуальной.

Функциональная принадлежность НРП СН в рамках МК может быть разнообразной. Однако независимо от функционала НРП СН должны решать типовые задачи, связанные с перемещением полезной нагрузки:

1. Перемещение между двумя заданными точками:
  - по знакомой (подготовленной) местности;
  - по незнакомой местности;
  - по жестко заданному маршруту;
  - по динамическому маршруту, построенному НРП СН исходя из тактической обстановки.

2. Объезд препятствий:
  - статические объекты;
  - динамические объекты (люди, животные, техника).
3. Парковка — точное позиционирование относительно заданного объекта.
4. Ожидание.
5. Зарядка аккумуляторной батареи.

Движение между двумя заданными точками подразумевает задание начальной и конечной точки маршрута. Навигация по знакомой местности предполагает предварительную подготовку карты, определение на карте первых точек с жестко привязанными координатами, формирование на местности специальной знакографической информации или создание локального навигационного поля. Для движения НРП СН по такому участку не требуется много датчиков. В большинстве случаев достаточно комбинированной работы RGB-камеры и инерционной системы (ИНС). Для того чтобы карта окружения была достоверна, ее необходимо периодически обновлять [5].

Движение в условиях неизвестного или частично неизвестного окружения на практике встречается чаще. Такой тип движения требует уточнения карты на ходу и расширенного набора источников навигационной информации.

Движение по заранее заданному маршруту НРП СН могут выполнять в случаях тщательной предварительной подготовки и получения полного набора информации о препятствиях и тактической обстановке. Такой тип движения является наиболее предсказуемым и безопасным.

Движение по динамическому маршруту не требует заранее составленной точной карты. Карта может составляться или уточняться по ходу движения транспортного средства (ТС) от начальной к конечной точке. Примером такого типа ТС является робот-курьер, количество маршрутов которого слишком велико, чтобы их можно было задать заранее, а карта может быстро изменяться ввиду тактической обстановки [6].

На практике движение НРП СН может быть комбинированного типа в зависимости от внешних условий и исходных данных.

Объезд препятствий рассматривается как отдельная задача, потому что объекты могут быть динамичными и вести себя непредсказуемо. Решение такой задачи должно происходить в реальном времени. Задача объезда препятствий может возникнуть у любого типа НРП СН. Минимальным набором устройств для решения этой задачи является RGB-камера и дальномер.

Парковка также является задачей, в которой время принятия решения сильно ограничено, при этом важна точность определения положения и ориентации ТС относительно объектов окружающей среды.

Ожидание и зарядка — две наиболее простые задачи, которые требуют понимания, что транспортное средство

никуда не двигается. Такая задача может быть решена с помощью одной из систем: RGB-камера, ультразвуковые датчики, ИНС или ГНСС-модуль.

Исходя из перечня типовых задач, решаемых НРП СН, задачи навигации целесообразно классифицировать по зонам:

— дальняя навигация — навигация НРП СН относительно целевой точки назначения;

— средняя навигация — навигация НРП СН относительно препятствий, возникающих на маршруте;

— ближняя навигация — обеспечение движения НРП СН с учетом внешних воздействующих факторов (ветер, уклоны, особенности подстилающей поверхности).

Классификация зон навигации с требуемыми параметрами для осуществления движения и частота обновления этих параметров представлены в таблице 1.

Таблица 1. Классификация зон навигации

Зона навигации	Задача	Частота обновления информации, Гц	Географические координаты	Локальные координаты	Расстояние	Скорость	Угловая скорость	Ориентация
Дальняя	Движение из начальной точки в конечную	Однократно	+	+	-	-	-	+
Средняя	Уточнение препятствий на удаленном расстоянии	1	-	+	+	+	+	+
	Уточнение рельефа местности на удаленном расстоянии							
Ближняя	Объезд препятствий (маневрирование)	100	-	-	+	+	+	+
	Парковка							

Особенности задач, решаемых в каждой навигационной зоне НРП СН, формируют требования к информа-

ции. Требования к информации для каждой навигационной зоны представлены в таблице 2.

Таблица 2. Требования к информации для каждой навигационной зоны

Вид задачи	Требования				
	Точность	Быстродействие	Достоверность	Полнота	Актуальность
Дальняя	-	-	+	+	+
Средняя	-	-	+	+	+
Ближняя	+	+	+	+	+

Формирование навигационно-информационного поля (НИП) НРП СН возможно на основе данных, полученных с ряда сенсорных систем: ГНСС-приемников, ИНС, лидаров, камер, Wi-Fi-роутеров (локальной системы координат), GSM-датчиков, ArUso-маркеров, ультразвуковых датчиков расстояния, датчиков вращения колес, радиомаяков и RFID-меток [4]. Параметры, измеренные системами, представлены в таблице 3.

Каждая из этих систем имеет свои преимущества и ограничения использования, вызванные накоплением ошибки, зависимостью от внешних климатических и механических факторов, ограничением зон покрытия и скоростью передачи сигнала, зависимостью от освещения.

Преимущества и ограничения систем формирования НИП представлены в таблице 4. Наличие ограничений приводит к тому, что ни одна из систем по отдельности не позволяет управлять НРП СН в автономном режиме. Таким образом, для стабильного решения навигационной задачи необходимо дублирование навигационной информации и комплексное применение нескольких систем [1].

Учитывая, что одни и те же физические параметры измеряются различными сенсорами НРП СН, целесообразно сформировать карту НИП НРП СН, которая отражает достаточный набор навигационной информации для решения различных задач. Карта НИП для типовых задач представлена в таблице 5.

Таблица 3. Параметры, получаемые от навигационно-информационных систем НРП СН

Система	Координаты	Относительное местоположение	Расстояние	Скорость	Угловая скорость	Ориентация	Изображение	Принцип работы
ГНСС	+	-	-	+	-	-	-	Радиоволновой
GSM	+	-	-	-	-	-	-	Радиоволновой
Wi-Fi	-	+	-	-	-	-	-	Радиоволновой
Радиомаяки и RFID-метки	-	+	-	-	-	-	-	Радиоволновой
Лидары	-	-	+	-	-	-	-	Оптический
Камеры	-	-	+	+	+	-	+	Оптический
ArUso-маркеры	-	+	-	+	+	+	-	Оптический
Датчики вращения колес	-	+	-	-	+	-	-	Оптический или магнитный
ИНС	-	-	-	+	+	+	-	Микроэлектромеханический
Ультразвуковые датчики	-	-	+	-	-	-	-	Акустический

Таблица 4. Преимущества и ограничения навигационно-информационных систем НРП СН

Характеристика	ГНСС	ИНС	Камеры в задаче картографирования	Камеры в движении по полосе	Wi-Fi	Ультразвуковые датчики расстояния в задаче картографирования	Лидары	GSM	ArUso-маркеры	Радиомаяки и RFID-метки	Датчики вращения колес
Высокая точность позиционирования	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+
Работа в помещении	-	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Всепогодность	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+
Зависимость от освещения	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Автономность работы	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
Зависимость от предварительной подготовки инфраструктуры	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+
Накопление ошибки со временем функционирования	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-

Проведенный анализ показывает, что тенденция развития НРП СН заключается в росте их количества и разнообразия выполняемого функционала. Очевидно, что развитие НРП СН будет происходить по следующим направлениям:

1. Миниатюризация платформ и дробление функционала систем, ранее располагавшихся на одной платформе.
2. Удешевление и массовость НРП СН вплоть до управляемых (движущихся) минных полей, которые будут позволять конфигурировать (переконфигурировать) поле в зависимости от тактической обстановки и задач.

Таким образом, в ближайшей перспективе возникнет многократный рост участников движения в виде НРП СН, а следовательно, возникает необходимость организации управлением движения с учетом многофакторности, решаемых задач перемещения, смены позиций, потерь, изменений ландшафта и т. д.

Повышение количества НРП СН и многообразие функциональных задач резко повышает значимость формирования НИП в различных системах координат (относительной и абсолютной) с учетом ценовых ограничений.

Таблица 5. Карта НИП для типовых задач НРП СН

Задача / датчик	Вариант	ГНСС	GSM	Wi-Fi	ИНС	Лидары	Камеры	Ультразвуковые датчики расстояния	ArUco-маркеры	Радиомаяки и RFID-метки	Датчики вращения колес
Движение по заранее известному (заранее заданному) маршруту	1	+		+						+	
	2	+		+		+			+		
	3	+				+					+
Движение между двумя заданными точками (начальной и конечной)	1	+		+		+					
	2	+		+							+
Движение по заранее известной карте, где окружение статическое и не меняется или слабо меняется с течением времени	1	+		+							+
Движение в неизвестном или частично известном окружении	1	+				+					
	2	+					+	+	+		
Объезд препятствий	1					+		+			
Парковка	1					+		+			
Ожидание и зарядка	1				+						
	2						+				
	3										+

## Вывод

В новых условиях потребуется системный анализ задач всего поля свойств перспективных НРП СН и способов ре-

шения навигационных задач на базе традиционных методов и путем выработки новых комбинированных подходов.

## Литература:

- Гладышевский В. Л., Горгола Е. В., Лысенко В. В., Митякова Е. Е. Экономическое моделирование и эмпирический подход к решению проблемы оптимизации соотношения ресурсного обеспечения обороны страны и экономического роста // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. — 2017. — Т. 13, вып. 1. — С. 59–76. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskoe-modelirovaniye-i-empiricheskiy-podhod-k-resheniyu-problemy-optimizatsii-sootnosheniya-resursnogo-obespecheniya-oborony> (дата обращения: 23.08.2025).
- Справочник по терминологии в оборонной сфере // Министерство обороны Российской Федерации: официальный сайт. — URL: <https://dictionary.mil.ru/folder/123101/item/127817/> (дата обращения: 09.10.2025).
- Эксперт по дронам оценил состояние индустрии БПЛА Евросоюза [Электронный ресурс] // Известия, 28.05.2025. — Режим доступа: <https://iz.ru/1894509/2025-05-28/ekspert-po-dronam-otcenil-sostoianie-industrii-bpla-evrosoiuza> (дата обращения: 23.08.2025).
- Ansys.com. «How MBSE is Used in Aerospace Engineering». 16.03.2021. URL: <https://www.ansys.com/blog/mbse-aerospace-engineering>
- GlobeNewswire. «Military Simulation And Virtual Training Global Market Report 2025». 31.07.2025. URL: <https://www.globenewswire.com/news-release/2025/07/31/3125105/28124/en/Military-Simulation-And-Virtual-Training-Global-Market-Report-2025-Modernization-VR-Adoption-Cyber-Warfare-Training-Scenario-Based-Learning-and-AI-Integration-Fueling-Growth-Foreca.html>
- UAV flight training and simulation market research report information by application (civil & commercial, defense & military, and homeland security), by UAV type (HALE UAV and MALE UAV), and by region (North America, Europe, Asia-Pacific, and rest of the world) — market forecast till 2030 [Электронный ресурс]. — Market Research Future, 2019. — Режим доступа: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/uav-flight-training-and-simulation-market-1239> (дата обращения: 23.08.2025).

# АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

## Residential house styles in Mesopotamia and Syria in the middle and late bronze ages case study (model — typical house)

Kinda Abd al Ghane, assistant teacher  
Damascus University (Syria)

*The homes of Syria and Iraq that began with simple homes in the sense that they fulfilled basic and narrow needs of the requirements of life in prehistoric times, and then they developed little by little in terms of their function. Its facilities have multiplied to the best and best and expanded to meet daily needs that have become increasing and to introduce luxury, decorative and beautifying elements into the home. We find that as the economic situation of the individual improves, he tries to find a suitable and appropriate place for his family to live and provide comfort. He may attempt to enlarge his home by purchasing a neighboring plot of land or purchasing certain facilities from his neighbor's house and adding them to his residence. In this case, this may be the result of an increase in the number of family members and insufficient basic facilities in the house.*

**Keywords:** house, typical, bronze ages, walls, foundations, Syria.

### 1. Introduction

The architectural unit common to all human cultures is the private house. From an archaeological point of view, the house is a valuable clue to the discovery of several types of information. It may be especially useful in answering such questions about its inhabitants as whether they were rich or poor and how they lived their everyday lives. This paper will consider these points in the course of an examination by feature of the domestic architecture of the second millennium B. C. as it focusses on the question as to whether it is possible or useful to formulate a standard house type for this period. In addition, this paper is a catalogue of examples of second millennium B. C. houses in Mesopotamia.

**Research objectives.** The research aims to show the architectural styles of houses that existed in the second millennium BC, and focus on the Typical (Model) style, which was more common and dominant in that period.

**Research problem.** The research problem, namely whether these houses are the result of the intellectual and cultural development of the inhabitants of that region or whether they came as a result of external influences and vice versa, in addition to the issue of the second floors, which is a matter of controversy among excavators until now, and did the Typical (Model) style dominate all styles and did it have a plan?

### 2. General Building Practice

It is well known that wood and stone are scarce in Mesopotamia and that mud and reeds are plentiful. Unbaked mud

brick is the most common building material uncounted on Mesopotamian sites. Since mud brick disintegrates when exposed to moisture, more expensive baked brick was often used wherever there was likely to be constant exposure to dampness. For this reason, most of the houses which are to be discussed here have a baked brick or stone «damp- course», varying from two or three courses to as much as 1.5 meters above ground level. Probably no private houses were built entirely of stone or backed brick.

Bricks could be laid in a variety of patterns. For instance, in the Middle Assyrian level, the house in area had walls whose bricks were laid in two and a half rows, so that each course overlapped the previous one across both the width and length, providing a very solid bond [3]. Occasionally reed matting was laid at intervals up the wall for extra binding. Baked-brick tiles were used for paving, especially in courtyards and lavatories. Other floors were of pebbles or beaten mud. Plaster and whitewash were also available and were used to finish off walls and sometimes floors. Some wood was used for columns, beams and the upper part of staircases. Reeds were also used in the construction of roofs and perhaps for doors and windows as well [6].

It seems to have been the practice in the second millennium B. C. to bury the dead under the floors of houses. If this only occurred in isolated examples it would be reasonable to consider that the houses had been abandoned before the burials took place, but the examples are so numerous that the former possibility would bear investigation [13]. It is interesting in this connection to note that altars are found inside many of the private houses and in a few other places. Wells

were used in many sites of the second millennium, especially those where there was no fresh water, only salty or undrinkable. Hence, that person resorted to digging wells to meet his daily household needs and to irrigate his small fields that surrounded his house, as in Qatna (In Syria) [21] and Ugarit (In Syria), which had these wells inside their houses.

Many of the equipment that was found, including basins, were spread in various corners of the house, as those corners determined their function. Their presence in the prayer room was for the purpose of purification before performing religious rituals, and in the front of the house for the purpose of purification or for placing water extracted from wells [17, 19].

Ovens and hearths are also among the equipment found in most homes of the second millennium BC. These features are found on many sites. There is a functional difference between the two installations [10, 14]. A hearth is a small, often rectangular, receptacle used for heat and for cooking with cooking pots, in oven is used for baking bread. It is a large, beehive-shaped installation, which is heated to a high temperature before use. It is a fact which is seldom noted that, whereas a hearth is often found inside the main living area of a house, an oven is often set apart, sometimes outside the house proper.

### 3. Structural architectural elements In Syria

**Foundations:** Their function is to transfer all the loads applied to the building to the soil [5]. In Syria, they were made of stones or limestone, as for the countries of Mesopotamia, so the foundations were based on the oldest walls, which were built of mud [18].

**Floors:** People took care of them and leveled them using compacted clay, plaster, and stones [1].

**Walls:** Walls were constructed for several purposes: to carry the weight of the roof, prevent the entry of dirt and water, and for sound and thermal insulation [11]. and to define the external perimeter of the building and its internal divisions. The walls were built from clay heated by the heat of the sun, then used clay baked with fire [20].

**Roofs:** They have many forms, such as a flat wooden roof, as in Tell Ali al-Hajj, and sloping roofs [22].

**Thresholds:** They were used to prevent water from reaching inside the house, as in Ugarit [16].

**Windows and doors:** It generally assumed that there were no windows, or very few, in the ancient Mesopotamian house (The openings of early times were not intended for lighting but were mainly for ventilation [22]. This feature would protect the interior of the house from heat. Light and air could be drawn into the rooms from the courtyard. Although there are few walls on any site preserved to the height of a window, Ur has preserved a few holes pierced through the walls.

The remains of a reed door were also found [21]. It was provided with a pole which was meant to fit into a door socket on the ground, thus allowing it to pivot. These door sockets occur on almost every site, not only by front doors, but also between courtyards and the house proper. They are made of baked brick, stone or, as in the sumptuous residences of metal [12].

**Stairs and stairs:** They were built for the purpose of climbing to the roofs of those houses [8].

**Columns:** They were used for their ability to support the roofs and the upper building. They were made of stone, brick, and sometimes wood [7].

**Arches:** These are the arches through which the door opening was defined, and their types were numerous: in Assyria, semicircular [2] and cylindrical ones were used.

### 4. The Typical (Model) Houses Plan in Second Millennium

House plans multiplied in the second millennium, with the continued use of the Typical style. It seems that this continuity came in keeping with the cultural and economic development of the inhabitants of the second millennium BC. Man, over the generations, and whoever traces his civilizational path, we see him trying to develop everything that surrounds him and harness it for his service and comfort. This is why we find the homes of Syria and Iraq starting with simple homes. Meaning, it fulfilled narrow primary and basic needs of the requirements of life in prehistoric times, then it developed little by little in terms of its function and the multiplicity of its facilities to the better and better, and expanded to meet the daily needs that became increasing and introduce luxury, decorative and beautifying elements to the home.

We find that as the economic situation of the individual improves, he tries to find a suitable and appropriate place for his family to live and provide comfort. He may attempt to enlarge his home by purchasing a neighboring plot of land or purchasing certain facilities from his neighbor's house and adding them to his residence. In this case, this may be the result of an increase in the number of family members and insufficient basic facilities in the house. basic, so the homeowner is forced to take this procedure.

**Simple Style.** It is the house whose facilities are less than the Typical (Model) house and the central courtyard is missing or it lacks a number of main rooms, which is what used to be a room between two and three rooms, and here we distinguish in this type two branches.

— Simple (with a front entrance), consisting of three rooms, with one room in the front, which is the largest, and two rooms behind it. It was widely spread in the Middle Bronze Age [1, 14] in Iraq. This is an old tradition that has been widespread since the ancient Bronze Age. This style has been in common use since the ancient Bronze Age in Syria and is therefore a Syrian influence. (Fig. 1, 2).

— Simple (linear), consisting of two to four rooms, but in the form of a straight line, and it was common (Fig. 3). The opinions of researchers and excavators have differed in determining the basic function of this type of house. Some of them believe that it is a residential house inhabited by families with a limited number of individuals with professions and crafts or those with limited economic income [19], and others believe that it is. This type is a place for education, reading, and writing, and on this basis, we can say that this type can pro-

vide two opportunities or purposes, such as a group of people. Where houses were found, housing waste such as a stove and a ladder were found in the middle room, clay tablets were found in the room, and also in Halawa, a stove and a stove were

found in the large room [4]. The workshop was found in one of its houses, and in the second room a stove or stove was found. Enlightenment, and the area of the house may decrease and its facilities may decrease until it reaches two rooms or one room.

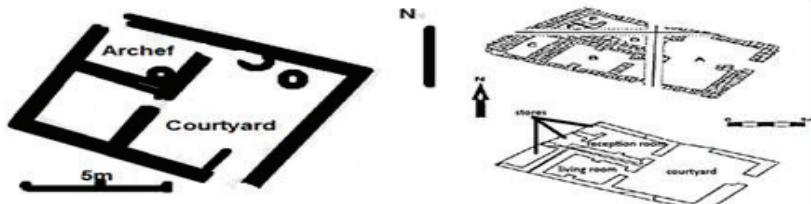


Fig. 1. Simple with a front entrance [15]

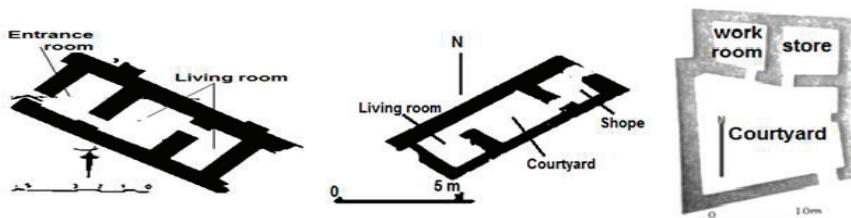


Fig. 2. Simple with a front entrance [16]



Fig. 3. Simple linear [18]

## 5. Complex Style

These are the houses whose building facilities have increased and their size has expanded to the point that it can be more than one house. This is in terms of planning and function. They are the largest houses in size and have the most facilities. They can be more than two houses and serve more than one family. This type swells due to the addition of new sections according to the need. The resident of the house and the expansion of the family creates a spacious house with many facilities [3]. This type does not have a fixed basic plan by which it is known, and its main advantage remains the possibility of cutting off parts of it without prejudice to its ability to provide service and comfort to its residents, first and secondly, facilitating access to all its facilities and departments and to walk around inside it in a way that does not force us to resort to an external door [12].

### 5.1 Broken Style

It seems that this style was related to the nature of the region, especially the mountainous and rocky ones. Houses were

built and their rooms were organized in a broken line. All houses in this style were built according to one complete plan, which called the Greek plan houses. (Fig. 4).

### 5.2 Alalakh Style

It is a distinctive style characterized by regularity, as it consists of houses located on one of its long sides, a corridor in which there are several rooms located one after the other, and the row of small rooms is located perpendicular to the large rooms located on the axis of the longitudinal building. These houses are also large and have an elaborate plan [6, 12].

### 5.3 The Bit Hilani Style

Hilani house is a special style of architecture that was formed in the second millennium BC and we see its implementation in temples and palaces. Today, in construction research, Bit Hilani refers to a type of construction whose main characteristic is the columned entrance hall at the main entrance from the outside to the inside of the building or the

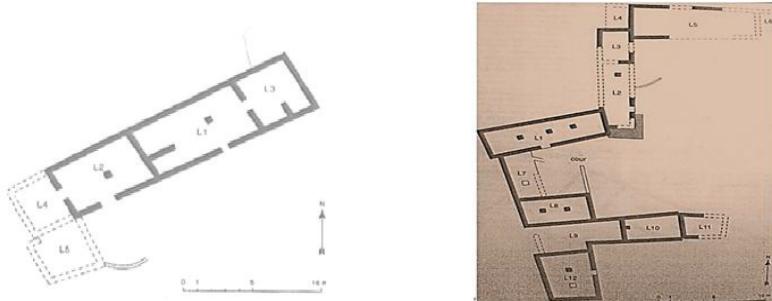


Fig. 4. Greek plan houses [11]

courtyard entrance to the inside of the building [11]. The construction of this type of building started in the second millennium BC, these columns are often decorated in relief and have bases with animal, plant or geometric motifs or mythological creatures. After entering the hall, which usually includes a stove attached to the facing wall, the wall itself has animal motifs and mythological creatures that are worked in relief [15].

#### 5.4 The Bazi (Bassero) Style

This house had a different layout than all other styles. It consisted of a longitudinally extended room (courtyard) that performed all household functions, from cooking, to work workshops, to worship. Opposite this main room was a group of square-shaped rooms, the number of which ranged from three to six rooms [9], and at the entrance there was a staircase leading to a second floor (Fig. 5).

#### 6. The Model (Typical) Style in Second Millennium BC

In the second millennium BC, there were many architectural styles, and this research will review the most prominent architectural styles, which are as follows:

1) a small door opening inward, leading to a small vestibule off the street which contained a drain and a pot of water for washing the feet. The entrances differed in their shapes, some of which are: false entrance: where the entrance to the house after the door turns to the right or left at a right angle

The use of broken and false entrances was prevalent to maintain privacy on the one hand and as a result of the climate on the other hand. If the wind enters directly, it will have a severe impact on the house.

2) a courtyard, lower than the rest of the building, paved with brick, with a central drain towards which the floor sloped slightly. The courtyard is the main point in the house, as it gathers all the facilities of the house around it, and its primary function is the main outlet for sunlight and air to enter the spaces of the house. It is also the main headquarters for many daily and social activities due to the presence of kilns, ovens, hand grinders [13,20], metal casting places, and pottery making. The yard often takes the shape of a house. It may be square or rectangular.

3) a guest room, usually at the back of the house, used for receiving visitors. This was a wide, shallow room, sometimes containing a brick-paved wash-room, it was placed far from the main entrance to the house due to privacy and to avoid the street. The wall that connects it to the courtyard is very thick, unlike the rest of the rooms, and it may be placed far from the living room [10].

4) a kitchen, often brick-paved, with a hearth and an oven, and which was found to contain appropriate small utensils, Man practiced cooking on stoves near his homes before using the oven. The tannur occupied a room in the house due to its large size and difficulty in manufacturing, for the second millennium The kitchen now has its own room equipped with stoves, skirts and platforms. Soft to place materials on. One of the specifications of the kitchen is that it is connected to an

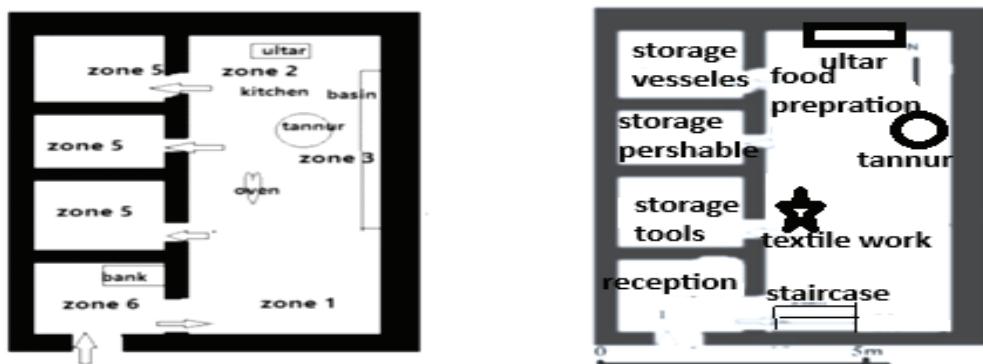


Fig. 5. Bazi (Bassero) Style [17]

entrance or surrounded by a courtyard for smoke and steam. Which comes out and to ensure good ventilation

5) a lavatory, a small paved room with a latrine, the bathroom and the toilet were in the same room, but in the second millennium, then the bathroom was separated from the toilets, and its location changed according to the position of the stairs [11]. The toilet consisted of two tunnels next to each other, built of mud and raised above the surface of the ground. Between them was a slit containing a connected traction channel at the bottom with a sewage system. As for the bathroom, as we talked about previously, it was connected to the toilet at first, then it was separated by a small brick wall, then it was finally separated by a room separate from the toilet, which was located in the front or back of the toilet room, and was tiled and contained a drainage channel, and it might contain a stove to warm the water in days Cold winter [7].

6) the stairway, a substantial brick structure passing over the top of the lavatory. The initial step was extremely high, so Wooley postulated the use of a moveable wooden step. The stairs turn at right angles on their way to the second storey. The upper part was made of wood.

7) a servant's workroom, sometimes leading out into a back yard, in which querns and similar small objects were found.

8) Many of the houses also had a small room behind the main house which contained an altar installation and the graves of family members, referred to as a domestic chapel. Although this fact provides interesting and useful information about private religious practice, a lengthy discussion of this phenomenon would be out of place in this paper. There were no private rooms, but there were shrines, since the homes were smaller in size than the homes of other cities. In the second millennium, this room was transformed into a suite consisting of a room for washing and wearing special clothes, a second room for practicing religious rituals, and a third room for burial

9) store: When ancient man needed a place to store his few and simple needs, he had nothing better than pottery jars. When he learned agriculture, he realized the necessity of saving quantities of grains for the next season in order to plant them again. For this reason, he needed a place wider than the jars, so he placed the grains in large jars and the tools near them, for fear of them being affected by the wind and rain.

10) Stables: The houses (located east Mesopotamia) in the ethno-archaeological studies already alluded to are similar in general layout to the Ur houses in the sense that they usually consist of a courtyard and several rooms, usually a family room, containing a hearth, in which the family sleeps at night, store rooms for straw and dung-cake fuel, occasionally a kitchen, and often stables for the family animals [8].

The Typical (Model) house prevailed in that period, which was of a square or rectangular shape. The rooms were distributed around a central courtyard, and on one side of it appeared a room containing a staircase leading to the roof or the second floor, and within that room were located the sanitary facilities. This pattern was found in most Syrian and Mesopotamia sites, which provided an idea about the residents of those houses from our knowledge of how they built their houses and what materials they used in construction, we were able to know the extent of their development and cultural and intellectual progress, and through the large size of the house we were able to determine the economic level of the residents of those houses. By studying the homes of most of the sites in the research area and during the period of the second millennium, it became clear that the Typical (Model) house dominates in most of those sites, where we were able to roughly determine the proportions.

## 7. Results

— Houses evolved from the simple form with an open front courtyard to the house system with a courtyard and took its fixed form of complete closure towards the outside and total openness towards the interior

— The simple house with a front has been a Syrian influence since the third millennium.

— The typical (Model) style dominated various types of homes in the second millennium.

By studying most of the homes in the research area, it was revealed that the simple style decreased in the last half of the second millennium in Syria

— The Bazi (Bassero) and Alalakh styles were specific to Syria, and it seems that Mesopotamia was influenced by these two styles.

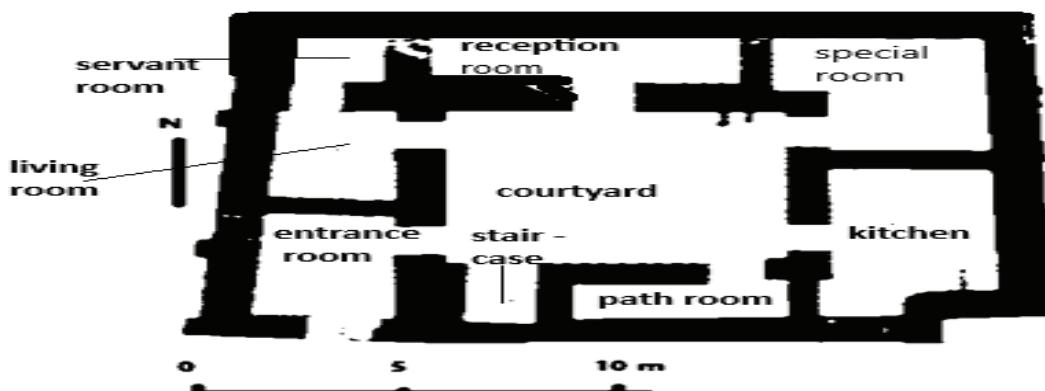


Fig. 6. Model House from Ur in Gay [8]

— The complex pattern increased in Mesopotamia and Syria in the latter half of the second millennium.

— One courtyard dominated most of the homes in the studied area, with homes sometimes containing two courtyards.

— The corners of the houses were directed towards the four directions to be exposed to light and air, but in the second and last half of the second millennium, compound houses in-

creased, as we mentioned, which took different angles and irregular sides.

— The thickness of the walls is not a measure of the presence of a second floor. When the room was large, its walls had to be thick to support the large ceiling, and the mat, which was made of mud, and some wood and reeds were unable to support a second floor.

#### References:

1. Abd alGhane, K. (2020). The House in Syria and Iraq in the Second Millennium BC, PhD thesis, University of Damascus.
2. Abo Assaf, A. (2009.) Antiquities in Mount Houran — As-Suwayda Governorate. Part 2. Damascus.
3. Al-Jader, W. (1983). Preliminary results of the excavations of the University of Baghdad.
4. Department of Archeology — Sippar site from (1978 to 1983). Sumer Magazine 39, Baghdad.
5. Al-Dawaf, Y. (1969). Building Construction and Building Materials, Al-Shafiq Press, Baghdad.
6. Akkermans, P. (2003). Archeology of Syria. From complex hunter gatherers to early urban societies. 16000–300 B. C. Cambridge University press.
1. Alkim. U. B. (1969). The Amanus region in Turkey: New Light on the historical Geography and Archaeology. Archaeology 22.
2. Al-Khader, A. (2002). History of architecture in antiquity. Damascus.
3. Al Najafee, H. (1988). Revealing part of the city of Mataura in Tel Al-Seeb, Sumer Magazine, Issue 45, Baghdad.
4. Al-Qaisi, K. (1989). The Iraqi House in the Old Babylonian Era in Light of the Abo Habba (Sippar) Excavations, Baghdad.
5. Ismail, I. (2013). L architecture domestique sur la côte syrienne à l'âge du bronze récent. université lumière Lyon2.vol 1.
6. Kepinski, C. (1996). Spatial occupation of a new town Haradum (Iraq middle Euphrates, 17th.18th centuries B. C. Istanbul.
7. Kramer, C. (1979). An archeological view of a contemporary Kurdish village. Domestic architecture. Household size. And Wealth. in Ethnoarcheology. Colombia University.
8. Dornemann, H. (1989). one bronze age site among many in the tabqa dam salvage area. Bulletin of the American schools of oriental research. no 270. ancient Syria.
9. Kramer, C. (1982). Village ethnoarchaeology. Rural Iran in archeological perspective. Newyork.
10. Mallownen, M. (1935). Chagar Bazar and survey of the Khabur region. Iraq 3.
11. Margeuron, J. (1979). un hilani à Emar. in archaeological reports from the Tabaq dam project Euphrates valley. Syria.
12. Radon, N. (2017). Architecture and Fine Arts in the Arab World in Historical Ages until Christmas, Journal of Historical Studies, University of Damascus, No. 135.
13. Stone, E. (1987). Nippur Neighborhoods, the oriental institute, university of Chicago U. S. A.
14. Woolley, L. (1976). The old Babylonian period. Excavations at Ur vol VII. London.
15. Yadin, Y. (1977). Executive Curator of the exhibition of excavations, Provo, Utah.
16. Yassen, G. (1988). Study of the old babylonian pottery from the hamren basin Iraq with social reference to the Halawa, England.

## Использование конструкций из фибробетона в качестве несъемной опалубки

Михайлов Олег Владимирович, студент магистратуры

Научный руководитель: Савин Сергей Николаевич, доктор технических наук, старший научный сотрудник, профессор  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье автор исследует фибробетон как строительный материал, его состав, технологию производства, виды фибры и области применения фибробетона в строительстве, понятие и виды опалубки, значение конструкций из фибробетона для несъемной опалубки.

**Ключевые слова:** фибробетон, бетон, фибра, армирование, прочность, строительство, применение, волокна, нагрузки, устойчивость, структура, опалубка.

Фибробетон — это технологически прогрессивный, усовершенствованный строительный материал, раз-

новидность мелкозернистого бетона, армированного тонкими волокнами (металлическими, синтетическими или

стеклянными) для повышения прочности, стойкости к трещинам и устойчивости к различным нагрузкам и агрессивным воздействиям [4, с. 8].

Покажем, как выглядит фибробетон на рис. 1.

Фибробетон используется для равномерного усиления структуры бетона на микроуровне.

Свойства фибробетона состоят в его прочности, долговечности, стойкости к трещинам, сопротивляемости различным нагрузкам и устойчивости к агрессивным воздействиям, что делает его стратегически выгодным решением в разных условиях эксплуатации.

Фибробетон широко используется в строительстве (промышленные полы, дороги, железобетонных изделий, отделочные растворы) благодаря прочности и долговечности, обеспечивает надежность конструкций и увеличивает срок их службы с минимальным обслуживанием [5, с. 206].

Базовая рецептура фибробетона включает в себя традиционные компоненты, как портландцемент, заполнители, например, песок и щебень мелкой фракции, воду,

различные добавки, которые корректируют подвижность и прочностные характеристики смеси. Важным отличием является добавление фибры, которая распределяется по всей массе бетона. В конечном итоге, это дает композит с внутренним трехмерным армированием, отличается от обычного бетона, который армируется локально арматурой.

Армирующие волокна добавляют в бетон в количестве 0,5–2 % от общей массы смеси. Дозировка зависит от типа волокна, цели и требований проекта. Смесь тщательно перемешивается для равномерного распределения волокон и предотвращения их слипания.

В фибробетоне важна последовательность загрузки компонентов и время перемешивания. Металлическую фибру вводят после основной смеси, полипропиленовую — вместе с сухими компонентами. Равномерность распределения фибры влияет на качество и долговечность конструкции [1].

Виды фибры, используемые в производстве фибробетона приведены в таблице 1.



Рис. 1. Внешний вид фибробетона [5, с. 206]

Таблица 1. Виды фибры, применяемые для производства фибробетона

Вид фибры	Материал, особенности	Применение
Металлическая	Низкоуглеродистая сталь (прямая, гофрированная, с якорными загибами). Высокая прочность на изгиб и удар, устойчивость к механическим повреждениям и вибрациям.	Промышленные полы, аэродромные плиты, туннельная обделка, объекты, которые подвергаются абразивному износу. Конструкции требуют высокой прочности при динамических и циклических нагрузках.
Полимерная (полипропиленовая)	Легкий синтетический материал, не подвержен коррозии, совместим с цементной матрицей.	Жилое и малоэтажное строительство, армирование штукатурок, стяжек, тонкослойных полов и отмосток. Снижение образования усадочных трещин, повышение водонепроницаемости и ударной вязкости.
Стеклянная	Высокая стойкость к растяжению и температурным колебаниям. Щелочестойкие модификации.	Архитектурные бетонные изделия, декоративные панели, фасадные элементы.
Базальтовая	Натуральное базальтовое волокно. Высокая термостойкость, устойчивость к химическим веществам.	Объекты с высокими требованиями к коррозионной стойкости: энергетика, транспорт, химическая промышленность. Агрессивные условия (высокая влажность, кислотные/щелочные среды, перепады температур).

Выбор вида фибры обусловлен назначением, условиями и экономикой. Фибробетон выигрывает у бетона стойкостью к трещинам, волокна препятствуют росту дефектов при усадке и деформациях.

Фибробетон обладает высокой стойкостью к изгибу и растяжению, важно для конструкций с нагрузками, отличается высокой ударной вязкостью, не хрупкий при разрушении, поглощает энергию, что важно в сейсмоопасных

зонах и на объектах с повреждениями. Введение волокон в состав материала способствует увеличению сопротивляемости к износу, улучшает переносимость низких температур и колебаний температуры, подходит для регионов с суровым климатом [5, с. 207].

Фибробетон широко применяется в строительстве, транспортной, промышленной и гражданской инфраструктуре, представим это в таблице 2.

Таблица 2. Области применения фибробетона

Область применения	Описание	Преимущества фибробетона
Промышленные и складские полы	Полы подвергаются интенсивным нагрузкам от техники, транспорта и вибраций. (логистика, производство, центры)	Устойчивость к истиранию и растрескиванию
Дорожное строительство	Дорожные покрытия, тротуары, бордюры, пандусы.	Увеличение срока службы, снижение затрат на ремонт (особенно в условиях сезонного разрушения)
Гидротехнические сооружения	Подпорные стенки, каналы, резервуары, лотки.	Устойчивость к влаге
Монолитное строительство	Фундаменты, плиты перекрытия, стены.	Улучшение адгезии, снижение образования трещин, стойкости к трещинам
Железобетонные изделия (ЖБИ)	Плиты, бордюры, лестничные марши.	Уменьшение массы изделия, улучшение эксплуатационных качеств
Декоративные элементы	Архитектурные детали, фасадные панели, малые архитектурные формы.	Возможность создания тонких, легких, но прочных изделий

Практика применения фибробетона показывает его востребованность в строительстве в разных регионах России [2, с. 25]:

— Северные и восточные области России демонстрируют активное применение фибробетона в дорожной инфраструктуре, поскольку он обладает морозостойкостью и устойчивостью к перепадам температур, в отличие от обычных материалов, которые быстро теряют прочность [6, с. 185];

— Дальний Восток свидетельствует об использовании фибробетона в портовых сооружениях;

— Москва показывает применение фибробетона в жилищном и подземном строительстве;

— Санкт-Петербург демонстрирует использование фибробетона при усиливании уже построенных конструкций;

— в южных и западных областях России фибробетон идеально подходит для создания долговечных покрытий и облицовки фасадов, особенно на промышленных предприятиях.

Выбор фибробетона направлен на то, чтобы повысить надежность строительных объектов. Материал для фибробетона с волокнами, снижает эксплуатационные затраты и повышает межремонтные интервалы. Грамотное проектирование и соблюдение технологии позволяют создавать легкие, экономичные и долговечные конструкции, которые соответствуют требованиям к устойчивости, безопасности и эффективности строительных решений. Использование фибробетона повышает его долговечность и минимизирует риски разрушения и износа [2, с. 26].

Опалубка — это вспомогательная конструкция, состоящая из формообразующих элементов, которая поддерживает конструкции и крепежи, используемая в строительстве для придания монолитным конструкциям заданных форм, размеров и пространственного положения.

После того как бетонная смесь застынет, временную форму снимают (это называется распалубливанием). Однако существует и постоянная опалубка, которая монтируется навсегда и интегрируется в структуру здания.

Виды опалубки в строительстве:

1) по назначению, например, опалубка для фундамента, стен, перекрытий, колонн.

2) по конструкции, например:

— щитовая состоит из готовых щитов, которые соединяются между собой с помощью крепежа. Делится на крупнощитовую (для больших поверхностей) и мелкощитовую (для небольших или сложных конструкций);

— балочно-ригельная включает деревянные или металлические балки, ригели и фанерные щиты, помогает создавать конструкции сложной формы (арки, округлые стены или колонны);

— блочная представляет собой модульные блоки, которые собираются в пространственные конструкции, используется для возведения колонн, резервуаров или замкнутых сооружений.

Для изготовления опалубки используют разные материалы, например:

— деревянная — изготавливается из досок, бруса или фанеры, подходит для небольших объектов, но имеет ограниченную обрачиваемость (10–20 циклов) и требует тщательной обработки для предотвращения впитывания влаги;

— металлическая (стальная или алюминиевая) отличается высокой прочностью и обрачиваемостью (до 200–500 циклов);

— пластиковая — является лёгкой, устойчивой к влаге и химическим веществам, удобна для малых и средних объектов;

— композитная — сочетает свойства разных материалов, обеспечивает высокую прочность и устойчивость при меньшем весе [3, с. 10].

Индивидуальный план установки опалубки подробно описывают в проектной документации к строительному объекту. В нём указывают тип и количество опалубочных элементов, прилагают чертежи с пояснениями для монтажа.

Особенности монтажа заключаются в следующем:

1. мелкощитовую опалубку монтируют вручную, для установления крупнощитовой привлекают грузоподъёмную технику;

2. боковые щиты соединяют между собой и выравнивают с помощью специальных замков, противоположные скрепляют винтовыми стяжками [7, с. 124].

Таким образом, фибробетон является улучшенным современным строительным материалом, который представляет собой мелкозернистый бетон, армированный волокнами для повышения прочности и устойчивости конструкций. Свойства фибробетона заключаются в увеличении прочности, долговечности и стойкости к трещинам, высокой стойкости к изгибу, растяжению, ударной вязкости и устойчивости к истиранию. Фибробетон применяется в промышленных полах, дорожном строительстве, гидротехнических сооружениях, монолитном строительстве, железобетонных изделий и декоративных элементах. Практика применения фибробетона показывает его использование в разных регионах России. Опалубка помогает придавать форму монолитным конструкциям. Несъёмная опалубка из фибробетона используется для формирования монолитных конструкций, оставаясь частью несущей стены после заливки бетона. Фибробетонная несъёмная опалубка ускоряет строительство, сокращает время, защищает арматуру и позволяет создавать сложные формы с отверстиями для коммуникаций.

#### Литература:

1. Абрамян С. Г. Современные опалубочные системы [Электронное издание: учебное пособие. — Волгоград: ВолгГАСУ, 2015. URL: [https://vgasu.ru/attachments/oi\\_abramyan-03.pdf](https://vgasu.ru/attachments/oi_abramyan-03.pdf)
2. Ефремов Д. В. Опыт применения фибробетона, армированного полипропиленовой фиброй, в России и за рубежом // Молодой учёный. — 2024. — № 46. — С. 25–28.
3. Киянец А. В. Современные опалубочные системы: учебное пособие. — Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. — 52 с.
4. Леонович С. Н. Технология и свойства фибробетона с наномодифицированной матрицей: монография. — М.: ИНФРА-М, 2024. — 194 с.
5. Окольникова Г. Э. Анализ свойств различных видов фибробетонов // Системные технологии. — 2018. — № 26. — С. 206–210.
6. Перепечко С. А. Фибробетон и его использование в северных регионах России // Молодой учёный. — 2017. — № 2. — С. 185–187.
7. Хасан С. С. Несъёмная опалубка из стеклофибробетонных панелей для наружных монолитных железобетонных стен малоэтажных зданий // Инновационная наука. — 2017. — № 1. — С. 124–126.

## Экспериментальная проверка работы фибробетонных конструкций в условиях динамических нагрузок

Михайлов Олег Владимирович, студент магистратуры

Научный руководитель: Савин Сергей Николаевич, доктор технических наук, старший научный сотрудник, профессор  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье автор исследует фибробетонные конструкции, армированные металлической и неметаллической фиброй, которые обладают улучшенными свойствами по сравнению с обычным бетоном, но сложнее в производстве и дороже. Результаты исследования показали увеличение динамической прочности и влияния смешанного армирования фиброй. Математическая модель описывает деформирование и разрушение материала. Факторы, влияющие на фибробетонные конструкции.

**Ключевые слова:** фибробетон, фибра (волокна), конструкции, нагрузки, исследования, прочность, трещиностойкость, долговечность, устойчивость, сейсмостойкость.

**Ф**ибробетонные конструкции — это конструкции из фибробетона — композитного материала, в состав которого входят армирующие волокна (фибра). Эти волокна выполняют роль микроарматуры, значительно улучшая характеристики бетона, которые повышают прочность на растяжение, изгиб и сдвиг, увеличивают трещиностойкость, снижают риск образования сколов и повышают общую долговечность бетона в различных условиях эксплуатации. Фибробетон позволяет создавать более тонкие и легкие конструкции без потери несущей способности, что особенно важно в современном строительстве [6, с. 206].

Базовая рецептура фибробетона включает традиционные компоненты: портландцемент, заполнители (песок и щебень мелкой фракции), воду и добавки, регулирующие подвижность и прочностные характеристики смеси. Ключевое отличие заключается в добавлении фибры, которая равномерно распределяется по всей массе бетона в процессе его приготовления. Важно отметить, что качество перемешивания и равномерность распределения волокон критически важны для достижения оптимальных характеристик материала.

Фибробетон классифицируется по типу применяемых волокон, которые определяют его свойства и область применения. Металлическая фибра, которая изготовлена на основе стали, может иметь различные формы (прямая, волнистая, с анкерами на концах) и размеры, которая придает бетону высокую прочность на растяжение и сдвиг, стойкость к динамическим и ударным механическим воздействиям. Неметаллическая фибра производится из различных материалов, как акрил, карбон, хлопок, стекло, полиэтилен, базальт и другие. Эти волокна делают фибробетон более легким, устойчивым к коррозии и годным для использования в агрессивных средах.

Виды неметаллической фибры обладают уникальными свойствами. Стекловолокно применяется для улучшения прочности, устойчивости к огню и влаге, для создания декоративных элементов с разнообразными текстурами. Полипропилен обеспечивает легкость и хорошую устойчивость к замерзанию и механическим повреждениям, что делает его идеальным для использования в условиях переменчивого климата. Базальтовое волокно отличается высокой стойкостью к химическим воздействиям, огнестойкостью и долговечностью, что позволяет использовать фибробетон с базальтовой фиброй в строительных конструкциях [4, с. 34].

Преимущества фибробетона по сравнению с обычным бетоном делают его востребованным материалом в современном строительстве. Прочность обеспечивается благодаря армированию фиброволокном, что повышает сопротивление материала к сжатию, изгибу и растяжению. Устойчивость к трещинам обеспечивается тем, что фи-

броволокно сдерживает распространение микротрещин, предотвращает их развитие в крупные разрушительные трещины и увеличивает срок службы конструкций. Снижение веса позволяет уменьшить нагрузку на фундамент и упростить процесс монтажа. Устойчивость к воздействию внешней среды делает фибробетон идеальным материалом для использования в условиях высокой влажности, агрессивных химических веществ и значительных температурных колебаний. Улучшенная сейсмостойкость обеспечивается благодаря высокой прочности и гибкости фибробетонных конструкций, которые позволяют им выдерживать значительные деформации без разрушения [7, с. 23].

Фибробетон находит широкое применение в различных сферах строительства благодаря своим уникальным свойствам и преимуществам. В строительстве дорог и мостов он используется для создания дорожных покрытий и мостовых конструкций, где необходима высокая прочность, долговечность и устойчивость к интенсивным транспортным нагрузкам. В производстве декоративных элементов фибробетон позволяет создавать сложные формы и текстуры, что делает его незаменимым материалом для дизайнеров и архитекторов. В промышленных сооружениях фибробетон используется при строительстве заводов и складов, где важна высокая прочность и устойчивость к механическим повреждениям, к воздействию агрессивных химических веществ. В жилищном строительстве фибробетон может применяться в возведении жилых домов, особенно в тех случаях, когда нужен легкий и прочный материал для создания тонкостенных конструкций и нестандартных архитектурных решений. В качестве инженерных конструкций фибробетон используется для создания различных инженерных элементов, как фундаменты, опоры и коллекторы, где важна высокая прочность, устойчивость к воздействию грунтовых вод и долговечность.

Недостатки фибробетона, такие как сложность производства (неравномерное распределение фибры в смеси требует использования специального оборудования, контроля качества перемешивания) и высокая стоимость (цена фибробетона на 15–30 % выше, чем у обычного бетона, из-за стоимости фибры и затрат на технологический процесс), ограничивают его широкое применение. Однако постоянное развитие технологий и снижение стоимости производства фибры делают фибробетон все более конкурентоспособным материалом в современном строительстве [10, с. 21].

Экспериментальная проверка работы фибробетонных конструкций в условиях динамических нагрузок включает исследования, которые направлены на изучение механических свойств материала при высоких скоростях деформации. Это важно, так как ударные, взрывные дина-

мические воздействия могут возникать в чрезвычайных ситуациях, и поэтому необходимо знать динамические свойства материалов, из которых изготовлены конструкции [3, с. 5].

Для экспериментальной проверки работы фибробетонных конструкций при динамических нагрузках используют методы испытаний, например:

Методика разрезного стержня Гопкинсона (РСГ) позволяет проводить испытания в диапазоне скоростей деформации  $10^2\text{--}10^4\text{ с}^{-1}$ . В традиционном варианте РСГ используются два тонких длинных стержня с высоким пределом текучести, между которыми расположен образец малой длины из исследуемого материала [5, с. 87].

Результаты экспериментальных исследований работы фибробетонных конструкций при динамических нагрузках:

Увеличение динамической прочности — например, в испытаниях на сжатие образцов из фибробетона установлено, что динамическая прочность фибробетона выше в среднем на 28 % по сравнению с обычным бетоном.

Упрочнение материала — при увеличении амплитуды нагрузки (определяется скоростью ударника) повышается предел прочности при сжатии как у бетонных образцов, так и у образцов с добавлением металлической стружки (фибробетон) [8, с. 100].

Влияние формы фибры — например, максимальную прочность при динамическом одноосном сжатии и сжатии в обойме показал фибробетон со стальной фиброй, а самую высокую прочность при динамическом растяжении (раскалывании) и срезе — фибробетон с комбинированной фиброй [2, с. 124].

Влияние смешанного армирования — например, в экспериментах с изгибающимися сталефиброжелезобетонными балками с зонным сталефибральным армированием сжатой зоны сечения установлено, что применение высокопрочной проволоки совместно со стержневой арматурой приводит к повышению несущей способности и снижению деформативности конструкции [9, с. 80].

Результаты экспериментального исследования авторов Н. Н. Белова, Н. Т. Югова, Д. Г. Копаницы, В. С. Плевкова, А. А. Югова, В. В. Шашкова, К. Л. Кудякова, А. М. Устинова позволяют использовать их для математического моделирования поведения фибробетонных конструкций при динамических нагрузках.

Авторами предложена математическая модель, которая характеризует процессы деформирования и разрушения фибробетона в условиях ударно-волнового нагружения. Фибробетон моделируется гомогенной двухфазной смесью фибры и бетона, а при динамическом нагружении до выполнения критерия прочности описывается моделью линейного упругого тела.

Фибробетон, как композиционный материал, находит все более широкое применение в строительстве, особенно в условиях, где конструкции подвержены воздействию динамических нагрузок. В исследованиях динамических нагрузок, прежде всего, рассматривают ударное нагружение.

Данный тип воздействия может имитироваться ударом стального индентора. В экспериментах использовались цилиндрические ударники с различными параметрами (диаметром, длиной) и скоростями, в частности, 54,8 м/с и 300 м/с. Кроме того, к динамическим воздействиям относится ударно-волновое нагружение, характеризующееся кратковременным, но интенсивным воздействием на конструкцию [1, с. 63].

Поведение фибробетонных конструкций под воздействием динамических нагрузок определяется рядом факторов. Одним из важнейших является скорость удара, которая напрямую влияет на характер разрушения материала и глубину проникновения ударника. При разных скоростях удара могут быть применены различные математические модели для адекватного описания процесса разрушения.

Тип и количество фибры также играют важную роль для конструкций из фибробетона. В исследовании Н. Н. Белова и др. применялись базальтовая, углеродная и стальная фибра. Важно отметить, что существует оптимальное содержание фибры, обеспечивающее максимальную прочность конструкции. Например, для базальтофибробетона оптимальное содержание составляет около 0,6 % по массе вяжущего. Тип фибры также влияет на характер разрушения и форму образующегося кратера.

Не менее важным фактором является тип бетонной матрицы. Свойства самого бетона (обычного, высокопрочного порошкового бетона) оказывают влияние на прочность конструкции. Высокопрочный бетон демонстрирует значительно большую устойчивость к ударным воздействиям по сравнению с обычным бетоном.

Нагрузка также оказывает значительное влияние на поведение фибробетонных конструкций. Рассматривались слоистые конструкции, которые состоят из разных материалов (фибробетон, железобетон, обычный бетон). Расположение слоев материала влияет на эффективность конструкции, обеспечивает оптимальное распределение напряжений и сопротивление разрушению. Важным параметром также является толщина плиты, определяет ее общую несущую способность.

Влияние динамических нагрузок на фибробетонные конструкции проявляется в нескольких аспектах. Одним из них является прочность на сжатие, которая может быть исследована при различных коэффициентах армирования. Глубина проникновения ударника является важным показателем, который характеризует устойчивость конструкции к ударным воздействиям. Формирование кратеров и их размеры также отражают уровень разрушения материала и геометрию повреждения при воздействии ударной волны.

Анализ результатов исследований показывает, что фибробетон обладает улучшенными характеристиками по сравнению с обычным бетоном при динамическом нагружении. Слоистые конструкции, которые сочетают разные материалы, могут обеспечивать более высокие показатели прочности и устойчивости по сравнению с однородными

конструкциями. Важную роль в поведении конструкции играют прочностные характеристики бетона. Однако следует отметить, что простое армирование высокопрочного бетона стальной фиброй не всегда приводит к существенному повышению прочности [1, с. 63].

Таким образом, фибробетонные конструкции, армированные волокнами (фиброй), обладают улучшенными характеристиками прочности, трещиностойкости и долговечности. Фибробетон классифицируется по типу фибры: металлическая (стальная) и неметаллическая (акрил, карбон, стекло, полипропилен, базальт и др.). Фибробетон

применяется в дорожном строительстве, декоративных элементах, промышленных и жилых сооружениях, инженерных конструкциях. Результаты исследования показали увеличение динамической прочности фибробетона, упрочнение материала, влияние формы и смешанного армирования фибры на свойства фибробетона. Добавление фибры увеличивает прочность, трещиностойкость, водонепроницаемость и других показателей фибробетонных конструкций. При ударном воздействии происходит разрушение мелкозернистого бетона, что приводит к разрушению материала.

#### Литература:

1. Белов Н. Н. Модель динамического разрушения фибробетона // Вестник ТГАСУ. — 2014. — № 5. — С. 63–76.
2. Брагов А. М. Исследование механических свойств фибробетона с помощью методики Кольского и ее модификаций // Вестник нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. — 2011. — № 4. — С. 123–129.
3. Гонов М. Е. Деформация и разрушение бетонов и фибробетонов при скоростях деформации от 10–3 до 104 с: автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Нижний Новгород, 2022. — 20 с.
4. Леонович С. Н. Технология и свойства фибробетона с наномодифицированной матрицей: монография. — М.: ИНФРА-М, 2024. — 194 с.
5. Николаева Е. А. Особенности динамической калибровки стержня Гопкинсона Кольского // Математическое моделирование систем и процессов. — 2003. — № 11. — С. 87–93.
6. Окольникова Г. Э. Анализ свойств различных видов фибробетонов // Системные технологии. — 2018. — № 26. — С. 206–210.
7. Плевков В. С. Оценка технического состояния, восстановление и усиление железобетонных конструкций зданий и сооружений с применением фибробетона: учебное пособие. — Томск: Изд-во ТГАСУ, 2016. — 128 с.
8. Ражабов Е. С. Экспериментальные исследования свойств бетона и фибробетона при импульсном нагружении // Academy. — 2020. — № 12. — С. 100–104.
9. Уткин Д. Г. Деформирование изгибаемых сталефиброжелезобетонных элементов со смешанным армированием при кратковременном динамическом нагружении // Вестник ТГАСУ. — 2015. — № 5. — С. 80–89.
10. Федюрко Р. И. Перспектива фибробетона // Аллея Науки. — 2018. — № 2. — С. 21–24.

## Роль витражей в религиях

Харина Мария Михайловна, студент;

Железняк Наталия Владимировна, студент;

Свинцицкая Валерия Сергеевна, ассистент

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

*Статья посвящена роли витражей в религиях как символа божественного света. Анализируется их история, значение в христианстве, исламе и буддизме. Рассматривается эволюция техники создания витражей от Древнего Египта до современных храмов и духовное воздействие через игру цвета и света. Витражи выступают мостом между традицией и инновациями, усиливая восприятие сакрального пространства.*

**Ключевые слова:** витражи, религия, христианство, ислам, буддизм, сакральная архитектура, символика света, готические соборы, восточные орнаменты.

### Введение

Витражи — это уникальное искусство, где свет становится главным героем, преображая сакральное пространство и наполняя его символическим смыслом. С древних времен они служат мостом между материальным миром

и божественным, создавая атмосферу таинства и вдохновения.

Витражи играют важную роль в современной религиозной архитектуре, гармонично объединяя вековые символы с новыми идеями. Они обогащают духовное восприятие верующих, создавая неповторимую игру света

и цвета. В православных храмах витражи традиционно украшают алтарные окна с изображениями Христа, Рая и Небесного Иерусалима. Современные технологии обеспечивают прочность и долговечность витражей. Новые церковные проекты в России и Европе включают создание витражей с абстрактными формами и гуманистическими мотивами в современных дизайнах, которые привлекают молодежь.

В исламской и восточной архитектуре витражи играют ключевую роль в формировании сакральной атмосферы, где геометрические узоры и цветовые решения передают философские концепции божественной бесконечности. Несмотря на тенденцию к снижению посещаемости церквей в некоторых регионах, витражи способствуют переосмыслению сакральных пространств, делая их более доступными и ориентированными на благополучие. Витражи соединяют историческое наследие и духовную потребность верующих.

### История развития витражей

История развития витражей берет начало еще в древности, когда в IV тысячелетии до н. э. в Древнем Египте появилась техника покрытия изделий непрозрачной стекловидной глазурью. Первый витраж представлял собой мозаичный тип, где разноцветные стеклянные фрагменты соединялись свинцовыми профилями, придающими конструкции прочность. Уже в IX в. была открыта технология окрашивания стекол при помощи обжига, что позволило развить витражную живопись к X веку. Самые древние сохранившиеся витражи с фигуративными изображениями встречаются в европейских соборах, например в Аугсбургском соборе в Германии [7].

Золотой век витражного искусства начался в XII веке, в готический период, со строительства таких великих соборов, как Шартрский, Реймсский, Кёльнский и Нотр-Дам. Их витражи, славящиеся своей сложной техникой и изысканной художественной выразительностью, служили не только украшением, но и средством передачи библейских сюжетов и духовных учений посредством света и цвета. Развитие витражного искусства было затруднено религиозными войнами XVI в., но постепенно оно начало использоваться и в светских зданиях, в том числе в медальонах с портретами и мифологическими сценами [2; 6].

Витражи пережили возрождение в эпоху романтизма XVIII и XIX вв., когда были приняты новые техники нанесения краски на цельное стекло. Немецкие и французские мастера сыграли ключевую роль в возрождении традиционных техник и создании мастерских по всей Европе. Современные витражи могут похвастаться широким спектром форм и методов изготовления — от классической мозаики до росписи по стеклу. Витраж, применяемый как в интерьерах, так и в экsterьерах зданий, успешно сочетает в себе уважение к прошлому с современными подходами, обогащая этот вид искусства.

История витражного искусства демонстрирует, как менялись художественные, технические и духовные идеи с течением времени, благодаря постоянному диалогу между устоявшимися техниками и новыми открытиями. Витражи используют свет и цвет для создания завораживающей атмосферы, вызывая восхищение и вдохновение как в храмах, так и в обычных пространствах.

### Витражи в христианстве

Витражи в христианстве символизируют божественный свет, пронизывающий храм и соединяющий земное с небесным, отражая идею средневековых богословов о свете как воплощении христианского знания и благодати. В раннехристианских базиликах Рима и Византии окна заполняли просвечивающими пластиинами из алебастра или селенита, а к VI в. появились настоящие витражи, как в храме Святой Софии в Константинополе (537 г.), где цветное стекло усиливало мистическую атмосферу богослужения. В готических соборах XII–XIII вв., таких как Сен-Дени, Шартр и Нотр-Дам, аббат Сугерий называл витражи «Библией для бедняков»: они изображали сцены из Священного Писания, жизни святых и пророков, пропуская солнечные лучи для создания цветного сияния, символизирующего райский сад и искупление [3]. В Англии сохранились витражи соборов Йорка и Кентербери.

В православии витражи традиционно ставят в алтарных окнах, они изображают Христа, Воскресение или символы Святого Духа (голубь), усиливая освещение престола и передавая идею Небесного Иерусалима. В России XIX–XX вв. они возродились в храмах с изображениями икон и святых. Техника «паечных» витражей (cloisonné) со свинцовыми перемычками и шварцлотом для деталей лиц и орнамента позволяла контрастно передавать библейские сюжеты, где центр роз часто занимал Христос на троне с чашей причастия.

В современной практике витражи очищают души и привлекают верующих в сумраке храмов (рис. 1, 2) [1].

Сегодня витражи продолжают использоваться в католических и православных церквях для духовного воздействия, сочетая символику света с современными сюжетами, что подчеркивает их вечную роль в христианском искусстве.

### Витражи в исламе

Витражи в исламской архитектуре служат для создания атмосферы святости и умиротворения в мечетях, пропуская свет через геометрические узоры и арабески, которые символизируют бесконечность Аллаха и совершенство божественного мира, избегая фигурных изображений в соответствии с аниконизмом. Синий цвет ассоциируется с мудростью и духовностью, зеленый — с жизнью и возрождением, они усиливают мистическое воздействие света, проникающего через решетки «маш-

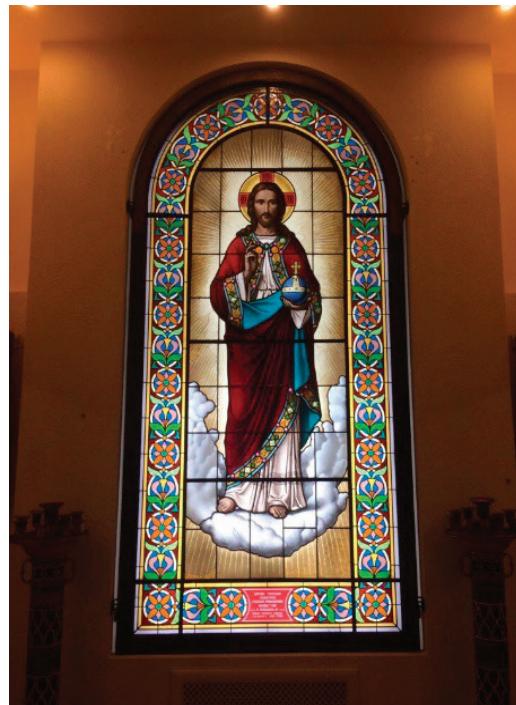


Рис. 1. Витраж «Христос Вседержитель», 1896–1917 гг.



Рис. 2. Витраж «Голубая Дева», Шартрский собор Нотр-Дам, Франция, 1150 г.

рабия» или цветные стеклянные панели в куполах и минаретах. Такие элементы, как восьмиконечные звезды с множеством окон вокруг, заливают интерьер ослепительным сиянием, подчеркивая величие и единство творения.

Восточные витражи в исламском стиле отличаются сложными переплетениями изогнутых форм и мозаичной структурой, часто выполнены в технике «тиффани» с латунными профилями для подсветки, что усиливает декоративность и сказочный эффект в современных интерьерах. Орнаменты, наполненные символикой, передают

религиозные и философские концепции без прямых изображений, сочетая контрастные плоскости оникса с узорчатыми модулями для динамичного света. Свет через витражи усиливает духовное восприятие, превращая пространство мечети в отражение божественного присутствия (рис. 3) [5].

Современные интерпретации сохраняют традиции, используя витражи в религиозных и светских объектах для передачи аромата Востока и романтики, как в работах с подсветкой, имитирующих «Тысячу и одну ночь». Таким

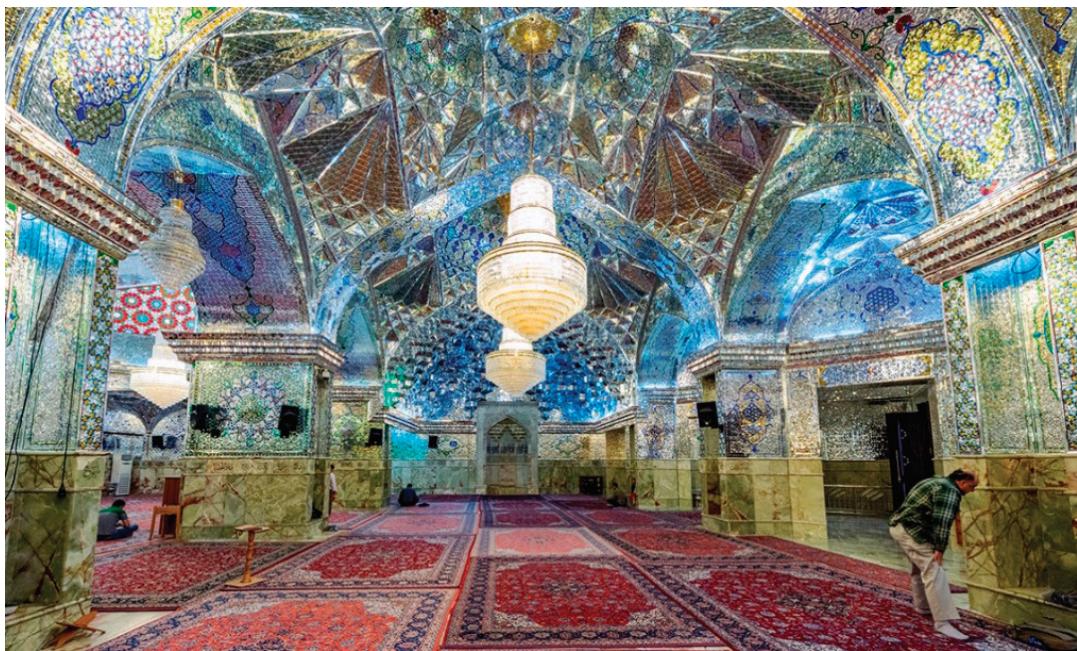


Рис. 3. Шах-Черах («Зеркальная мечеть»), Шираз, Иран, построен в XIX–XX вв.

образом, витражи остаются ключевым элементом исламского искусства, где свет и орнамент гармонично выражают теократические идеалы.

#### Витражи в буддизме

Витражи в буддийской архитектуре редки и не являются традиционным элементом, в отличие от христианства или ислама, но встречаются в современных или модернизованных храмах, где они изображают священные символы для усиления духовного света и гармонии. В Санкт-Петербургском дацане Гунзэчойнэй (построен 1909–1915 гг.) (рис. 4) по эскизам Николая Рериха созданы витражи плафона и ограждения молитвенного зала с «восьмью символами счастья» (зонт, рыбы, ваза, лотос, раковина, узел, штандарт, колесо Дхармы), символизирующими

путь к просветлению. Солнечные лучи через них освещают статую Будды в зимнее солнцестояние. Эти витражи в сдержанной цветовой гамме органично вписываются в интерьер, сочетая русский модерн с буддийской иконографией [4].

В других буддийских храмах витражи либо отсутствуют, либо заменены мозаикой, рельефами или цветным стеклом в потолках для имитации небесного сияния, что подчеркивает космогонию Меру и просветление. Современным примером служат витражи, установленные в Санкт-Петербургском дацане Гунзэчойнэй в 2010 г., изображающие, по правилам буддийского искусства, такие темы, как «Пять подношений чувствам», «Солнце» и «Лунный дракон». В буддийской традиции витраж выполняет роль светового акцента, олицетворяя Дхарму (учение) и Нирвану (состояние освобождения). При этом



Рис. 4. Витражи в Санкт-Петербургском дацане Гунзэчойнэй, 1915 г.

он остается уникальным элементом, демонстрирующим применение западных художественных технологий.

### Заключение

В религии витраж — это не просто декоративный элемент, это символический и духовный инструмент, соединяющий земное и божественное. Взаимодействие света и цвета создает неповторимую атмосферу внутреннего

просветления, еще больше усиливая значение религиозных учений и культурных традиций. Красота витражей в христианских соборах, мечетях и буддийских храмах показывает, как это искусство объединяет людей разных поколений, культур и вероисповеданий, сохраняя и развивая глубокие религиозные и философские идеи. Витражи прочно вошли в мировую культуру и историю, являясь воплощением духовного света и преображая сакральные пространства, что придает им яркость и особую значимость.

Литература:

1. Княжицкая, Т. В. Витражи в православных храмах России XIX — начала XX вв.: цветное стекло в окнах и иконостасах / Т. В. Княжицкая // Витражи в России. — 2008. — URL: <https://vitroart.ru/articles/articles/73/>
2. Готические витражи. — 2021. — URL: <https://vit-rage.ru/articles/goticheskie-vitrazhi>
3. Витражи в православных храмах, церквях и соборах. — 2023. — URL: <https://vit-rage.ru/articles/vitrazhi-v-pravoslavnyix-xramax-cerkvyax-i-soborax>
4. Новые витражи в буддийском храме Санкт-Петербурга // Витражи в России. — 2011. — URL: <https://vitroart.ru/Sinfo/Snews/625/>
5. Восточные витражи. — 2024. — URL: <https://vit-rage.ru/articles/vostochnyij-vitrazh>
6. История появления витражей. — URL: <https://blueglass.ru/istoriya-poyavleniya-vitrazhey>
7. Витраж // Википедия. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Витраж>



# Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 50 (601) / 2025

Выпускающий редактор Г. А. Письменная

Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова

Художник Е. А. Шишков

Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

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

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

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

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

Номер подписан в печать 24.12.2025. Дата выхода в свет: 31.12.2025.

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

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

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

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

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