

# АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 2713-1513

#49 (284), 2025

ЧАСТЬ I

# Актуальные исследования

Международный научный журнал

2025 • № 49 (284)

Часть I

Издаётся с ноября 2019 года

Выходит еженедельно

ISSN 2713-1513

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

**Ответственный редактор:** Ткачева Екатерина Петровна

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

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

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей.

При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Хайтова Олмахон Сайдовна**, кандидат исторических наук, доцент, Почетный академик Академии наук «Турон» (Навоийский государственный горный институт)

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

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

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

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

**Эшонкулова Нуржакон Абдулжабборовна**, PhD по философским наукам, доцент (Навоийский государственный горный институт)

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### ФИЗИКА

Лихушин И.О., Панов А.Ю.

МЕТОД ПИТО В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АЭРОДИНАМИКЕ: ОТ ИСТОРИЧЕСКОГО ПРОТОТИПА К СОВРЕМЕННЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ.....6

### НЕФТЕЯННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Макарова Д.С.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОЗОННОГО ГРП С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКОЛЬЗЯЩЕЙ ПРОБКИ .....9

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Баранов Е.Н., Дураков В.В., Топычканов Д.Г., Яцкин А.М.

ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ТРАНСМИССИЙ: ЧТО СТОИТ ЗНАТЬ АВТОМЕХАНИКАМ .....12

Баранов Е.Н., Дураков В.В., Топычканов Д.Г., Яцкин А.М.

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С СИСТЕМАМИ ОХЛАЖДЕНИЯ И СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЯ .....15

Баранов Е.Н., Дураков В.В., Топычканов Д.Г., Яцкин А.М.

СРАВНЕНИЕ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ: ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА .....18

Баранов Е.Н., Дураков В.В., Топычканов Д.Г., Яцкин А.М.

ТRENДЫ В ОБЛАСТИ РЕМОНТА АГРЕГАТОВ: ГИБРИДНЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ АВТОМОБИЛИ .....21

Беспалов А.В.

НОРМАТИВНЫЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ МОЛНИЕЗАЩИТЫ .....24

Ильгуватова Н.А., Сафина К.Р.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОИЗВОДСТВЕ МОРОЖЕНОГО .....31

Шаров Д.Д.

АРХИТЕКТУРА И АЛГОРИТМЫ СИСТЕМЫ УГЛЕКИСЛОТНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОГО ФЛОТА .....34

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Krutschikh O.S.

MODERN APPROACHES TO SCALABILITY, MONITORING, AND FAULT TOLERANCE OF DISTRIBUTED DIGITAL SYSTEMS .....38

---

<b>Аладышев К.А.</b>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЗАМЕНЫ IPMI НА PLDM ВО ВСТРОЕННЫХ ИНТЕРФЕЙСАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ UEFI И КОНТРОЛЛЕРА ВМС .....	41
<b>Аладышев К.А.</b>	
ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДИФИКАЦИЯ СКРЫТЫХ НАСТРОЕК UEFI BIOS ХРАНИЛИЩ ФОРМАТА EFIVARSTORE .....	44
<b>Аладышев К.А.</b>	
ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДИФИКАЦИЯ СКРЫТЫХ НАСТРОЕК UEFI BIOS ХРАНИЛИЩ ФОРМАТА VARSTORE .....	49
<b>Гулян В.Л.</b>	
ИИ И ЭКОЛОГИЯ В БИЗНЕСЕ: КАК ЦИФРОВИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СНИЖАЕТ ЗАТРАТЫ И УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД.....	53
<b>Дельдин И.Е.</b>	
ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА РАЗВИТИЕ МАЛОГО БИЗНЕСА В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ.....	61
<b>Ильенко И.Ю., Бычкова Н.А.</b>	
РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ФОНДОВОГО РЫНКА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ .....	64
<b>Клименко В.Э.</b>	
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК МЕТОД АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС- ПРОЦЕССОВ .....	68
<b>Кононыхина Л.Н.</b>	
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ОБРАЗОВАНИИ: ИНСТРУМЕНТЫ, ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ СПО .....	71
<b>Летягин С.Е.</b>	
РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ.....	75
<b>Маркевич П.А.</b>	
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НАСОСНОГО АГРЕГАТА ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ.....	80
<b>Мирошина Н.Н.</b>	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ И МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	83
<b>Сагитова А.Р., Кантюкова А.Р.</b>	
БЕЗОПАСНОСТЬ И КОНТРОЛЬ НАД ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ: ПРАВОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ .....	88
<b>Ханова И.Р.</b>	
ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ ВИБРАЦИИ НА 200 КАНАЛОВ НА БАЗЕ РОССИЙСКОГО РХ1Е .....	92
<b>Шао Цзюньхань</b>	
ИССЛЕДОВАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИМЕНЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ В АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РОБОТОВ .....	95

# ФИЗИКА

**ЛИХУШИН Игорь Олегович**

курсант,

Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина,  
Россия, г. Воронеж

**ПАНОВ Андрей Юрьевич**

преподаватель,

Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина,  
Россия, г. Воронеж

## МЕТОД ПИТО В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АЭРОДИНАМИКЕ: ОТ ИСТОРИЧЕСКОГО ПРОТОТИПА К СОВРЕМЕННЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ

**Аннотация.** В статье представлены принципы работы метода Пито, а также применение этого метода в экспериментальной аэродинамике.

**Ключевые слова:** аэродинамика, метод Пито, трубка Пито, принцип работы.

Метод Пито – это один из основных инструментов в экспериментальной аэродинамике, используемый для измерения скорости потока жидкости или газа. Он был разработан французским инженером Анри Пито в 1732 году и с тех пор стал стандартом в аэродинамических испытаниях, особенно в аэродинамических трубах и при испытаниях летательных аппаратов. Анри Пито впервые применил L-образную стеклянную трубку для измерения скорости воды в реке Сена. Направляя открытый конец трубки навстречу течению, он обнаружил превышение уровня жидкости в вертикальном колене над уровнем воды в реке. Это наблюдение легло в основу метода, который в дальнейшем был усовершенствован Людвигом Прандтлем, с создавшим комбинированную трубку для одновременного измерения динамического и статического давлений.

### Принцип работы

Метод Пито основан на принципе, что давление в потоке жидкости или газа изменяется в зависимости от скорости этого потока. Статическое давление измеряется на поверхности тела, находящегося в потоке, а динамическое давление определяется по скорости потока.

Для измерения этих параметров используется трубка Пито, в которой:

1. Давление в центре (динамическое). Внутри трубки находится отверстие, направленное по ходу потока. Оно улавливает поток и измеряет динамическое давление.

2. Статическое давление. На стенках трубы расположены боковые отверстия, которые измеряют статического давление потока.

Разница между динамическим и статическим давлением дает возможность вычислить скорость потока по уравнению Бернулли (рис.).

## Трубка Прандтля-Пито

### Измерение скорости потока

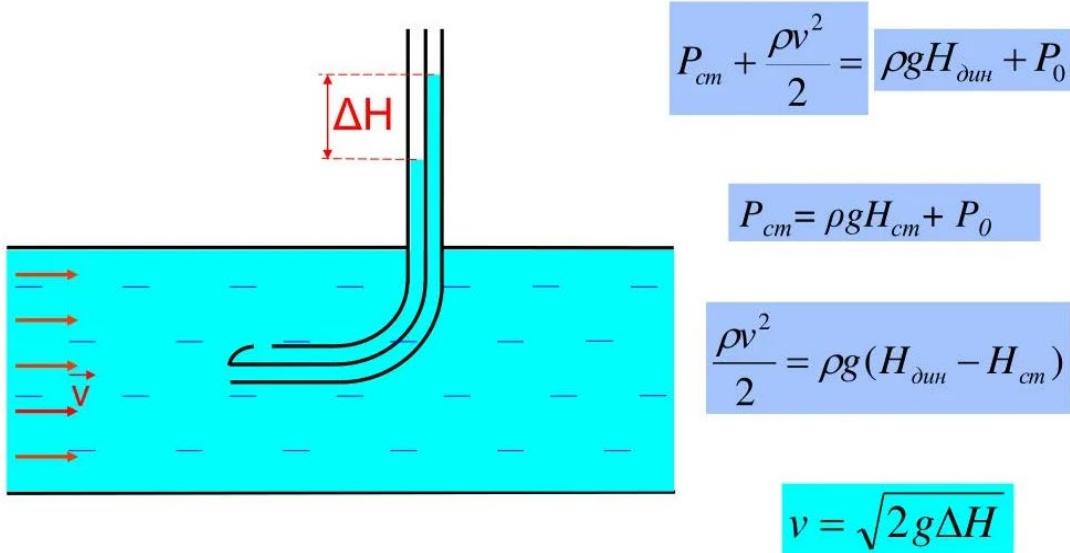


Рис. Принцип измерения скорости потока в трубке Пито: где  $P_{ст}$  – статическое давление;  $P_0$  – общее давление;  $H_{ст}$  – высота потока жидкости в трубке Пито при измерении динамического давления;  $H_{ст\{}}$  – высота потока жидкости в трубке Пито при измерении статического давления;  $\rho$  – плотность жидкости;  $g$  – ускорение свободного падения;  $v$  – скорость потока жидкости

#### Применение метода Пито

Метод Пито широко используется в различных областях, связанных с аэродинамикой:

1. Аэродинамические трубы: в аэродинамических трубах метод Пито позволяет исследовать характеристики воздушных потоков вокруг моделей летательных аппаратов. Это позволяет инженерам оптимизировать формы и конструкции для снижения сопротивления и повышения подъемной силы.

2. Летательные аппараты: на борту самолетов и других летательных аппаратов часто устанавливаются датчики, основанные на методе Пито, для мониторинга скорости полета и других аэродинамических характеристик.

3. Автомобильная промышленность: метод Пито также используется для тестирования аэродинамических свойств автомобилей, что позволяет улучшать их дизайн и снижать расход топлива.

4. Гидродинамика: в области гидродинамики метод Пито применяется для измерения скорости потоков в реках, каналах и других водоемах.

#### Преимущества и недостатки

Метод Пито имеет ряд преимуществ:

- Точность: при правильной калибровке и установке трубка Пито может обеспечивать высокую точность измерений.

- Простота использования: установка и эксплуатация трубки Пито не требуют сложного оборудования.

- Широкий диапазон применения: метод применим как для газов, так и для жидкостей.

Однако, у метода есть и недостатки:

- Чувствительность к турбулентности: в условиях сильной турбулентности результаты могут быть менее точными.

- Необходимость калибровки: для получения точных данных требуется регулярная калибровка оборудования.

#### Заключение

Метод Пито остается одним из самых надежных и широко используемых методов в экспериментальной аэродинамике. Его применение позволяет значительно улучшить понимание аэродинамических процессов и способствует разработке более эффективных летательных аппаратов и транспортных средств. Благодаря своей простоте и точности метод Пито продолжает оставаться актуальным инструментом для инженеров и ученых в области аэродинамики.

**Литература**

1. Справочник по аэродинамическим экспериментам / Под ред. В.В. Глушко. – М.: Машиностроение, 2018. – 456 с.
2. Жирников Г.С. История авиации и воздухоплавания. – М.: Академия, 2010. – 320 с.

**LIKHUSHIN Igor Olegovich**

Cadet, Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin,  
Russia, Voronezh

**PANOV Andrey Yuryevich**

Lecturer, Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin,  
Russia, Voronezh

## **PITOT'S METHOD IN EXPERIMENTAL AERODYNAMICS: FROM HISTORICAL PROTOTYPE TO MODERN RESEARCH**

**Abstract.** *The article presents the principles of the Pitot method, as well as the application of this method in experimental aerodynamics.*

**Keywords:** aerodynamics, Pitot method, Pitot tube, operating principle.

# НЕФТЯНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

МАКАРОВА Дарья Сергеевна

студентка,

Альметьевский государственный технологический университет «Высшая школа нефти»,  
Россия, г. Альметьевск

*Научный руководитель – профессор Альметьевского государственного технологического университета «Высшей школы нефти», доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Фаттахов Ирик Галиханович*

## АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОЗОННОГО ГРП С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКОЛЬЗЯЩЕЙ ПРОБКИ

**Аннотация.** Применение «скользящих» шторок – технология, используемая при многозонном гидроразрыве пласта (МГРП) для контроля формирования трещин в разных зонах. Она позволяет точно регулировать распределение жидкости и давления, повышая эффективность гидроразрыва.

**Ключевые слова:** МГРП, РТ, шторка, ресурсы, эффективность.

Технология скользящей пробки в сфере проведения гидроразрывов пласта (ГРП) представляет собой сложный и высокотехнологичный процесс, который требует от специалистов не только глубоких знаний и опыта, но и строгого следования установленным технологическим регламентам. Это связано с тем, что любые отклонения от технологии могут привести к нежелательным последствиям и снижению эффективности работ [1, с. 174-182].

Кроме того, стоит отметить, что стоимость оборудования для скользящей пробки является одним из ключевых факторов, влияющих на возможность его использования. Первоначальные инвестиции в закупку специализированного оборудования и его последующую установку могут оказаться весьма значительными. Это обстоятельство может стать серьезным барьером для небольших и средних предприятий, которые не всегда имеют возможность выделить такие средства на приобретение необходимого оборудования.

Также не стоит забывать о потенциальных проблемах, связанных с герметичностью скользящей пробки. В отдельных случаях может возникнуть риск утечек, что, в свою очередь, негативно скажется на эффективности проведения гидроразрывов и конечных

результатах работ. Такие проблемы требуют особого внимания и регулярного контроля за состоянием оборудования [2].

Несмотря на указанные сложности и потенциальные риски, многозонный ГРП с применением скользящей пробки открывает перед нефтегазодобывающими компаниями широкие перспективы. Этот метод обладает рядом значительных преимуществ, включая возможность увеличения продуктивности скважин и снижение общих затрат на проведение работ. Однако для того, чтобы эти преимущества стали реальностью, необходимо уделять особое внимание деталям, строго следовать технологическим процессам и постоянно совершенствовать используемое оборудование и методы его применения. В условиях быстро развивающейся технологической сферы адекватный подход к использованию скользящей пробки может стать ключевым фактором успеха в нефтегазодобыче. В современной нефтегазовой отрасли одним из наиболее перспективных и инновационных методов является многозонный гидравлический разрыв пласта (ГРП) с применением скользящей пробки. Этот метод обладает целым рядом значительных преимуществ, включая существенное увеличение производительности скважин и эффективное снижение

общих затрат на процесс разработки месторождений. Однако, несмотря на все его достоинства, существуют определенные сложности и нюансы, которые необходимо учитывать при его использовании [3, с. 1].

Во-первых, следует отметить, что проведение операций с применением скользящей пробки является задачей, требующей от специалистов не только высокой квалификации, но и безусловного соблюдения всех тонкостей и деталей технологии. Это обусловлено тем, что любые отклонения от установленной процедуры могут привести к нежелательным последствиям и снижению эффективности работы.

Во-вторых, необходимо упомянуть и о том, что высокая стоимость специализированного оборудования, необходимого для проведения ГРП с использованием скользящей пробки, может стать серьезным барьером для многих малых и средних предприятий. Первоначальные инвестиции, которые потребуются для приобретения и установки такого оборудования, зачастую оказываются весьма значительными, что делает этот метод менее доступным для компаний с ограниченным бюджетом.

В-третьих, стоит обратить внимание на потенциальные проблемы с герметичностью пробки, которые могут возникнуть в процессе работы. Неправильная герметизация может привести к утечкам и, как следствие, к снижению эффективности проведения ГРП, что в свою очередь негативно скажется на конечных результатах работы.

Несмотря на перечисленные трудности, многозонный ГРП с использованием скользящей пробки остается одним из самых перспективных направлений в сфере нефтегазодобычи. Этот метод требует от специалистов особого внимания и аккуратности в работе, а также строгого соблюдения всех

технологических процессов. Важно понимать, что при правильном подходе и учете всех нюансов, скользящая пробка может стать ключом к достижению новых высот в эффективности разработки нефтегазовых месторождений [4].

## Литература

1. Hossain M.A., Hossain A. (2015). Application of Sliding Sleeve Technology for Multizone Stimulation: A Case Study. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, № 135, P. 174-182.
2. Noroozian A., Anbia M. (2019). Performance of Sliding Sleeve Completion for Multizone Stimulation of Tight Reservoirs. *SPE International Symposium on Oilfield Chemistry*. SPE-194502.
3. Liu Y., et al. (2020). Understanding Sliding Sleeve Techniques for Effective Multizone Fracturing. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, № 73, P. 1
4. Chisholm D.J., Ren Y. (2016). Multi-zone Fracturing Technology: Advances in Sliding Sleeve Systems. *SPE Annual Technical Conference and Exhibition*. SPE-181235.
5. Shah S.A., Kumar S. (2018). Optimization of Hydraulic Fracturing Process in Multi-zone Completion Using Sliding Sleeves. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, № 8(1), P. 1-10.
6. Zhang X., Zhang H. (2021). Field Implementation of Sliding Sleeve Completion for Accelerating Oil Recovery. *Journal of Petroleum Technology*, № 73(7), P. 89-97.
7. Tvedt H. (2017). Evaluating the Performance of Sliding Sleeve Technology in Shale Reservoirs. *Society of Petroleum Engineers*, SPE-185192.
8. Alsharif M.H., Norsworthy D. (2022). Advances in Multi-zone Fracturing: The Role of Sliding Sleeves. *Journal of Energy Resources Technology*, № 144(3), 031201.03042.

**MAKAROVA Daria Sergeevna**

Student,

Almetyevsk State Technological University "Higher School of Petroleum",  
Russia, Almetyevsk

*Scientific Advisor – Professor of Almetyevsk State Technological University "Higher School of Petroleum", Doctor of Technical Sciences, Leading Researcher Fattakhov Irik Galikhanovich*

## **ANALYSIS OF THE USE OF MULTI-ZONE HYDRAULIC FRACTURING USING A SLIDING PLUG**

**Abstract.** The use of "sliding" curtains is a technology used in multi-zone hydraulic fracturing (MGF) to control the formation of cracks in different zones. It allows for precise control of fluid and pressure distribution, improving the efficiency of hydraulic fracturing.

**Keywords:** MRAP, RT, shutter, resources, efficiency.

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**БАРАНОВ Евгений Николаевич**

преподаватель, Валуйский индустриальный техникум, Россия, г. Валуйки

**ДУРАКОВ Владимир Владимирович**

преподаватель, Валуйский индустриальный техникум, Россия, г. Валуйки

**ТОПЫЧКАНОВ Дмитрий Геннадьевич**

преподаватель, Валуйский индустриальный техникум, Россия, г. Валуйки

**ЯЦКИН Алексей Матвеевич**

преподаватель, Валуйский индустриальный техникум, Россия, г. Валуйки

## ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ТРАНСМИССИЙ: ЧТО СТОИТ ЗНАТЬ АВТОМЕХАНИКАМ

**Аннотация.** Статья посвящена ключевым аспектам обслуживания и ремонта трансмиссий автомобилей, представляющим интерес для профессиональных автомехаников. Основное внимание уделяется современным технологиям диагностики, особенностям конструкции различных видов коробок передач, методам профилактики поломок и оптимизации эксплуатационных характеристик. Подробно рассматриваются типы трансмиссий, встречающиеся на российском рынке, такие как механические коробки переключения передач (МКПП), автоматические коробки передач (АКПП), вариаторы (CVT) и роботизированные коробки передач (DCT). Отдельно выделены процедуры замены масла, регулировки сцепления и рекомендации по подбору качественных запасных частей. Приведены практические советы по предотвращению распространенных дефектов и увеличению срока службы трансмиссии. Статья полезна для начинающих и опытных механиков, желающих расширить свои знания и повысить профессиональный уровень.

**Ключевые слова:** трансмиссия, автомобильные агрегаты, механизм переключения передач, коробка передач (КПП), автоматическая коробка передач (АКПП), вариатор (CVT), роботизированная коробка передач (DCT), диагностика трансмиссии, замена масла, регулировка сцепления, запасные части, устранение неисправностей, предупреждение поломок, советы для автомехаников.

Трансмиссия автомобиля играет ключевую роль в передаче крутящего момента от двигателя к колесам, обеспечивая движение машины. Правильное обслуживание и качественный ремонт трансмиссионных механизмов обеспечивают надежную эксплуатацию автомобиля и безопасность водителя. Эта статья предназначена для профессионалов-автомехаников и содержит полезные рекомендации по обслуживанию и ремонту трансмиссий разных типов.

### Типы трансмиссий и их характеристики

Перед началом работы над автомобилем важно правильно определить тип

установленной трансмиссии. Наиболее распространены следующие виды:

- Механическая коробка передач (МКПП) – простая конструкция, доступная в ремонте и недорогая в обслуживании.
- Автоматическая коробка передач (АКПП) – комфортная эксплуатация, простота вождения, однако сложнее в ремонте и дороже в обслуживании.
- Вариатор (CVT) – обеспечивает плавное изменение передаточного отношения, высокий КПД, однако чувствителен к качеству используемого масла и условиям эксплуатации.
- Роботизированная коробка передач (DCT) – сочетает достоинства механической и

автоматической КПП, обеспечивает быстрое переключение передач, компактна и экономична, однако требовательна к техническому состоянию и грамотному обслуживанию.

Каждый вид трансмиссии имеет свои конструктивные особенности, влияющие на процедуру обслуживания и ремонта.

Основные этапы обслуживания трансмиссий:

- Правильная организация планового обслуживания существенно продлевает срок службы трансмиссии и предотвращает серьезные поломки. Вот основные шаги регулярного ухода:

- Проверка уровня и состояния трансмиссионного масла. Масло должно соответствовать рекомендациям производителя, иметь оптимальную вязкость и чистоту. Контроль осуществляется визуально через контрольное отверстие или шуп.

- Замена масла и фильтра. Периодичность определяется производителем автомобиля, но рекомендуется проводить замену каждые 60–90 тысяч километров пробега. Важно использовать оригинальные фильтры и рекомендованное масло.

- Диагностика и тестирование режимов работы. Проверяется работа трансмиссии в различных режимах движения, проверяются шумы, вибрации, возможные задержки при переключениях.

- Регулировка и настройка элементов трансмиссии. Сюда входит проверка натяжения ремней, зазоров подшипников, синхронизаторов, сцепления.

Своевременная диагностика помогает избежать серьезных поломок и снижает расходы на ремонт. Вот распространенные признаки неисправности трансмиссии:

1. Появление шумов и вибраций при движении;
2. Задержки или рывки при переключении передач;
3. Трудности с выбором передачи или невозможность включения некоторых скоростей;
4. Затруднения при трогании с места или замедленное ускорение;
5. Появление масляных пятен под автомобилем или следы подтеков масла.

При появлении признаков неисправности следует провести комплексную диагностику с использованием специального оборудования (сканеров, манометров давления масла).

В зависимости от характера повреждения ремонт трансмиссии может включать:

1. Частичную разборку узла для проверки состояния шестерён, валов, муфт, подшипников;
2. Полную разборку агрегата с заменой изношенных деталей и восстановлением рабочих поверхностей;
3. Замена вышедших из строя элементов (например, сцеплений, гидроблоков, соленоидов);
4. Промывка каналов гидравлики и замена фильтров;
5. Настройка регулировочных винтов и синхронизаторов.

Важно помнить, что ремонт трансмиссии лучше доверить профессионалам, обладающим необходимыми инструментами и опытом.

#### Важные советы для автомехаников

Чтобы качественно выполнять обслуживание и ремонт трансмиссий, рекомендуем придерживаться следующих рекомендаций:

- Всегда соблюдайте инструкции завода-изготовителя относительно периодичности и способов обслуживания;
- Используйте качественные расходники и запчасти известных брендов;
- Проводите регулярную профилактику трансмиссии даже при отсутствии видимых симптомов неисправности;
- Применяйте современное диагностическое оборудование для точной оценки состояния трансмиссии;
- Следите за новинками рынка, изучайте новые технологии и методики ремонта.

Знание основ обслуживания и ремонта трансмиссий позволит вам уверенно справляться с различными проблемами, возникающими в процессе эксплуатации автомобилей. Помните, правильный уход и своевременный ремонт трансмиссии продлят жизнь вашему транспортному средству и обеспечат комфорт и безопасность поездок.

#### Литература

1. Афанасьев Л.Л. Эксплуатация и ремонт автомобилей / Л.Л. Афанасьев, А.К. Андреев. – СПб.: Издательство Политехнического университета, 2023. – 352 с.
2. Карпов В.Б. Практическое пособие по устройству и ремонту трансмиссий легковых автомобилей / В.Б. Карпов. – М.: Техносфера, 2023. – 288 с.

3. Козачук А.Ю. Особенности обслуживания и ремонта механических коробок передач / А.Ю. Козачук // Автоэкспертиза. – 2023. – № 5. – С. 45-51.
4. Мирошниченко В.И. Диагностика и устранение неисправностей автоматических коробок передач / В.И. Мирошниченко. – Екатеринбург: Уральская государственная академия путей сообщения, 2023. – 192 с.
5. Смирнов Г.Е. Типичные неисправности трансмиссий и способы их устранения / Г.Е. Смирнов. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2023. – 144 с.
6. Федоров А.А. Основы ремонта трансмиссий автомобилей иностранного производства / А.А. Федоров. – Саратов: Саратовский национальный исследовательский университет имени Н.Г. Чернышевского, 2023. – 224 с.
7. Хромов П.А. Устройство и принцип работы роботизированных коробок передач DSG / П.А. Хромов // Автомобильная промышленность. – 2023. – № 7. – С. 34-40.
8. Яковлев И.Н. Современные тенденции в обслуживании и ремонте вариаторов CVT / И.Н. Яковлев. – Омск: Омский государственный университет путей сообщения, 2023. – 128 с.

**BARANOV Evgeny Nikolaevich**

Lecturer, Valuysky Industrial College, Russia, Valuyki

**DURAKOV Vladimir Vladimirovich**

Lecturer, Valuysky Industrial College, Russia, Valuyki

**TOPYCHKANOV Dmitry Gennadievich**

Lecturer, Valuysky Industrial College, Russia, Valuyki

**YATSKIN Alexey Matveyevich**

Lecturer, Valuysky Industrial College, Russia, Valuyki

## **TRANSMISSION MAINTENANCE AND REPAIR: WHAT CAR MECHANICS SHOULD KNOW**

**Abstract.** The article is devoted to the key aspects of maintenance and repair of transmissions of motor vehicles, which are of interest to professional car mechanics. The main focus is on modern diagnostic technologies, design features of various types of gearboxes, methods for preventing breakdowns and optimizing operational characteristics. The types of transmissions found on the Russian market, such as manual transmissions (manual transmissions), automatic transmissions (automatic transmissions), CVTs (CVTs) and robotic transmissions (DCTs), are considered separately. The procedures for oil change, clutch adjustment and recommendations for the selection of high-quality spare parts are highlighted separately. Practical tips on preventing common defects and extending the service life of the transmission are provided. The article is useful for beginners and experienced mechanics who want to expand their knowledge and improve their professional level.

**Keywords:** transmission, automotive units, gearshift mechanism, gearbox (gearbox), automatic transmission (automatic transmission), CVT, robotic gearbox (DCT), transmission diagnostics, oil change, clutch adjustment, spare parts, troubleshooting, breakdown prevention, tips for car mechanics.

**БАРАНОВ Евгений Николаевич**  
преподаватель, Валуйский индустриальный техникум, Россия, г. Валуйки

**ДУРАКОВ Владимир Владимирович**  
преподаватель, Валуйский индустриальный техникум, Россия, г. Валуйки

**ТОПЫЧКАНОВ Дмитрий Геннадьевич**  
преподаватель, Валуйский индустриальный техникум, Россия, г. Валуйки

**ЯЦКИН Алексей Матвеевич**  
преподаватель, Валуйский индустриальный техникум, Россия, г. Валуйки

## **ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С СИСТЕМАМИ ОХЛАЖДЕНИЯ И СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЯ**

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные правила безопасности, необходимые при проведении профилактических мероприятий и ремонтных работ с системами охлаждения, и смазки двигателя автомобиля. Представлены пошаговые инструкции по правильной подготовке рабочего пространства, технике безопасности при сливе охлаждающих жидкостей и масел, а также меры предосторожности при проверке и обслуживании систем. Освещены потенциальные опасности, возникающие при несоблюдении указанных мер, и приведены рекомендации по устранению возможных последствий нарушения правил безопасности. Материал предназначен для специалистов станций технического обслуживания, частных автомастеров и автовладельцев, самостоятельно выполняющих работы по обслуживанию своего автомобиля.

**Ключевые слова:** правила безопасности, система охлаждения двигателя, смазочная система, охлаждающая жидкость, моторное масло, техника безопасности, рабочая зона, средства индивидуальной защиты, профилактическое обслуживание, потенциальные опасности, несчастные случаи, организация рабочего места, первичная подготовка, последствия нарушений, ремонтные работы, владельцы автомобилей, профессиональные автомеханики.

Работа с системами охлаждения и смазки двигателя требует соблюдения строгих правил безопасности, поскольку нарушение этих правил может привести к серьёзным последствиям, таким как ожоги, травмы, загрязнение окружающей среды и повреждение самого автомобиля. Чтобы минимизировать риски и защитить себя и окружающих, важно соблюдать установленные нормы и инструкции.

### **1. Подготовка рабочей зоны**

Прежде всего, убедитесь, что рабочее пространство организовано должным образом:

- Рабочее место должно быть хорошо освещённым и проветриваемым.
- Удалите любые посторонние предметы, мешающие свободному перемещению вокруг автомобиля.
- Подготовьте необходимое оборудование и инструмент: ключи, воронки, ёмкости

для сбора жидкости, защитные перчатки и очки.

- Проверьте исправность шлангов и трубопроводов, соединяющих систему охлаждения и смазочную систему.

### **2. Индивидуальная защита**

При работах с жидкостями обязательно надевайте средства индивидуальной защиты:

- Резиновые перчатки защищают руки от попадания агрессивных веществ.
- Защитные очки предотвратят попадание капель горячей жидкости в глаза.
- Закройте одежду плотной тканью, защищающей тело от брызг горячего антифриза или масла.

### **3. Работа с системой охлаждения**

Система охлаждения работает под давлением, поэтому нельзя снимать крышку радиатора сразу после остановки двигателя. Жидкость внутри нагрета и находится под

давлением, что создаёт опасность ожогов при быстром сбросе крышки.

Следуйте следующим правилам:

- Перед снятием пробки дождитесь полного остывания двигателя (примерно полчаса).
- Открывайте крышку медленно, сбрасывая давление постепенно.
- Используйте специальную тряпочку или ветошь, чтобы прикрыть руку при открытии крышки.
- Будьте осторожны при сливе жидкости: антифриз токсичен и вызывает раздражение кожи и слизистых оболочек.

#### 4. Работы с системой смазки

Работы по замене масла требуют особой внимательности:

- Прежде чем приступить к сливу старого масла, дайте двигателю немного поработать на холостом ходу, чтобы разогреть масло и облегчить его вытекание.
- Установите транспортное средство на ровную поверхность, исключив любую возможность случайного скатывания.
- Работайте осторожно, чтобы не повредить поверхности корпуса двигателя и прилегающих элементов.
- После окончания слива обязательно проверьте, плотно ли закручена крышка маслосборника.

#### 5. Безопасность при обращении с химикатами

Антифриз и моторное масло содержат вредные вещества, способные нанести ущерб здоровью и экологии:

- Храните химические жидкости вдали от детей и животных.
- Пользуйтесь специальными контейнерами для хранения и транспортировки отработанного материала.
- Не выбрасывайте использованную жидкость в канализацию или почву – обращайтесь в пункты приёма опасных отходов.

#### 6. Завершающий осмотр и уборка

По завершении работ проведите завершающую инспекцию:

- Убедитесь, что все крепления и соединения установлены обратно и закреплены надежно.
- Протрите остатки жидкости чистой сухой тканью.

- Произведите визуальный осмотр магистралей и соединений на предмет протечек.

Соблюдая перечисленные правила безопасности, вы сможете обезопасить себя и своё окружение при работе с системами охлаждения и смазки двигателя вашего автомобиля.

#### Литература

1. Белов А.В. Общие правила безопасности при техническом обслуживании автомобилей / А.В. Белов // Техника и технология машиностроения. – 2023. – № 2. – С. 45-51.
2. Васильев В.В. Организация рабочего места при ремонте автотранспортных средств / В.В. Васильев. – М.: АСВ, 2023. – 192 с.
3. Гордеев А.В. Безопасность труда при техническом обслуживании и ремонте автомобилей / А.В. Гордеев, Н.В. Васильченко. – Спб.: Инфо-Дизайн, 2023. – 240 с.
4. Дубровский С.И. Руководство по безопасной эксплуатации автомобиля / С.И. Дубровский. – М.: ИНФРА-М, 2023. – 160 с.
5. Жуков Н.Н. Первая помощь при авариях и несчастных случаях на транспорте / Н.Н. Жуков. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2023. – 128 с.
6. Карпинский Я.Р. Современные требования охраны труда в автосервисах / Я.Р. Карпинский. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2023. – 184 с.
7. Кондратьев К.Н. Современные системы охлаждения и смазки двигателя: устройство и обслуживание / К.Н. Кондратьев. – Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2023. – 216 с.
8. Королев А.В. Организационно-технические мероприятия по охране труда в автосервисах / А.В. Королев. – Самара: Самарский государственный технический университет, 2023. – 144 с.
9. Лежнев Д.А. Техническое обслуживание и ремонт систем охлаждения и смазки двигателя / Д.А. Лежнев. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2023. – 192 с.
10. Михайлов И.В. Санитарно-гигиенические требования к рабочим местам в автосервисах / И.В. Михайлов. – Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2023.

**BARANOV Evgeny Nikolaevich**  
Lecturer, Valuysky Industrial College, Russia, Valuyki

**DURAKOV Vladimir Vladimirovich**  
Lecturer, Valuysky Industrial College, Russia, Valuyki

**TOPYCHKANOV Dmitry Gennadievich**  
Lecturer, Valuysky Industrial College, Russia, Valuyki

**YATSKIN Alexey Matveyevich**  
Lecturer, Valuysky Industrial College, Russia, Valuyki

## **SAFETY RULES WHEN WORKING WITH ENGINE COOLING AND LUBRICATION SYSTEMS**

**Abstract.** The article discusses the basic safety rules necessary for preventive maintenance and repair work with cooling and lubrication systems of a car engine. Step-by-step instructions are provided on the proper preparation of the workspace, safety measures when draining coolants and oils, as well as precautions during system inspection and maintenance. The potential hazards arising from non-compliance with these measures are highlighted, and recommendations are given for eliminating the possible consequences of violating safety rules. The material is intended for specialists of service stations, private car repair shops and car owners who independently perform maintenance work on their car.

**Keywords:** safety rules, engine cooling system, lubrication system, coolant, engine oil, safety measures, work area, personal protective equipment, preventive maintenance, potential hazards, accidents, workplace organization, primary training, consequences of violations, repair work, car owners, professional car mechanics.

**БАРАНОВ Евгений Николаевич**  
преподаватель, Валуйский индустриальный техникум, Россия, г. Валуйки

**ДУРАКОВ Владимир Владимирович**  
преподаватель, Валуйский индустриальный техникум, Россия, г. Валуйки

**ТОПЫЧКАНОВ Дмитрий Геннадьевич**  
преподаватель, Валуйский индустриальный техникум, Россия, г. Валуйки

**ЯЦКИН Алексей Матвеевич**  
преподаватель, Валуйский индустриальный техникум, Россия, г. Валуйки

## СРАВНЕНИЕ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ: ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА

**Аннотация.** В статье проводится сравнительный анализ особенностей ремонта бензиновых и дизельных двигателей, что представляет особый интерес для автовладельцев и профессиональных механиков. Рассмотрены принципиальные различия между этими двумя видами моторов, обусловленные особенностями их конструкции и эксплуатационными характеристиками. Детально описаны частые причины поломок и методы их устранения применительно к каждому типу двигателей. Выделены факторы, оказы-вающие значительное влияние на продолжительность и стоимость ремонта, а также даны рекоменда-ции по профилактике неисправностей и выбору оптимальной стратегии обслуживания. Материалы ста-тьи будут полезны как начинающим автолюбителям, так и опытным специалистам, стремящимся глубже разобраться в нюансах ремонта двигателей внутреннего сгорания.

**Ключевые слова:** бензиновые двигатели, дизельные двигатели, особенности ремонта, эксплуатаци-онные характеристики, причины поломок, методики диагностики, стоимость ремонта, профилактика неисправностей, выбор моторного масла, топливная аппаратура, срок службы мотора.

**В**ыбор подходящего двигателя для автомо-биля – важный этап покупки, ведь каждый тип силового агрегата обладает своими пре-имуществами и недостатками. В частности, бензиновые и дизельные двигатели отличаются друг от друга конструкцией, принципом работы и спецификой ремонта. Данная статья рассматривает характерные особенности каж-дого вида двигателей, объясняет причины по-ломок и даёт советы по эффективному уходу и поддержанию работоспособности.

### Конструкция и принцип работы

#### 1. Бензиновые двигатели

Эти двигатели работают на бензине и вос-пламеняют топливно-воздушную смесь по-средством искры свечи зажигания. Они обла-дают сравнительно низкой степенью сжатия (обычно около 10:1), имеют меньший вес и проще устроены. За счёт этого их легче обслу-живать и дешевле восстанавливать при незна-чительных проблемах.

#### Преимущества бензиновых двигателей:

- Простота конструкции;
- Быстрая реакция на педаль акселера-тора;
- Легкий запуск в холодную погоду.

#### Недостатки:

- Высокий расход топлива;
- Меньшая долговечность поршневой группы;
- Необходимость частой замены свечей зажигания.

### 2. Дизельные двигатели

Они функционируют на дизельном топливе и используют самовоспламенение смеси вслед-ствие высокого давления воздуха (около 20:1 и выше). Такая технология обеспечивает боль-шую мощность и тягу на низких оборотах, поз-воляя экономить топливо.

#### Преимущества дизелей:

- Экономичный расход топлива;
- Высокая тяговая сила и низкий центр тяжести;

- Долговечность конструкции.

Недостатки:

- Сложнее устройство и дороже ремонт;
- Большой вес и размер;
- Требовательность к качеству топлива.

### Распространённые поломки и их устранение

#### 1. Бензиновые двигатели

Наиболее часто встречаются следующие проблемы:

- Износ цилиндроворшневой группы (потеря компрессии);
- Загрязнение инжекторов (неправильный впрыск топлива);
- Выход из строя катушек зажигания и свечей.

Методы ремонта бензиновых двигателей включают чистку форсунок ультразвуком, замену клапанов и колец, восстановление компрессора и тщательную проверку системы зажигания.

#### 2. Дизельные двигатели

Характерные неисправности дизельного двигателя:

- Засорение сажевого фильтра (DPF);
- Нарушение герметичности турбокомпрессора;
- Повреждения плунжерных пар насоса высокого давления (HPN).

Устранение неисправностей включает глубокую очистку фильтрующих элементов, установку новых уплотнений турбины и переборку насосов HPN, которые сильно зависят от чистоты подаваемого топлива.

Как продлить срок службы двигателя?

Независимо от выбора двигателя, существует ряд общих советов, которые помогут увеличить ресурс мотора:

- Регулярно проводите замену масла согласно регламенту производителя;
- Своевременно диагностируйте двигатель с помощью компьютерной диагностики;
- Обращайтесь в сертифицированный сервис для проведения сложного ремонта;
- Поддерживайте чистоту воздушных и топливных фильтров;
- Страйтесь избегать резких стартов и перегрузок двигателя.

Выбирая подходящий двигатель, важно учитывать индивидуальные потребности и предпочтения владельца автомобиля. Оба типа моторов демонстрируют отличные показатели, но

каждая конструкция имеет свою область наилучшего применения.

Для городских условий: предпочтение лучше отдать бензиновым двигателям, так как они быстрее реагируют на нажатие педали газа и просты в уходе.

Для дальних путешествий и буксировки грузов: предпочтительнее выбрать дизельный агрегат, так как он способен выдерживать длительные нагрузки и отличается хорошей экономичностью.

Главное правило – правильное обслуживание и внимательное отношение к любым признакам неисправности, тогда двигатель прослужит долго и надёжно.

### Литература

1. Афонин И.В. Устройство и ремонт автомобильных двигателей / И.В. Афонин. – М.: Академия, 2023. – 320 с.
2. Григорьев В.Я. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей / В.Я. Григорьев, А.В. Цыганков. – СПб.: Питер, 2023. – 256 с.
3. Иванова Т.О. Особенности эксплуатации и ремонта дизельных двигателей / Т.О. Иванова // Наука и техника. – 2023. – № 4. – С. 25-31.
4. Казаков Ю.А. Теория и практика ремонта двигателей внутреннего сгорания / Ю.А. Казаков. – Екатеринбург: УрФУ, 2023. – 208 с.
5. Кулешов Ф.Н. Современные автомобильные двигатели: Учебное пособие / Ф.Н. Кулешов. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2023. – 192 с.
6. Морозов В.И. Справочник механика: обслуживание и ремонт двигателей / В.И. Морозов. – М.: Форум, 2023. – 288 с.
7. Петров С.А. Практикум по ремонту бензиновых и дизельных двигателей / С.А. Петров. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2023. – 160 с.
8. Семёнов А.Н. Диагностика и ремонт дизельных двигателей: учеб.-методич. пособие / А.Н. Семёнов. – Челябинск: Южно-Уральский госуниверситет, 2023. – 128 с.
9. Фёдоров В.В. Современные тенденции ремонта автомобильных двигателей / В.В. Фёдоров // Вопросы технической эксплуатации автомобилей. – 2023. – № 3. – С. 45-53.
10. Шалыгин А.Т. Автодиагностика и ремонт: справочное пособие / А.Т. Шалыгин. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2023. – 240 с.

**BARANOV Evgeny Nikolaevich**  
Lecturer, Valuysky Industrial College, Russia, Valuyki

**DURAKOV Vladimir Vladimirovich**  
Lecturer, Valuysky Industrial College, Russia, Valuyki

**TOPYCHKANOV Dmitry Gennadievich**  
Lecturer, Valuysky Industrial College, Russia, Valuyki

**YATSKIN Alexey Matveyevich**  
Lecturer, Valuysky Industrial College, Russia, Valuyki

## **COMPARISON OF GASOLINE AND DIESEL ENGINES: REPAIR FEATURES**

**Abstract.** The article provides a comparative analysis of the repair features of gasoline and diesel engines, which is of particular interest to car owners and professional mechanics. The fundamental differences between these two types of motors due to their design and operational characteristics are considered. The frequent causes of breakdowns and methods of their elimination are described in detail for each type of engine. The factors that have a significant impact on the duration and cost of repairs are highlighted, as well as recommendations for troubleshooting and choosing the optimal maintenance strategy. The materials of the article will be useful for both novice motorists and experienced specialists who seek to understand more deeply the nuances of repairing internal combustion engines.

**Keywords:** gasoline engines, diesel engines, repair features, operational characteristics, causes of breakdowns, diagnostic methods, repair cost, fault profile, choice of engine oil, fuel equipment, engine service life.

**БАРАНОВ Евгений Николаевич**  
преподаватель, Валуйский индустриальный техникум, Россия, г. Валуйки

**ДУРАКОВ Владимир Владимирович**  
преподаватель, Валуйский индустриальный техникум, Россия, г. Валуйки

**ТОПЫЧКАНОВ Дмитрий Геннадьевич**  
преподаватель, Валуйский индустриальный техникум, Россия, г. Валуйки

**ЯЦКИН Алексей Матвеевич**  
преподаватель, Валуйский индустриальный техникум, Россия, г. Валуйки

## ТРЕНДЫ В ОБЛАСТИ РЕМОНТА АГРЕГАТОВ: ГИБРИДНЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ АВТОМОБИЛИ

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию современных тенденций в ремонте автомобильных агрегатов, уделяя особое внимание специфическим требованиям гибридных и электрических автомобилей. Рассматриваются ключевые изменения в технологии обслуживания и диагностики электромобилей, включая адаптацию традиционных методов ремонта к новым видам транспортных средств. Особое внимание уделяется вопросам повышения квалификации технических специалистов, внедрению специализированного оборудования и развитию новых стандартов сервисного обслуживания.

**Ключевые слова:** ремонт агрегатов, гибридные автомобили, электрические автомобили, инновационные технологии, сервисное обслуживание, квалификация специалистов, специализированное оборудование, экологические стандарты, утилизация аккумуляторов, переработка компонентов, конкурентоспособность предприятий.

Автомобильная отрасль переживает эпоху глобальных изменений, вызванных стремительным ростом популярности гибридных и полностью электрических автомобилей. Этот переход диктует новые правила игры и выдвигает особые требования к автосервисам и специалистам, обслуживающим данную технику. Цель настоящей статьи – выявить ключевые тренды, определяющие будущее сферы ремонта и обслуживания агрегатов гибридных и электрических автомобилей.

Сегодня большинство современных автомобилей оснащено сложной электроникой, позволяющей точно контролировать работу двигателя, аккумулятора и других важных узлов. Поэтому ключевой задачей является модернизация диагностического оборудования. Если раньше основным инструментом мастера были гаечный ключ и отвертка, теперь важнейшим инструментом стал компьютер с необходимым программным обеспечением. Специальные сканеры позволяют быстро выявлять неисправности, оценивать состояние отдельных

компонентов и своевременно устранять неполадки.

Тем не менее, несмотря на широкий выбор приборов и программного обеспечения, услуги производителей остаются дорогими, особенно в развивающихся странах, где уровень доходов населения ниже среднего. По этой причине небольшие частные мастерские вынуждены либо приобретать устаревшие приборы, рискуя упустить важные нюансы диагностики, либо инвестировать значительные суммы в новейшие разработки, надеясь компенсировать затраты впоследствии.

Особенность современного автотранспорта состоит в повышенной технологической сложности конструкций. Например, система зарядки и батареи электрокаров требуют специальных инструментов и знаний для безопасной работы с ними. Это означает необходимость постоянного обновления компетенций работников автосервисов. Основные направления профессионального роста включают изучение схем подключения электроники, особенностей

высоковольтных цепей и понимания принципов функционирования силовых установок.

Производители регулярно проводят учебные мероприятия и сертификационные программы для технического персонала. Только сертифицированные специалисты получают право работать с определенными марками автомобилей, обеспечивая качественное выполнение ремонта и минимизацию рисков возникновения аварийных ситуаций. Именно наличие квалифицированных кадров становится важным фактором успеха современной мастерской.

Экологический фактор приобретает особую значимость в связи с активным развитием сегмента электрической мобильности. Помимо непосредственного влияния самих автомобилей на окружающую среду, важное значение приобретают процессы утилизации отработанных комплектующих и восстановления использованных ресурсов. Одним из основных препятствий остается проблема утилизации литий-ионных аккумуляторов, используемых в большинстве моделей электрокаров. Их правильная переработка должна стать приоритетом для автосервисов будущего.

Уже сейчас некоторые крупные игроки автомобильного рынка разрабатывают стратегии устойчивого развития, включающие повторное использование компонентов, сокращение углеродного следа и расширение циклов переработки отходов производства. Эти инициативы влияют и на бизнес-модели автосервисов, заставляя пересмотреть подходы к обслуживанию, замене запчастей и обеспечению ресурсосберегающих технологий.

Помимо экологичности самих транспортных средств, важной частью экосистемы становятся экологически чистые условия эксплуатации автосервисов. Чистые помещения, соблюдение норм пожарной безопасности и эффективное управление отходами способствуют созданию благоприятного имиджа компаний среди потребителей и регулирующих органов.

Одним из наиболее заметных трендов последнего десятилетия стало активное внедрение роботизации и автоматизации производственных процессов в автомобильной промышленности. Подобные технологии проникают и в сферу автосервисов, облегчая труд специалистов и снижая риски ошибок при выполнении операций. Благодаря автоматическому контролю качества повышается надежность ремонтов, уменьшается вероятность повреждений дорогостоящих деталей и снижается общая себестоимость обслуживания.

Однако существенным препятствием к повсеместному распространению роботов и автоматики являются финансовые ограничения большинства автосервисов малого и среднего размера. Несмотря на очевидные выгоды, вложения в подобные технологии остаются довольно значительными, и малый бизнес зачастую вынужден довольствоваться частичной автоматизацией, используя доступные бюджетные решения.

Таким образом, инвестиции в современную инфраструктуру автосервисов становятся залогом успешности бизнеса в будущем. Быстро меняющиеся технологии и возрастающая сложность агрегатов заставляют владельцев мастерских постоянно совершенствовать рабочие процессы, расширять квалификацию персонала и внимательно следить за новыми разработками в своей нише.

## Литература

1. Белозёров Д.В., Нестеренко А.Н. Особенности диагностики и ремонта гибридных и электрических автомобилей // Автотранспортное предприятие. 2023. № 8. С. 15-20.
2. Сергеев О.А. Актуальные тенденции развития автосервиса в России // Вестник автомобильного транспорта. 2023. Т. 10. № 3. С. 115-123.
3. Гаврилова Е.И. Эволюция автосервисных услуг в условиях перехода на электрическую мобильность // Проблемы модернизации российского автопрома. 2023. № 4. С. 78-86.

**BARANOV Evgeny Nikolaevich**  
Lecturer, Valuysky Industrial College, Russia, Valuyki

**DURAKOV Vladimir Vladimirovich**  
Lecturer, Valuysky Industrial College, Russia, Valuyki

**TOPYCHKANOV Dmitry Gennadievich**  
Lecturer, Valuysky Industrial College, Russia, Valuyki

**YATSKIN Alexey Matveyevich**  
Lecturer, Valuysky Industrial College, Russia, Valuyki

## **TRENDS IN THE FIELD OF REPAIR OF AGGREGATES: HYBRID AND ELECTRONIC CARS**

**Abstract.** The article is devoted to the study of current trends in the repair of automotive units, paying special attention to the specific requirements of hybrid and electric vehicles. Key changes in the technology of maintenance and diagnostics of electric vehicles are considered, including the adaptation of traditional repair methods to new types of vehicles. Special attention is paid to the issues of professional development of technical specialists, the introduction of specialized equipment and the development of new service standards.

**Keywords:** repair of aggregates, hybrid cars, electric cars, innovative technologies, after-sales service, qualification of specialists, specialized equipment, environmental standards, battery recycling, component recycling, competitiveness of enterprises.

**БЕСПАЛОВ Александр Владимирович**

кандидат технических наук, доцент, главный специалист отдела локальных экспертиз, Ханты-Мансийский филиал ФАУ «Главгосэкспертиза России», Россия, г. Ханты-Мансийск

## НОРМАТИВНЫЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ МОЛНИЕЗАЩИТЫ

**Аннотация.** Для повышения эффективности и доказательности проектных решений требуется анализировать нормативные документы. Цель настоящей статьи – выяснение принципов использования нормативных документов при проектировании защиты от прямых ударов молнии.

**Ключевые слова:** проектирование, молниезащита.

Молниезащита является важной составляющей системы безопасной эксплуатации, особенно для электрооборудования и при работе во взрывоопасных зонах. Опасные и неблагоприятные факторы атмосферного электричества принято разделять на прямые удары молнии и вторичные явления – электромагнитные помехи в части обеспечения электромагнитной совместимости. Методы расчета и защиты оборудования от электромагнитных помех хорошо разработаны и нормативно достаточно обеспечены, включая способы измерений и проверок работоспособности.

Организация защиты от прямых ударов молнии имеет ряд особенностей:

- установленная молниезащита не подлежит проверке опытным путем или измерениями, вместе с тем последствия отказа могут быть весьма существенными;
- вероятностный характер защиты, любое устройство молниезащиты может предотвратить развитие молнии лишь с конечной степенью надёжности;
- уровень нормативных документов – стандарты организаций и национальные стандарты.

В Федеральном законе № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» содержаться необходимые требования. В статье 9 указано требование, являющееся основой для молниезащиты: «Здание или сооружение на территории, на которой возможно проявление опасных природных процессов и явлений и (или) техногенных воздействий, должно быть спроектировано и построено таким образом, чтобы в процессе эксплуатации здания или сооружения опасные природные процессы и явления и (или) техногенные воздействия не вызывали последствий ...». В

соответствии со статьей 18: «Для обеспечения безопасности зданий и сооружений ..., в проектной документации должны быть предусмотрены: меры, направленные на защиту людей, здания или сооружения, территории, на которой будут осуществляться строительство, реконструкция и эксплуатация здания или сооружения, от воздействия опасных природных процессов и явлений и техногенных воздействий, а также меры, направленные на предупреждение и (или) уменьшение последствий воздействия опасных природных процессов и явлений и техногенных воздействий».

В редакции, введенной в действие с 1 сентября 2024 года статус стандартов организаций повышается, при определённых условиях их использование является доказательством соответствия зданий и сооружений требованиям Технического Регламента о безопасности зданий и сооружений (статья 6, Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ). Стандарты организаций, предусматривающие требования к безопасности зданий, сооружений, процессов, осуществляемых на всех этапах их жизненного цикла, применяются со дня регистрации указанных стандартов в Федеральном информационном фонде стандартов в порядке, установленном законодательством Российской Федерации о стандартизации. В части обеспечения соблюдения требований пожарной безопасности применяются стандарты организаций, согласованные в соответствии с пунктом 4 части 1 статьи 6 Федерального закона от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Доказательством соответствия построенного сооружения или применяемого устройства требованиям технических регламентов

является их характеристики (например, сопротивление заземляющего устройства, тип и площадь сечения проводов и кабелей и т. п.). В случае отсутствия значимых характеристик требуется соответствие конструктивных характеристик сооружения требованиям нормативных документов, входящих в доказательную базу технических регламентов. Учитывая вероятностный характер воздействия прямых ударов молнии, следование принятым нормативным документам является доказательством эффективности системы молниезащиты. При анализе аварийных ситуаций требуется установить, являлась ли авария следствием неверно устроенной молниезащиты, или укладывается в норму вероятности прямого удара молнии – простейший способ установить это – проверить соответствие системы молниезащиты техническим регламентам. При проектировании следует придерживаться порядка, установленного нормативными документами, обеспечивающими указанное соответствие.

Основные нормативные документы по организации молниезащиты:

1. ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы;

2. ГОСТ Р МЭК 62305-2-2010. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 2. Оценка риска;

3. ГОСТ Р 59789-2021 (МЭК 62305-3:2010). Национальный стандарт Российской Федерации. Молниезащита. Часть 3. Защита зданий и сооружений от повреждений и защита людей и животных от электротравматизма;

4. ГОСТ Р МЭК 62305-4-2016. Национальный стандарт Российской Федерации. Защита от молнии. Часть 4. Защита электрических и электронных систем внутри зданий и сооружений. Это перевод и адаптация международного стандарта IEC 62305. Стандарт соответствует современному представлению о молниезащите и содержит информацию о большинстве аспектов организации молниезащиты. Далее эти стандарты будут рассматриваться как единая система ГОСТ Р МЭК 62305/59789;

5. РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений»;

6. СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий,

сооружений и промышленных коммуникаций». Наиболее распространенные нормативные документы по организации молниезащиты. Некоторые считают их единственными действующими документами, до 2010 года так и было. Эти нормы перекрываются по содержанию, но несмотря на это признаны действующими и могут применяться одновременно (в соответствии с письмом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 01.12.2004 № 10-03-04/182);

7. СТО Газпром 2-1.11-170-2007 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и коммуникаций ОАО «Газпром»;

8. РД-91.020.00-КТН-276-07 Нормы проектирования молниезащиты объектов магистральных нефтепроводов и коммуникаций ОАО «АК «Транснефть» и дочерних акционерных обществ;

9. СТО РЖД 08.026-2015 «Устройства железнодорожной инфраструктуры. Защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Устройства молниезащиты и заземления технических средств. Технические требования»;

10. СТО 5694700729.240.01.22156947007-221-2016 (ОАО «ФСК ЕЭС») «Руководство по защите электрических сетей напряжением 110-750 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений»;

11. СТО 56947007-29.240.02.001-2008 (ОАО «ФСК ЕЭС») «Методические указания по защите распределительных электрических сетей напряжением 0,4-10 кВ от грозовых перенапряжений»;

12. ВСП 22-02-07 (МО РФ) Нормы по проектированию, устройству и эксплуатации молниезащиты объектов военной инфраструктуры;

13. ГОСТ 35053-2023 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Обеспечение защиты от молнии и статического электричества. Основные положения;

14. ГОСТ Р 54418.24-2023(МЭК 61400-24:2019) Ветроэнергетика. Установки ветроэнергетические. Часть 24. Молниезащита.

Стандарты некоторых крупных организаций, содержащие порядок организации молниезащиты, сюда же отнесём ГОСТ 35053 и ГОСТ Р 54418.24 в связи с ограниченной областью применения. Достаточно полно проработанные документы, которые можно

использовать при проектировании. Основным ограничением для использования является отсутствие общедоступных официальных текстов данных документов. Фактически для использования такого документа при проектировании требуется включение в состав проектной документации экземпляра стандарта организации и, возможно, соглашения о его использовании сторонней организацией.

Для начала определим место этих документов в системе нормативной документации. Как известно, обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции или к продукции и связанным с требованиями к продукции процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации) устанавливают технические регламенты. Соблюдение требований обеспечивается применением документов, входящих в перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований соответствующего технического регламента. Для технического регламента о безопасности зданий и сооружений национальные стандарты и своды правил применяются со дня включения таких

требований в реестр требований, подлежащих применению при проведении экспертизы проектной документации и (или) экспертизы результатов инженерных изысканий, осуществлении архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и сноса объектов капитального строительства (стройкомплекс.рф). Стандарты организаций, предусматривающие требования к безопасности зданий, сооружений, процессов, осуществляемых на всех этапах их жизненного цикла, применяются со дня регистрации указанных стандартов в Федеральном информационном фонде стандартов ([www.gostinfo.ru](http://www.gostinfo.ru)) в порядке, установленном законодательством Российской Федерации о стандартизации. В части обеспечения соблюдения требований пожарной безопасности применяются стандарты организаций, согласованные в соответствии с пунктом 4 части 1 статьи 6 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Документ может входить в указанные перечни и реестры непосредственно, а может содержаться в ссылках документов, входящих в них – такие документы мы также будем считать входящими в доказательную базу технических регламентов. Результаты сведены в таблицу 1.

Таблица 1

#### Использование документов по молниезащите в качестве доказательной базы

Документ	Перечни в технических регламентах	Реестр требований	Фонд стандартов	В открытом доступе
	по ссылке	по ссылке		
ГОСТ Р МЭК 62305/59789	+	+		+
РД 34.21.122-87	+	+		+
СО 153-34.21.122-2003	+	+		+
СТО Газпром 2-1.11-170				нет <sup>*1</sup>
РД-91...(АК «Транснефть»)				нет <sup>*2</sup>
СТО РЖД 08.026-2015				+
СТО ... (ОАО «ФСК ЕЭС»)				+
ВСП 22-02-07 (МО РФ)				+
ГОСТ 35053-2023				+
ГОСТ Р 54418.24				+

<sup>\*1</sup> Для получения текста нормативного документа Системы стандартизации ПАО «Газпром» следует руководствоваться порядком, установленным СТО Газпром 1.13.

<sup>\*2</sup> Деятельность по ведению отраслевого информационного фонда ПАО «Транснефть» и распространению нормативных документов ПАО «Транснефть» осуществляют ООО «НИИ Транснефть».

<sup>3</sup> Применение настоящего стандарта сторонними организациями оговаривается в договорах (соглашениях) с ОАО «РЖД».

Получается, что формально для доказательства соответствия проектной документации требованиям технических регламентов практически без ограничений можно использовать РД 34.21.122-87 и СО 153-34.21.122-2003 (на эти нормы есть ссылки во всех основных сводах правил), а ГОСТ Р МЭК 62305/59789 - для ограниченного числа объектов, в своде правил для которых есть ссылка на него. Остальные документы можно использовать совместно с ними, при этом использование должно быть обосновано заданием на проектирование. Использование СТО Газпром 2-1.11-170, РД-91... (АК «Транснефть») и СТО РЖД 08.026-2015 сторонними организациями также должно быть оговорено соглашением с разработчиками. Полноценное использование в качестве доказательной базы для стандартов организаций может быть доступно после их регистрации в Федеральном информационном фонде стандартов, в настоящее время ни один из них не зарегистрирован и обоснованием для проектных решений (в части соответствие техническому регламенту о безопасности зданий и сооружений) не является. Национальные стандарты ГОСТ 35053-2023 и ГОСТ Р 54418.24 можно использовать без ограничений, но самостоятельно доказательной базой они не являются.

Кроме возможности обоснования важную роль играет область применения нормативного документа. Области применения документов по молниезащите сведены в таблицу 2. При определении учитывались прямые указания нормативного документа и наличие специфических проектных решений для областей применения. Например, для взрывоопасных установок специфичным является молниезащита взрывоопасных зон, а не только самого объекта. В этом смысле СО 153-34.21.122-2003 не содержит проектных решений по молниезащите взрывоопасных установок, хотя и не содержит явных ограничений по области применения.

Документы по молниезащите, как выполненные для проектных решений по одной

тематике, обладают сложными и неоднозначными связями между собой. Наиболее старые документы - РД 34.21.122-87 и СО 153-34.21.122-2003 – являются основой для остальных документов. СО 153-34.21.122-2003 ссылается IEC 1024-1-1 для обычных объектов и стандарт МЭК 61312 (IEC-61312-1 «Защита от электромагнитного импульса молнии. Часть 1. Основные принципы») для вторичных явлений молнии. Стандарт IEC 1024 «Защита сооружений от удара молний» давно заменён, на сайте IEC нет даже упоминания о нём. В настоящее время используется стандарт ГОСТ Р МЭК 62305. Фактически в настоящее время параметры молниезащиты для расчета методом защитного угла и размеры сеток для уровня защиты III, указанные в СО 153-34.21.122-2003 (заимствованные из IEC 1024), не соответствуют международным и российским национальным стандартам – ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010, IEC 62305-3:2010. СТО Газпром 2-1.11-170-2007 выполнен на основе СО 153-34.21.122-2003 и РД 34.21.122-87. Разработчики, по-видимому, попытались совместить оба документа, обновленный и методически полный документ. Получившийся документ действительно по качеству превосходит стандартные – он подробно объясняет все вопросы молниезащиты и является лучшим из всех для организации молниезащиты взрывоопасных объектов. РД-91.020.00-КТН-276-07 в основном основан на РД 34.21.122-87 с некоторыми добавлениями из СО 153-34.21.122-2003, то есть нормы в нем чуть более жесткие. Основным достоинством РД-91.020.00-КТН-276-07 является альбом подробных типовых решений молниезащиты объектов магистральных нефтепроводов. СТО РЖД 08.026-2015 основан на ГОСТ Р МЭК 62305 с дополнением из СО 153-34.21.122-2003. Это наиболее современный документ, соответствующий международным стандартам. Применяется он только к обычным объектам, как и ГОСТ Р МЭК 62305.

Таблица 2

## Область применения документов по молниезащите

	Общественные и жилые здания	Промышленные и здания и сооружения	Железнодорожные объекты	Взрывоопасные установки	нефтепродукто-проводы	ЛЭП, подстанции	Контактные сети	радиотелевизионные антенны и линии	Здания и сооружения, где обрабатываются взрывчатые вещества	Ветроэнергетические установки
ГОСТ Р МЭК 62305/59789	+	+		+		+	+	+		
РД 34.21.122-87	+	+	+	+	+					+
СО 153-34.21.122-2003	+	+				+	+	+	+	+
СТО Газпром 2-1.11-170		+		+	+	+		+		
РД-91...(АК «Транснефть»)		+	+	+	+	+				
СТО РЖД 08.026-2015		+	+				+			
СТО ... (ОАО «ФСК ЕЭС»)						+				
ВСП 22-02-07 (МО РФ)	+	+		+					+	
ГОСТ 35053-2023					+					
ГОСТ Р 54418.24										+

Рассматривая выбор норм для разработки молниезащиты, уместно привести сравнительную характеристику вышеперечисленных

нормативных документов для основных параметров проектирования защиты от прямых ударов молнии:

Таблица 3

## Сравнительная характеристика нормативных документов молниезащиты

Классификация объектов	
СО 153-34.21.122-2003	Обычные объекты: 4 уровня защиты (надежность) – I (0,98), II (0,95), III (0,90), IV (0,80). Специальные объекты: надежность в пределах 0,9–0,999.
РД 34.21.122-87	Категория молниезащиты I, II, III. Зоны защиты (надежность): А (0,995) и Б (0,95).
СТО Газпром 2-1.11-170-2007	Категория молниезащиты: первая (0,999), вторая (0,99), третья (0,9), четвертая (0,9).
РД-91.020.00-КТН-276-07	Уровни молниезащиты (надежность): I уровень (0,99), II уровень (0,95).
СТО РЖД 08.026-2015	Уровень защиты от молнии (LPL): I, II, III, IV в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62305-1. Надежность защиты от молнии (расчет на основе принятого допустимого количества прорывов молнии).
ГОСТ Р МЭК 62305/59789	Уровень защиты от молнии «LPL» (надежность): I (0,99), II (0,97–0,8), III (0,91–0,97), IV (0,84–0,97).
Сопоставление объекта с уровнем надежности	
СО 153-34.21.122-2003	отсутствует

РД 34.21.122-87	Список из 17 конкретных типов объектов с распределением по категориям.
СТО Газпром 2-1.11-170-2007	Не требуется
РД-91.020.00-КТН-276-07	Список конкретных типов объектов с распределением по категориям.
СТО РЖД 08.026-2015	Не требуется
ГОСТ Р МЭК 62305/59789	Уровень защиты от молнии должен выбираться на основе оценки риска в соответствии с МЭК 62305-2. Надежность как параметр не используется.
<b>Защита взрывоопасных зон</b>	
СО 153-34.21.122-2003	Не рассматривается
РД 34.21.122-87	Взрывоопасные зоны должны полностью входить в зону защиты.
СТО Газпром 2-1.11-170-2007	Взрывоопасные зоны должны полностью входить в зону защиты.
РД-91.020.00-КТН-276-07	Не рассматривается
СТО РЖД 08.026-2015	Не рассматривается
ГОСТ Р МЭК 62305/59789	Все элементы молниезащитной системы должны находиться на расстоянии не менее 1 м от взрывоопасной зоны.
<b>Расчет зон защиты</b>	
СО 153-34.21.122-2003	Для простейших молниеотводов электрографический метод – формулы для трех уровней надежности защиты 0,9; 0,99 и 0,999. Для обычного объекта – определение зон защиты по защитному углу (значения не соответствуют ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010) или методом катящейся сферы для четырех уровней надежности защиты 0,98; 0,95; 0,90 и 0,80.
РД 34.21.122-87	Для простейших молниеотводов электрографический метод – формулы для двух уровней надежности защиты 0,95 и 0,995.
СТО Газпром 2-1.11-170-2007	Для простейших молниеотводов электрографический метод – формулы для трех уровней надежности защиты 0,9; 0,99 и 0,999 в соответствии с СО 153-34.21.122-2003.
РД-91.020.00-КТН-276-07	Для простейших молниеотводов электрографический метод – формулы для двух уровней надежности защиты 0,95 и 0,99.
СТО РЖД 08.026-2015	Метод катящейся (или фиктивной) сферы в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62305-1. Для простейших молниеотводов электрографический метод – формулы для трех уровней надежности защиты 0,9; 0,99 и 0,999 в соответствии с СО 153-34.21.122-2003.
ГОСТ Р МЭК 62305/59789	Метод защитного угла (график для уровня защиты I, II, III, IV). Угол зависит от высоты молниеприемника над объектом, а не над землёй. Метод катящейся сферы (радиус сферы для уровня защиты I – 20 м, II – 30 м, III – 45 м, IV – 60 м).

При выборе способа обоснования проектных решений требуется проанализировать различия и сильные стороны нормативной документации. Кроме того, пригодность для проектирования определяется наличием последовательности проектных решений и размерами защитных зон при сопоставимой надежности защиты. Однако некоторая оптимизация проектных решений оправдана только при доказанном соответствии решений требованиям

технических регламентов, помочь в установлении которой оказывает эта статья.

### Литература

1. РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений.
2. СО-153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. - М. Издательство МЭИ, 2004 г.

3. ГОСТ Р 59789-2021 (МЭК 62305-3:2010) Молниезащита. Часть 3. Защита зданий и сооружений от повреждений и защита людей и животных от электротравматизма.

4. ГОСТ 35053-2023 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и

нефтепродуктов. Обеспечение защиты от молнии и статического электричества. Основные положения.

5. Беспалов А.В. Нормативное обеспечение молниезащиты / А.В. Беспалов // Вестник государственной экспертизы. – № 02/2022 (23). – С. 36-45.

**BESPALOV Alexander Vladimirovich**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Chief Specialist of the Department of Local Expertise,  
Khanty-Mansiysk branch of FAA Glavgosexpertiza of Russia,  
Russia, Khanty-Mansiysk

## **REGULATORY FRAMEWORK FOR LIGHTNING PROTECTION ORGANIZATION**

**Abstract.** *To increase the effectiveness and evidence of design decisions, it is necessary to analyze regulatory documents. The purpose of this article is to clarify the principles of using regulatory documents in the design of protection against direct lightning strikes.*

**Keywords:** *design, lightning protection.*

**ИЛЬГУВАТОВА Наиля Аликовна**

студентка, Московский государственный университет технологий и управления  
имени К. Г. Разумовского, Россия, г. Москва

**САФИНА Камила Рафисовна**

студентка, Московский государственный университет технологий и управления  
имени К. Г. Разумовского, Россия, г. Москва

*Научный руководитель – старший преподаватель Московского государственного университета  
технологий и управления имени К. Г. Разумовского Хисамутдинова Гузяль Римовна*

## **ВОЗМОЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОИЗВОДСТВЕ МОРОЖЕНОГО**

**Аннотация.** Искусственный интеллект стал неотъемлемой частью многих отраслей, и пищевая промышленность – не исключение. Сегодня искусственный интеллект радикально меняет подходы к производству, контролю качества и дистрибуции продуктов питания. В статье мы рассматриваем возможности внедрение ИИ в производство мороженого и, в частности, перспективы развития технологий на будущее этой отрасли.

**Ключевые слова:** чистая линия, ИИ, контроль качества, разработка новых рецептур, перспективы развития.

В Республике Башкортостан мороженое производится уже много лет, поскольку в республике действуют крупные производители, такие как «Башкирский холод», которая занимается производством мороженого в регионе, о чем свидетельствует их продукция, например эскимо. Продукция таких компаний, как «Башкирский холод», является частью местной пищевой индустрии, которая развивалась на основе еще советских традиций производства мороженого, но также и с учетом современных технологий. Сегодня на рынке Башкортостана намного расширился ассортимент мороженого, возросло разнообразие используемого сырья, появились новые вкусовые наполнители и виды упаковки. По этим показателям башкирское мороженое не уступает лучшим российским и зарубежным образцам, имея при этом более низкую цену.

Благодаря анализу ассортимента данной компании можно прогнозировать спрос на продукцию и автоматически перенастраивать производство под актуальные потребности рынка. Например, с помощью современных нейронных сетей возможно распознавать мельчайшие дефекты на поверхности продуктов или выявлять инородные включения в

товарах еще до того, как они попадут к потребителю.

Внедрение ИИ становится инструментом в разработке новых рецептур мороженого. Компании, которые первыми осваивают новые технологии, получают значительное преимущество и формируют тренды рынка.

В статье мы рассмотрим следующие возможности внедрения искусственного интеллекта (ИИ) в производство мороженого и возможные результаты

### **Компании «Башкирский холод» и возможности ИИ**

Компания «Башкирский холод» – это известный башкирский бренд мороженого, который занимает лидирующие позиции на рынке благодаря своему качеству, натуральным ингредиентам и вниманию к традициям. Основанная много лет назад, она успешно сочетает инновационные технологии производства с заботой о здоровье потребителей, предлагая широкий ассортимент мороженого – от классических вариантов до оригинальных новинок.

В сентябре 2022 года на предприятии «Башкирский холод» завершился первый этап модернизации. В рамках этапа установили две высокопроизводительные автоматизированные линии по производству мороженого

производства. Кроме того, запустили установку для санитарной обработки трубопроводов, оборудование по подготовке смеси мороженого, в два раза увеличили мощность трансформаторной подстанции. В дальнейшем компания «Башкирский холод» планирует построить современный компрессорный цех для развития производства мороженого. Запуск объекта позволит повысить энергоэффективность складских помещений и линий по выпуску продукции. Компания «Башкирский холод» начала экспортацию продукции в 2023 году и поставляет мороженое во все страны ЕАЭС. Также продукция экспортируется во Вьетнам и Таиланд. Преимущества продукции компании заключаются в использовании натуральных ингредиентов и фруктовых наполнителей, разнообразии вкусов и форм, доступности цены, постоянном обновлении ассортимента и внедрении новых технологий.

Предполагаемые перспективы использования ИИ в производстве мороженого «Башкирский холод»:

**1. Оптимизация рецептур и вкусовых решений.** ИИ анализирует предпочтения потребителей, тренды рынка и отзывы для разработки новых рецептур. Алгоритмы помогают предсказывать, какие сочетания вкусов и ингредиентов будут наиболее популярными, что ускоряет инновационный цикл.

**2. Контроль качества и автоматическая сортировка.** ИИ целесообразен при обнаружении дефекта, несоответствия и отклонения в текстуре, цвете или форме мороженого, обеспечивая качество без необходимости постоянного ручного контроля.

**3. Оптимизация производственных процессов.** ИИ-алгоритмы анализируют данные с оборудования, предсказывают необходимость технического обслуживания для снижения затрат и увеличения выхода продукции.

**4. Управление запасами и логистикой.** Использование данных прогнозирования с целью определения необходимых объемов сырья и упаковочных материалов, что также снижает издержки и минимизирует отходы. Также ИИ помогает планировать логистические маршруты и сроки доставки.

**5. Персонализация и маркетинг.** На основе анализа данных о рынке потребления ИИ формирует персонализированные предложения, акции и новые продукты, создавая уникальный опыт для каждого клиента.

**6. Устойчивое производство и экологичность.** Использование ИИ с целью оптимизации использования ресурсов, снижения отходов и уменьшения экологического следа производства предполагает минимизировать потребление энергии и сырья.

**7. Энергоэффективность.** ИИ управляет процессами охлаждения и замораживания в зависимости от текущих потребностей, что снижает затраты и соответствует целям экологической устойчивости.

**8. Робототехника и автоматизация.** Роботизированные системы на базе ИИ автоматизируют такие задачи, как смешивание и упаковка, что увеличивает производственные мощности, сохраняя качество и улучшая эргономику рабочего места.

Рассмотрим предполагаемые результаты внедрения ИИ в производство мороженого «Башкирский холод»:

- создание частично или полностью автоматизированных линий на производстве, управляемых ИИ, что приводит к максимальной эффективности, минимальным издержкам, стабильность качества продукции.

- создание максимально персонализированного продукта и появление новых возможностей для нишевых рынков.

- создание системы, объединяющие данные по российскому рынку, для выявления трендов и предсказания изменений спроса.

- создание системы, которые имеют возможность контролировать производственные зоны через интегрированные системы видеонаблюдения и данные с датчиков, что предупреждают о потенциальных нарушениях безопасности.

В будущем ИИ станет неотъемлемой частью всей цепочки создания ценности в индустрии мороженого – от разработки рецептов до логистики и маркетинга. Эти технологии не только повысят эффективность производства, но и откроют новые возможности для инноваций, персонализации и экологической ответственности.

Таким образом, искусственный интеллект (ИИ) трансформирует индустрию мороженого, позволяя улучшить разработку вкусов, операционную эффективность и общий потребительский опыт.

## Литература

1. Костригина В.М., Урманшина Н.М. Искусственный интеллект и продвижение услуг ресторанных бизнеса // Актуальные

исследования. 2025. № 42 (277). Ч. I. С. 15-17. URL: <https://apni.ru/article/13318-iskusstvennyj-intellekt-i-prodvizhenie-uslug-restorannogo-biznesa>.

2. Монастырева Т.В., Лашин Е.А. Рынок мороженого: состояние, тенденции и перспективы // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2015. – № 2(2) июль-сентябрь. – URL <http://ejournal.omgau.ru/index.php/2015-god/2/19-statya-2015-2/148-00037>.

3. Назарова В.А. Искусственный интеллект в пищевой промышленности: современные вызовы и перспективы / В.А. Назарова, А.Ю. Назаров. –Текст непосредственный // Молодой ученик. – 2025. – № 7(588) – С. 7-10.

4. Тимчук Е.Г. Применение искусственного интеллекта в пищевой промышленности // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 61, № 3. С. 21-42.

### **ILGUVATOVA Nailya Alikovna**

Student, Moscow State University of Technology and Management named after K. G. Razumovsky, Russia, Moscow

### **SAFINA Kamila Rafisovna**

Student, Moscow State University of Technology and Management named after K. G. Razumovsky, Russia, Moscow

*Scientific Advisor – Senior lecturer at the Moscow State University of Technology and Management named after K. G. Razumovsky Khisamutdinova Guzal Rimovna*

## **ARTIFICIAL INTELLIGENCE CAPABILITIES IN ICE CREAM PRODUCTION**

**Abstract.** Artificial intelligence has become an integral part of many industries, and the food industry is no exception. Today, artificial intelligence is radically changing approaches to food production, quality control, and distribution. In the article, we consider the possibilities of introducing AI into the production of ice cream and, in particular, the prospects for the development of technologies for the future of this industry.

**Keywords:** clean line, AI, quality control, development of new formulations, development prospects.

**ШАРОВ Данила Денисович**

студент,

Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова,  
Россия, г. Санкт-Петербург**АРХИТЕКТУРА И АЛГОРИТМЫ СИСТЕМЫ УГЛЕКИСЛОТНОГО  
ПОЖАРОТУШЕНИЯ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОГО ФЛОТА**

**Аннотация.** В статье рассматриваются ключевые аспекты проектирования и реализации систем углекислотного пожаротушения для судов со сложной архитектурой и различными типами защищаемых зон. Анализируются альтернативные подходы к хранению огнетушащего агента, обосновывается выбор модульной баллонной системы как оптимального решения для обеспечения принципа «plug-and-play». Представлена архитектура системы распределения CO<sub>2</sub> с централизованным и локальным управлением, пневматической активацией и многоуровневыми блокировками безопасности, направленными на минимизацию рисков и повышение надёжности функционирования.

**Ключевые слова:** углекислотное пожаротушение, модульное хранение, судовые системы, пожарная безопасность, plug-and-play.

Системы углекислотного пожаротушения остаются одним из эффективных технических решений для тушения пожаров в замкнутых производственных помещениях, трюмах и машинных отделениях. Их конструктивные и функциональные особенности – способ хранения огнетушащего агента, схема распределения, алгоритмы инициации и блокировок – напрямую влияют на надёжность тушения и безопасность персонала.

Правильный выбор способа хранения CO<sub>2</sub> и проектирование системы его распределения критичны для объектов с несколькими охраняемыми помещениями и требованием «plug-and-play» – минимальной сложности эксплуатации при высокой надёжности. Неправильные проектные решения ведут к усложнению монтажа и обслуживания, увеличению эксплуатационных рисков и снижению безопасности персонала (вследствие токсичности CO<sub>2</sub>).

Рассматриваемая задача включает следующие взаимосвязанные проблемы:

- выбор способа хранения CO<sub>2</sub>: единый большой резервуар со сниженным CO<sub>2</sub> (криогенный/сжиженный под давлением) или множество стандартных баллонов;
- обеспечение точного и дублируемого весового контроля дозируемого агента для разных типов помещений (контейнеры, вагоны-хопперы и пр.);

- проектирование системы распределения с централизованным/локальным управлением, с дистанционной и ручной активацией;
- обеспечение безопасной эксплуатации при утечках и при срабатывании системы (блокировки вентиляции, эвакуация, энергоснабжение);
- минимизация объёма управляющей арматуры и упрощение пусковой логики без потери надёжности [1].

Варианты хранения CO<sub>2</sub>:

1. Большой резервуар (сниженный CO<sub>2</sub>): преимущества – компактность и меньшая площадь хранения; недостатки – необходимость активного охлаждения или выдерживания высокого давления, более сложная конструкция резервуара, наличие вспомогательных систем (охлаждение, контроль уровня и давления), усложнённая сертификация и обслуживание. Для «plug-and-play» таких систем это даёт дополнительную техническую нагрузку и повышенные требования к квалификации персонала.

2. Набор стандартных цилиндров/баллонов: преимущества – модульность, простота замены/дозаправки, возможность постепенного расширения ёмкости, простая стандартизированная арматура; недостатки – требуется большая площадь хранения, организация коллектора/дистрибутора, надёжная вентиляция помещения и регулярный осмотр узкопрофильными специалистами.

С учётом требований к простоте эксплуатации и модульности, вариант с множеством стандартных баллонов представляется более предпочтительным при реализации решения «plug-and-play».

**Система распределения и управления.** Баллоны объединяются в группы, каждая группа снабжена распределительным коллектором и управляющими шкафами. В управляющем шкафу реализованы два уровня клапанов: зонный клапан и триггерный клапан, открывающий баллоны группы. Такая схема обеспечивает поэтапную активацию: сначала выбирается зона, затем инициируется выпуск CO<sub>2</sub>. Для дистанционного управления используется пневматическая линия управления: сжатый газ (вспомогательные баллоны с воздухом, азотом или CO<sub>2</sub>) служит для приведения в действие пилотных механизмов. Пневмолиния позволяет безопасно передавать управляющие сигналы и уменьшает зависимость от электропитания в момент активации. Дублирование: каждый дистанционный орган управления имеет ручной привод. Для крупных систем применяются пилот-баллоны: подрыв пилот-баллона активирует всю группу, что уменьшает объём управляющих баллонов и повышает надёжность [2].

**Интеграция с объектовой автоматикой и блокировки.** Перед подачей CO<sub>2</sub> требуется выполнение последовательных требований безопасности: перекрытие приточно-вытяжной вентиляции защищаемой зоны, остановка вентиляторов и насосов (если тушение в машинном отделении или моторном отсеке), закрытие быстродействующих запорных заслонок и включение тревожной сигнализации. Система детекции пожара (газоанализаторы, детекторы дыма/температуры) передаёт сигнал на шкаф управления. Логика активации должна предусматривать ручное подтверждение и автоматические алгоритмы с фильтрацией ложных срабатываний. Требуется наличие interlock-задач: запрет активации при нахождении персонала в зоне (интерактивная сигнализация, принудительная эвакуация), контроль состояния дверей/люков, последовательное подтверждение закрытия вентиляции и изоляции систем до открытия баллонов [3, с. 94-96].

**Безопасность и особенности эксплуатации.** CO<sub>2</sub> – бесцветный, без запаха и высокотоксичный газ: кратковременное повышение концентрации ведёт к потере сознания и смерти. Поэтому обязательны: непрерывная вентиляция помещения хранения баллонов, система

газового контроля в зонах эвакуации и в трюмах, голосовая/световая сигнализация и средства эвакуации. Электроснабжение: при срабатывании автоматических процедур может происходить частичное обесточивание защищаемого пространства. Необходимо предусмотреть аварийное освещение, приоритетный запуск аварийного дизель-генератора и требования к работоспособности управляющей автоматики без внешнего питания (электропитание шкафов от АКБ). Требования к обслуживанию: регулярные проверки давления и состояния баллонов, тестирование пневмолиний, проверка герметичности коллектора, периодическая проверка газоанализаторов и визуальные/инструментальные осмотры клапанной арматуры [4].

Решение проблемы: предложенная инженерная схема (рис.) и алгоритм работы:

1. Выбор хранения – использовать модульные группы стандартных цилиндров CO<sub>2</sub>, размещённых в отдельном вентилируемом помещении. Каждая группа рассчитана по объёму на конкретную зону (контейнеры, вагоны, машинное отделение). Группы комплектуются манометрами, предохранительными устройствами и быстрым коллектором.

2. Управляющая архитектура – централизованное и локальное управление: два уровня операторских постов – центральный пост пожарной охраны и локальный пост у защищаемой зоны. Управление реализуется пневмоэлектрогидравлически: дистанционные пневмоприводы + электрические сигналы на контроль и индикацию. Шкаф управления для каждой группы содержит: зонный клапан, триггерный клапан (инициация баллонов группы), систему контроля давления и блоки interlock, линейные индикаторы и ручные приводы для аварийной активации. Пилотная логика: при необходимости уменьшения объёма управляющей арматуры вводится pilot bottle – единичный малый баллон, инициирующий группу.

3. Алгоритм активации. Оператор выбирает зону на центральном или локальном посту. Система проверяет условия interlock: закрыты ли приточные/вытяжные клапаны, остановлены ли вентиляторы/насосы, нет ли персонала, подтверждена ли герметичность дверей/люков. После положительной проверки открывается зонный клапан дистрибутора. Оператор инициирует триггерное открытие баллонов. При срабатывании пилот-баллона активируется группа баллонов и происходит

подача CO<sub>2</sub> по трубопроводу к распылителям. Система фиксирует факт подачи (датчики давления/потока) и составляет протокол инцидента (время, открытые клапаны, расход).

4. Меры безопасности и детекции. Введение обязательной газоаналитики в трюмах/машинных отделениях: забор воздуха и анализ на повышение CO<sub>2</sub>; перед подачей CO<sub>2</sub> – принудительное отключение воздухозабора из трюма. Аварийное освещение и отсрочка: предусмотреть последовательность, при которой после открытия шкафа и срабатывания первичных действий равно ~30 с. происходит переход к полноформатной подаче, учитывая запуск аварийного генератора. Дублирование ручных приводов и локальных рычагов для возможности ручного вмешательства при отказе.

5. Эксплуатация, обслуживание и соответствие нормативам. Регулярные тесты: имитация срабатывания (без выброса CO<sub>2</sub>), проверка пневмолиний и целостности коллектора, поверка манометров и газоанализаторов. Инструкции и обучение персонала: чёткие процедуры эвакуации, контроль доступа к помещению с баллонами, графики технических осмотров. Соответствие стандартам: проект и монтаж должны выполняться в соответствии с действующими нормами и стандартами по углекислотному пожаротушению и по промышленной безопасности (национальные и международные стандарты, нормативы судостроения и эксплуатации оборудования) [5, с. 5-7; 6, с. 11-14].

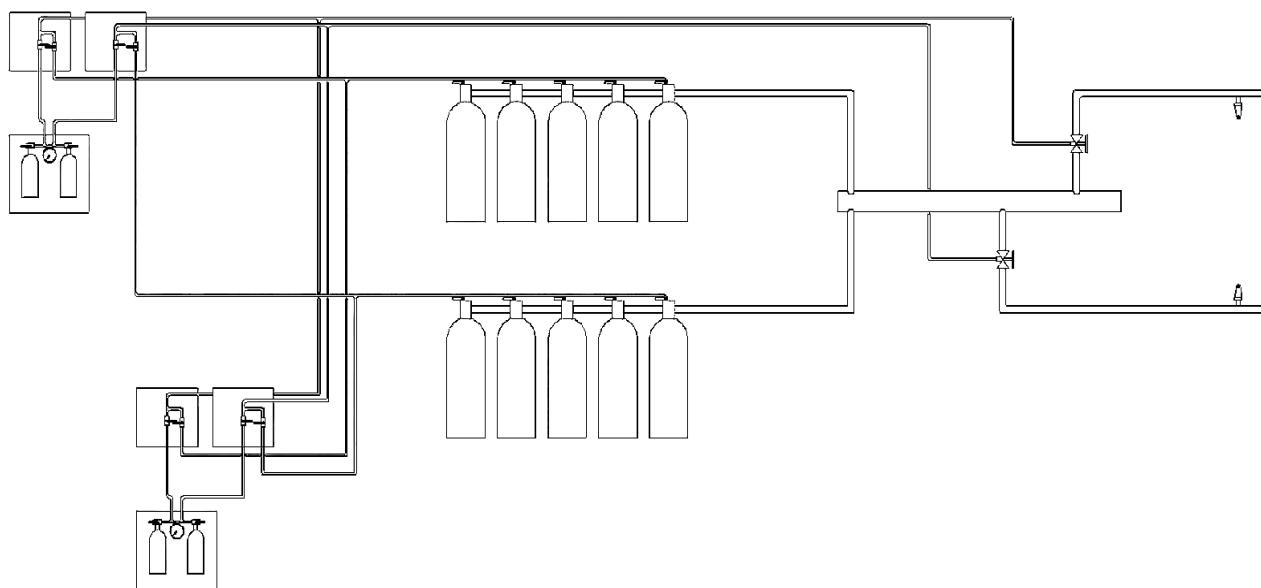


Рис. Схема модульной системы пожаротушения CO<sub>2</sub>

Предложенная модульная архитектура хранения CO<sub>2</sub> (группы стандартных баллонов), с централизованным и локальным управлением, пневматическим триггером и ручным дублированием, обеспечивает оптимальный баланс между простотой эксплуатации, надёжностью и безопасностью. Ключевые преимущества – модульность и возможность поэтапного расширения, упрощённое техническое обслуживание, а также относительно низкие требования к квалификации при эксплуатации по сравнению с крупными криогенными резервуарами. Обязательными элементами реализации являются детектирование пожара и концентрации CO<sub>2</sub>, чёткая логика interlock-ов, аварийное электроснабжение и регламентное обслуживание.

## Литература

1. Бурцев А.В. Пожарная безопасность судов: учебное пособие / А.В. Бурцев, Д.А. Евстратов. – Москва: Транспорт, 2010. – 240 с.
2. Иванов И.И. Судовые системы и устройства: учебник / И.И. Иванов, П.П. Петров. – Санкт-Петербург: Моркнига, 2015. – 320 с.
3. Усынина А.Э. Системы пожаротушения на судах морского и речного плавания / А.Э. Усынина // Перспективы развития строительного комплекса: Материалы XIV Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов, Астрахань, 22-23 октября 2020 года. Т. 14. – Астрахань: Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. – С. 94-96. – EDN FVHZIW.

4. Система пожарной безопасности – FSS Code // NAVLIB библиотека судоводителя. URL: <https://navlib.net> (дата обращения: 10.09.2025).
5. Ремнев А.П. Борьба с пожаром в машинном отделении / А.П. Ремнев // Вестник государственного морского университета имени адмирала Ф.Ф. Ушакова. – 2024. – № 1(46). – С. 5-7. – EDN EWSLNN.
6. Боран-Кешишьян А.П. Расчет сил и средств пожаротушения при борьбе с пожаром на судне / А.П. Боран-Кешишьян, А.П. Ремнев // Вестник государственного морского университета имени адмирала Ф.Ф. Ушакова. – 2023. – № 3(44). – С. 11-14. – EDN QDOTBK.

**SHAROV Danila Denisovich**

Student,

Admiral S. O. Makarov State University of the Marine and River Fleet,  
Russia, Saint Petersburg

## **ARCHITECTURE AND ALGORITHMS OF A CARBON DIOXIDE FIRE SUPPRESSION SYSTEM FOR THE CIVIL FLEET**

**Abstract.** The article discusses key aspects of the design and implementation of carbon dioxide fire extinguishing systems for ships with complex architecture and various types of protected areas. Alternative approaches to fire extinguishing agent storage are analyzed, and the choice of a modular balloon system as the optimal solution to ensure the "plug-and-play" principle is substantiated. The architecture of the CO<sub>2</sub> distribution system with centralized and local control, pneumatic activation and multi-level safety interlocks aimed at minimizing risks and increasing operational reliability is presented.

**Keywords:** carbon dioxide firefighting, modular storage, marine systems, fire safety, plug-and-play.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

KRUTSKIKH Olga Sergeevna

Graduate Student, Kuban State Technological University, Russia, Krasnodar

## MODERN APPROACHES TO SCALABILITY, MONITORING, AND FAULT TOLERANCE OF DISTRIBUTED DIGITAL SYSTEMS

**Abstract.** This article examines modern approaches to achieving scalability, observability and fault tolerance in distributed digital systems. It analyzes architectural models for horizontal scaling, the role of monitoring and telemetry in maintaining operational transparency and the mechanisms of automated recovery that prevent cascading failures. The study highlights the importance of integrating scalability, monitoring and fault-tolerance capabilities into a unified engineering framework that ensures stable performance under fluctuating workloads. Key technological challenges and future directions are outlined, reflecting the increasing complexity of digital infrastructures and the growing demand for reliability.

**Keywords:** distributed systems, scalability, monitoring, observability, fault tolerance, telemetry, failure recovery.

The rapid growth of distributed digital infrastructures has intensified the need for systems that can scale efficiently, remain observable in real time and withstand failures without service disruption. Modern applications operate under variable workloads and complex dependency structures, making scalability mechanisms, advanced monitoring practices and fault-tolerant architectures essential components of stable digital ecosystems. The aim of this article is to examine contemporary approaches to scalability, monitoring and fault tolerance in distributed systems and to assess their impact on performance stability and operational reliability.

### Main part. Scalability models in modern distributed systems

Scalability in distributed digital systems is defined by the ability to increase processing capacity without degrading performance as demand grows. Modern architectures prioritize horizontal expansion, where additional nodes are added to distribute workload and reduce contention, while vertical scaling is used selectively for compute-intensive components [1, p. 84-101]. Microservices, container orchestration and stateless service design enable independent scaling of system units, preventing bottlenecks from propagating across the infrastructure [2, p. 208-220]. Load balancing, sharding and distributed caching further enhance scalability by reducing pressure on centralized

resources and ensuring that traffic is routed efficiently. These approaches form the structural basis for maintaining consistent performance under fluctuating or rapidly increasing workloads.

### Monitoring and observability

Monitoring in distributed systems has evolved from tracking isolated infrastructure metrics to providing a holistic understanding of system behavior through observability. Modern observability frameworks integrate logs, metrics and traces, allowing engineering teams to reconstruct request paths, detect abnormal patterns and diagnose failures across microservice boundaries. Unlike traditional monitoring, which relies on predefined thresholds, observability emphasizes real-time correlation of telemetry signals and supports the identification of latent issues that emerge only under complex workload conditions. Tools such as distributed tracing, service mesh telemetry and event-driven alerting provide actionable insights into performance degradation, enabling faster recovery and more informed scaling decisions. As a result, observability has become a foundational capability for maintaining transparency and reliability in distributed digital ecosystems [3, p. 16-21].

### Fault tolerance mechanisms

Fault tolerance in distributed systems relies on architectural and operational strategies that ensure continuous service availability despite component failures. Redundancy through replication,

multi-zone and multi-region deployment reduces the impact of localized outages and enables systems to reroute requests automatically. Techniques such as circuit breaking, graceful degradation and bulkheading prevent cascading failures by isolating malfunctioning components and maintaining partial functionality under stress [4, p. 2358-2376; 5, p. 79-82]. Consensus protocols and leader election mechanisms support resilient coordination in distributed state management, while automated recovery-enabled by container orchestration and self-healing infrastructure-minimizes downtime by replacing or restarting failed instances without manual intervention. Together, these approaches create a resilient execution environment capable of maintaining stable operation under unpredictable failure scenarios [6, p. 1375-1379].

### **Integrating scalability, monitoring, and fault tolerance**

Effective distributed system design requires the coordinated integration of scalability mechanisms, observability practices and fault-tolerance strategies. These capabilities cannot function in isolation: scalable architectures depend on monitoring data to guide autoscaling decisions, while fault-tolerance mechanisms rely on real-time insights to detect failures early and trigger recovery workflows [7, p. 33-39]. Observability serves as the connective layer, providing the telemetry required to evaluate system health, identify emerging bottlenecks and adapt resource allocation dynamically. Likewise, resilient architectures reinforce scalability by allowing components to fail without interrupting system growth or degrading performance. By aligning these three dimensions-scalability, monitoring and fault tolerance-engineers can build distributed digital platforms that maintain predictable behavior, recover rapidly from disruptions and support continuous evolution under changing operational demands.

### **Challenges and future directions**

Despite significant advances in distributed system architecture, several challenges continue to limit the efficiency and reliability of modern digital platforms. Increasing system heterogeneity complicates the implementation of unified observability, as telemetry must be collected from diverse runtimes, protocols and cloud environments. Scalability is further constrained by coordination overhead and data consistency requirements, particularly in globally distributed deployments where latency becomes a structural limitation [8, p. 63288-63305]. Ensuring fault tolerance is also

becoming more complex, as the rise of interdependent microservices increases the risk of cascading failures that are difficult to predict with traditional modeling methods. Looking forward, research and industry practice are moving toward autonomous system optimization powered by machine learning, adaptive consistency models and more sophisticated self-healing mechanisms [9, p. 15-20]. These developments aim to reduce operational burden, improve predictive capabilities and enhance the overall resilience of distributed digital ecosystems.

### **Conclusion**

Modern distributed digital systems must combine scalable architectures, comprehensive observability and robust fault-tolerance mechanisms to maintain reliable performance under dynamic and unpredictable workloads. Scalability models enable systems to expand capacity efficiently, while observability provides the visibility required to diagnose emerging issues and guide operational decisions. Fault-tolerance strategies ensure service continuity despite component failures, and their integration with monitoring and scaling processes forms a cohesive resilience framework. At the same time, organizations continue to face challenges related to growing system complexity, coordination overhead and the limitations of global deployments. Future advancements-such as autonomous optimization, adaptive consistency models and more intelligent self-healing infrastructures-are expected to further strengthen the stability and efficiency of distributed digital ecosystems. Together, these approaches outline a comprehensive foundation for designing next-generation distributed platforms capable of sustaining high reliability and predictable performance.

### **References**

1. Talaver V., Vakaliuk T.A. Reliable distributed systems: review of modern approaches // Journal of edge computing. 2023. Vol. 2. № 1. P. 84-101.
2. Haroon M., Siddiqui Z.A., Husain M., Ali A., Ahmad T. A proactive approach to fault tolerance using predictive machine learning models in distributed systems // Int. J. Exp. Res. Rev. 2024. Vol. 44. P. 208-220.
3. Maksimov V.Yu. Startup Latency Analysis in Java Frameworks for Serverless AWS Lambda Deployments // The American Journal of Engineering and Technology. 2025. Vol. 7. № 04. P. 16-21.

<https://doi.org/10.37547/tajet/Volume07Issue04-03>

4. Oloruntoba O. Architecting Resilient Multi-Cloud Database Systems: Distributed Ledger Technology, Fault Tolerance, and Cross-Platform Synchronization // International Journal of Research Publication and Reviews. 2025. Vol. 6. № 2. P. 2358-2376.

5. Garifullin R. Micro-frontends as a strategy for minimizing downtime during technology migration // Norwegian Journal of development of the International Science. 2025. № 158. P. 79-82.

6. Sudhakaran S., Shah S., Mishra M.K., Natarajan V., Bhatt J., Goel O. Fault-Tolerant Architectures for Distributed Big Data Analytics // 2025 First International Conference on Advances in Computer Science, Electrical, Electronics, and

Communication Technologies (CE2CT). IEEE. 2025. P. 1375-1379.

7. Berezhnoy A. Architectural design patterns for high-load systems: principles, tools, and scalability constraints // Professional Bulletin. Information Technology and Security. 2025. № 3/2025. P. 33-39.

8. Dos Reis F.B., Borkum M., Mukherjee M., Cardenas D.J.S. Distributed Ledger Technology for Fault Tolerant Distribution Grid Operations // IEEE Access. 2023. Vol. 11. P. 63288-63305.

9. Smirnov A. Comparative analysis of performance and scalability of synchronous and asynchronous interactions in microservice architecture // Professional Bulletin: Information Technology and Security. 2025. № 3/2025. P. 15-20.

**КРУТСКИХ Ольга Сергеевна**

магистрантка,

Кубанский государственный технологический университет, Россия, г. Краснодар

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К МАСШТАБИРУЕМОСТИ, МОНИТОРИНГУ И ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ

**Аннотация.** В статье рассматриваются современные подходы к обеспечению масштабируемости, наблюдаемости и отказоустойчивости распределённых цифровых систем. Анализируются архитектурные модели горизонтального масштабирования, роль мониторинга и телеметрии в поддержании прозрачности работы системы, а также механизмы автоматического восстановления, предотвращающие распространение отказов. Подчёркивается важность интеграции масштабируемости, мониторинга и отказоустойчивости как единой инженерной концепции, обеспечивающей стабильность работы цифровых платформ при изменяющихся нагрузках. Обозначены ключевые технологические вызовы и перспективные направления развития, связанные с усложнением инфраструктур и ростом требований к надёжности.

**Ключевые слова:** распределённые системы, масштабируемость, мониторинг, наблюдаемость, отказоустойчивость, телеметрия, восстановление после сбоев.

**АЛАДЫШЕВ Константин Андреевич**

начальник сектора специализированного системного программного обеспечения,  
АО «НИЦЭВТ», Россия, г. Москва

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЗАМЕНЫ IPMI НА PLDM ВО ВСТРОЕННЫХ ИНТЕРФЕЙСАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ UEFI И КОНТРОЛЛЕРА BMC

**Аннотация.** В статье рассматриваются интерфейсы взаимодействия программного обеспечения UEFI и контроллера BMC, и исследуется возможность замены *in-band* интерфейса взаимодействия с IPMI на PLDM с сохранением физической шины LPC используемой для транспорта сообщений.

**Ключевые слова:** UEFI, BMC, IPMI, PLDM, MCTP, MCTP-over-KCS.

Практически во всех современных серверных платах помимо основного мощного процессора CPU предназначенногодля выполнения высоконагруженных вычислений существует небольшой дополнительный контроллер BMC (Board Management Controller). Так как эксплуатация сервера обычно производится удалённо, необходима возможность удалённого мониторинга и управления платформой. Именно эти задачи и выполняет контроллер BMC.

Данный контроллер обычно подключён к отдельному встроенному сетевому адаптеру на плате, и в этой сети отдаёт наружу web сервер и данные по различным менеджмент протоколам. Такой вид коммуникации с BMC обычно называется «out-of-band» (внешняя). Дополнительно к этому обычно поддерживается коммуникация между BMC и хост процессором CPU по внутренним интерфейсам платы – «in-band» (встроенная).

Как для «in-band», так и для «out-of-band» коммуникации с BMC традиционно использовался протокол IPMI (Intelligent Platform Management Interface) [1]. Однако данный стандарт обладает рядом принципиальных ограничений, в связи с чем индустрия приняла решение не развивать данный протокол, а произвести разработку новых на его замену, с учётом всех современных требований. Разработка новых открытых стандартов в данном направлении ведётся в рамках консорциума Distributed Management Task Force (DMTF) [2].

В случае «out-of-band» коммуникации, DMTF разработал стандарт Redfish [3]. На текущий момент как ПО BMC всех основных коммерческих вендоров (Dell iDRAC/HP iLO/Insyde

Supervyse/AMI MegaRAC), так и открытый проект по замене проприетарного программного обеспечения BMC – OpenBMC [4] имеют в своём составе Redfish сервер, реализующий данную спецификацию.

Однако в случае «in-band» коммуникации всё не так однозначно. До сих пор в большинстве решений общение между ПО UEFI и BMC происходит по устаревшему протоколу IPMI. В большинстве случаев протоколом транспортного уровня является KCS (Keyboard Controller Style, описан в рамках спецификации IPMI) на базе физической шины LPC (Low Pin Count) [5].

Новыми стандартами от DMTF на замену текущих протоколов в данном случае являются:

1. Redfish Host Interface;
2. PLDM (Platform Level Data Model).

В случае Redfish Host Interface [6] подразумевается наличие сетевого соединения TCP/IP между CPU и BMC с трафиком в формате Redfish. Данное соединение обычно организовывается через физическое USB соединение между CPU и BMC, и поднятие сетевого USB устройства со стороны BMC. Однако следует отметить, что логин-пароль для такого соединения спецификация предлагает генерировать автоматически через тот же IPMI. Таким образом данный метод как требует другого физического соединения, так и не позволяет полностью уйти от устаревшего IPMI.

PLDM же представляет из себя большой набор спецификаций [7], по документу на каждый класс команд, что позволяет легко расширять стандарт и добавлять новые классы.

Также в отличие от IPMI, объединяющий в себе как уровень команд, так и транспорта, спецификации PLDM затрагивают чисто уровень

команд. Спецификацией транспорта для PLDM является MCTR (Management Component Transport Protocol).

MCTR также не является единой спецификацией, а разбито на множество документов. Дополнительно для каждого физического интерфейса, на котором может быть поднят MCTR транспорт, существует так называемая binding спецификация, описывающая формат MCTR пакетов и нюансы работы на этих конкретных интерфейсах.

В том числе существует и спецификация MCTR-over-KCS, описывающая передачу MCTR сообщений по интерфейсу KCS. Таким образом, без введения дополнительных физических интерфейсов, путём лишь программной замены можно заменить устаревший IPMI стек на базе KCS на современный PLDM через MCTR-over-KCS.

В рамках исследования данной статьи была проведена данная работа, и разработан открытый стек по реализации взаимодействия UEFI->BMC через команды PLDM по транспорту MCTR-over-KCS (LPC).

Тестирования проводилось на сервере SP3 разработки АО НИЦЭВТ [8]. Программное обеспечение UEFI/BMC для данного сервера собирается из исходных кодов, что позволило произвести все необходимые для данной задачи доработки.

Со стороны программного обеспечения UEFI был доработан пакет ManageabilityPkg из состава открытого репозитория edk2-platforms [9]. На момент написания данной статьи все патчи для данного пакета уже приняты в публичный репозиторий edk2-platforms. Данный пакет был интегрирован в кодовую базу UEFI сервера SP3.

Программное обеспечение BMC сервера SP3 построено на базе открытого проекта OpenBMC. Все необходимые программные доработки, потребовавшиеся в рамках данной задачи документированы и выложены в публичный репозиторий [10]. Набор патчей для ядра отправлен на реview в Linux mailing list [11].

Для тестирования взаимодействия по протоколу PLDM между UEFI и BMC было написано UEFI приложение, отправляющее в качестве тестового запроса команду Get PLDM Types. Код данного приложения также представлен в репозитории [10].

Таким образом, в данной статье приведён обзор общих интерфейсов взаимодействия с контроллером BMC. Рассмотрены

традиционные и перспективные интерфейсы взаимодействия UEFI/BMC. Также в рамках исследовательской работы разработан открытый программный стек, позволяющий без необходимости замены физического транспорта, лишь путём модификации кода UEFI/BMC уйти от устаревшего взаимодействия по протоколу IPMI, и перейти на современный стандарт PLDM.

## Литература

1. Intel IPMI Technical Resources Website [Электронный ресурс]. URL: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/docs/servers/ipmi/ipmi-home.html> (дата обращения: 03.12.2025).
2. Официальный сайт DMTF [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dmtf.org/>.
3. Официальная страница стандартов Redfish [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dmtf.org/standards/redfish> (дата обращения: 03.12.2025).
4. Исходный код проекта OpenBMC на GitHub [Электронный ресурс]. URL: <https://openbmc.org/> (дата обращения: 03.12.2025).
5. Intel Low Pin Count (LPC) Interface Specification Revision 1.1 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.intel.com/design/chipsets/industry/25128901.pdf> (дата обращения: 03.12.2025).
6. Redfish Host Interface Specification [Электронный ресурс]. URL: [https://www.dmtf.org/sites/default/files/standards/documents/DSP0270\\_1.3.1.pdf](https://www.dmtf.org/sites/default/files/standards/documents/DSP0270_1.3.1.pdf) (дата обращения: 03.12.2025).
7. Platform Management Communications Infrastructure [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dmtf.org/standards/pmci> (дата обращения: 03.12.2025).
8. Линейка серверных плат SP3 производства АО НИЦЭВТ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nicevt.ru/linejka-serverov-obshheognaznacheniya-na-baseserver-nicevt-044-sp3-s-procressorami-amd-epus/> (дата обращения: 03.12.2025).
9. Исходные коды пакета «ManageabilityPkg» [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/tianocore/edk2-platforms/tree/master/Features/ManageabilityPkg> (дата обращения: 03.12.2025).
10. Исходные коды проекта «Open-source PLDM communication between the HOST (UEFI firmware)» and BMC [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/edk2-project/edk2-platforms/tree/master/Features/PLDM> (дата обращения: 03.12.2025).

<https://github.com/Kostr/pldm> (дата обращения: 03.12.2025).

11. Add MCTP-over-KCS transport binding  
[Электронный ресурс]. URL:

<https://lwn.net/Articles/946797/> (дата обращения: 03.12.2025).

**ALADYSHEV Konstantin Andreevich**

Head of the Specialized System Software Sector, JSC "NICEVT", Russia, Moscow

## **INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF REPLACING IPMI WITH PLDM IN THE BUILT-IN INTERFACES OF THE UEFI SOFTWARE AND THE BMC CONTROLLER**

**Abstract.** The article discusses the interfaces between the UEFI software and the BMC controller, and explores the possibility of replacing the in-band interface for interacting with IPMI with PLDM while maintaining the physical LPC bus used for message transport.

**Keywords:** UEFI, BMC, IPMI, PLDM, MCTP, MCTP-over-KCS.

**АЛАДЫШЕВ Константин Андреевич**

начальник сектора специализированного системного программного обеспечения,  
АО «НИЦЭВТ», Россия, г. Москва

## ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДИФИКАЦИЯ СКРЫТЫХ НАСТРОЕК UEFI BIOS ХРАНИЛИЩ ФОРМАТА EFIVARSTORE

**Аннотация.** В статье рассматривается практический алгоритм по исследованию и модификации скрытых настроек меню UEFI BIOS расположенных в хранилищах формата *EfiVarStore*.

**Ключевые слова:** UEFI, НП, реверс-инжиниринг, *EfiVarStore*.

Так или иначе разработка внешних PCI-E устройств заканчивается тестированием их непосредственно в составе материнской платы. В большинстве случаев разработчики PCI-E устройств не являются разработчиками материнской платы, а вынуждены использовать готовые решения, доступные на данный момент на рынке. Программное обеспечение UEFI, ответственное за настройку root complex PCI-E, используемое для старта таких платформ является проприетарной разработкой производителя, и поставляется только в бинарном виде. Таким образом разработчик PCI-E устройства вынужден покупать устройства в формате "чёрный ящик", не обладая какой-либо информацией перед покупкой, установлены ли в программном обеспечении UEFI необходимые настройки root complex PCI-E, и есть ли возможность для их изменения пользователем. В качестве возможного решения данной проблемы текущая статья рассматривает метод для исследования и модификации скрытых настроек UEFI.

«Скрытые» в данном контексте означают настройки, которые не доступны для модификации в меню БИОС, или даже те, которые не

показываются в меню БИОС, но присутствуют в коде. Другими словами – это настройки, заключённые в блоки *grayoutif*/*suppressif* в VFR коде программного обеспечения UEFI. Как показывает практика, таких настроек достаточно большое количество. Связано это в первую очередь с тем, что производители UEFI прошивок хотят облегчить себе портирование на новые материнские платы. Поэтому они не удаляют специфические блоки настроек для каждой отдельной платы, а содержат общий блок VFR кода видимость блоков которого контролируется набором индивидуальных конфигурационных настроек платы. Данная статья рассматривает один из способов анализа и модификации подобных скрытых настроек.

В качестве примера для целей данной статьи был написан UEFI драйвер, экспортирующий в меню UEFI свою форму, обладающую набором скрытых настроек [1]. Тестирование производилось в эмуляторе QEMU [2] с загруженным образом OVMF [3]. Созданный драйвер загружен в систему через стандартную оболочку EFI shell. При заходе в форму данного драйвера по умолчанию пользователь видит полностью закрытое для модификации меню (рис. 1).

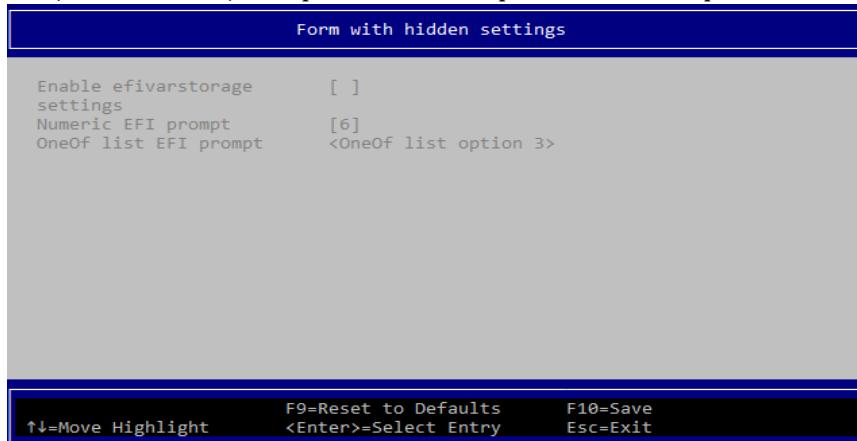


Рис. 1. Меню *HiddenSettings* драйвера

В предыдущей статье «Исследование и модификация скрытых настроек UEFI BIOS хранилищ формата VarStore» был рассмотрен

алгоритм открытия и модификации скрытых настроек для хранилищ формата VarStore.

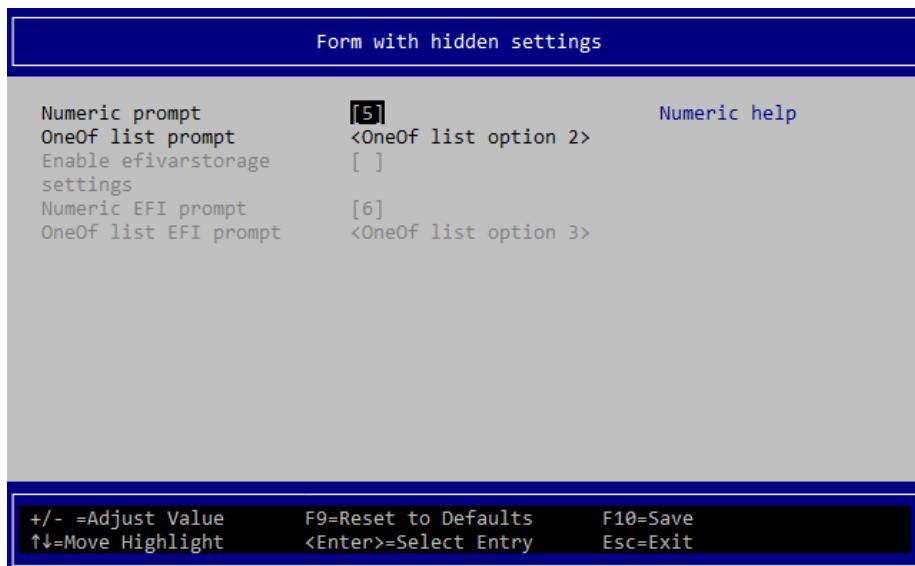


Рис. 2. Меню HiddenSettings драйвера после открытия скрытых настроек хранилища Varstore

Однако как было отмечено в этой же статье, он не позволяет производить модификацию настроек, хранящихся в другом типе хранилища EfiVarStore.

Причиной этому является то, что на текущий момент код edk2, основной базы для построения всех UEFI совместимых прошивок, не позволяет производить дамп хранилищ EfiVarStore с помощью стандартной функции спецификации UEFI EFI\_HII\_CONFIG\_ROUTING\_PROTOCOL.ExportConfig() [4]. Также в силу инертности разработки UEFI прошивок, даже если эта проблема решится сегодня в коде edk2, до внедрения её в каждый БИОС современных ПК пройдут годы, не говоря уже о том, что прошивки для старых машин скорее всего не получат данного обновления никогда. В связи с этим необходимо найти альтернативное решение для модификации данных настроек.

В рамках данной статьи предлагается продолжить работу с формой драйвера

HiddenSettings и модифицировать настройку Numeric хранилища efivarstorage изначально недоступную для редактирования.

Так как мы не можем произвести дамп efivarstore настроек с помощью «HIIConfig.efi dump» [5], мы не можем узнать DevicePath целевого хранилища, необходимый для выполнения команд route/extract. Однако в случае, если форма содержит как хранилища varstore, так и efivarstore, то можно попробовать использовать DevicePath от хранилища varstore, в большинстве случаев эти настройки совпадают.

Используя DevicePath, полученный в статье «Исследование и модификация скрытых настроек UEFI BIOS хранилищ формата VarStore», мы можем получить необходимый дамп.

Обладая данными знаниями, можно модифицировать настройки методом, описанным в предыдущей статье с помощью команды «HIIConfig.efi route» с необходимым набором аргументов.

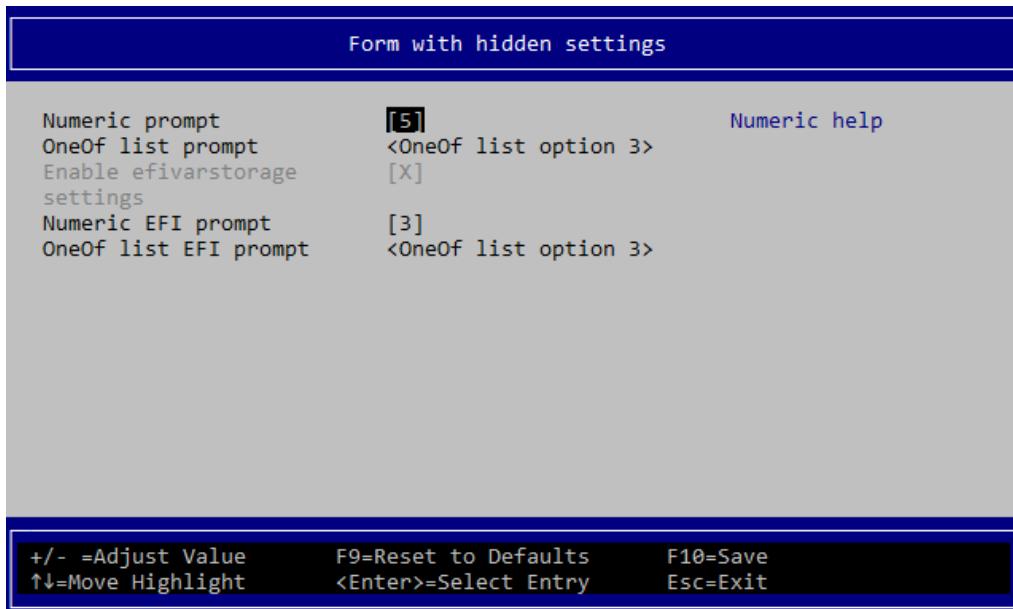


Рис. 3. Меню HiddenSettings драйвера после открытия скрытых настроек хранилища EfiVarstore

Однако не всегда удаётся получить таким образом дамп настроек efivarstore. Целевая форма может быть построена только с таким хранилищем настроек, без соседнего хранилища varstore. В этом случае без знания целевого DevicePath, модификация настроек EfiVarStore не предоставляется возможной таким методом.

При таком варианте предлагается воспользоваться стандартной командой EFI shell «dmpstore» и модифицировать настройки внутри хранилища efivarstore напрямую. Для примера представим, что настройка Numeric EFI всё ещё недоступна, и попробуем изменить

её значение, не прибегая к использованию утилиты HIIConfig.

Для просмотра всех значений настроек целевого хранилища EfiVarStore необходимо выполнить команду dmpstore передав аргументом нужный UUID, а с аргументом «-s» данные настройки можно сохранить в файл на файловой системе:

Для редактирования файла можно воспользоваться стандартной утилитой «hexedit» встроенной в EFI Shell:

На рисунке ниже настройки формы выделены красным блоком.

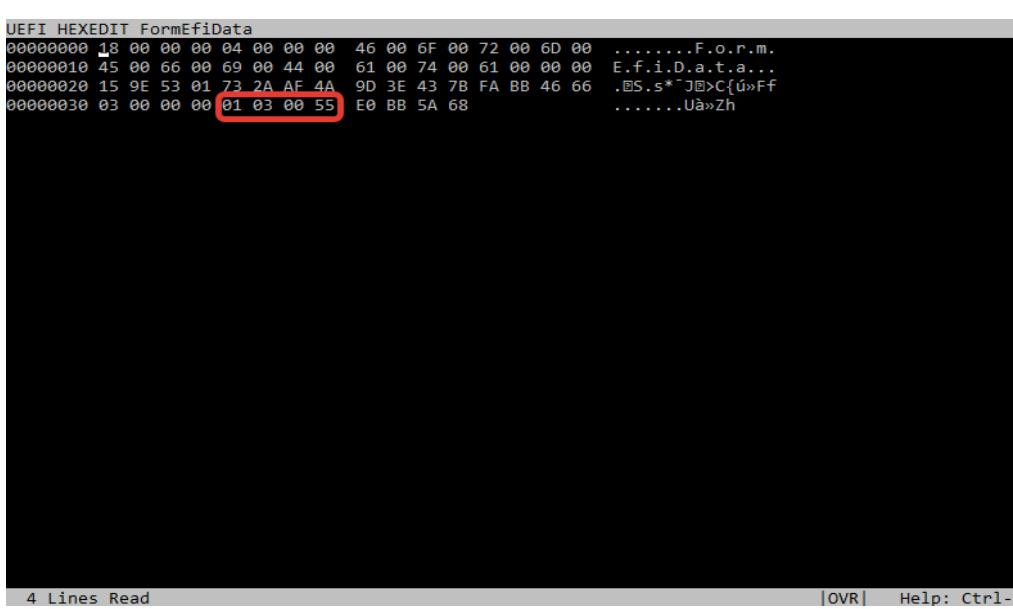


Рис. 4. Содержимое файла FormEfiData в редакторе hexedit

Как видно они находятся ближе к концу созданного файла. В целом файл обладает заголовком в специализированном формате, а

последние 4 байта представляют собой контрольную сумму.

Полный формат файла представлен в листинге ниже:

```
{
    UINT32 NameSize;           // Size of the variable name in bytes
    UINT32 DataSize;          // Size of the variable data in bytes
    CHAR16 Name[NameSize/2];   // Variable name in CHAR16
    EFI_GUID Guid;           // Variable GUID
    UINT32 Attributes;       // Variable attributes
    UINT8 Data[DataSize];     // Variable data
    UINT32 Crc;              // CRC32 checksum for the record
}
```

Рис. 5. Формат файла

Модифицируем 0300 на 0700 для изменения значения numeric option. Используйте «Ctrl-S» для сохранения обновлённого буфера и «Ctrl-Q» для выхода из редактора.

Для корректной загрузки обновлённых значений требуется обновить поле контрольной суммы (CRC32) в файле. Для произведения данных действий было написано специальное приложение UpdateDmpstoreDump.efi [6]. Контрольная сумма вычисляется с помощью стандартного сервиса UEFI «EFI\_BOOT\_SERVICES.CalculateCrc32()».

Данное приложение UpdateDmpstoreDump.efi можно использовать для актуализации поля контрольной суммы.

Если проверить файл после работы приложения, то можно увидеть, что контрольная сумма была обновлена:

После этого можно загружать файл для обновления переменной хранилища EFI с помощью той же команды dmpstore с аргументом -I и файлом настроек.

После выполнения данных операций можно проверить, что значение на целевой форме действительно изменилось:

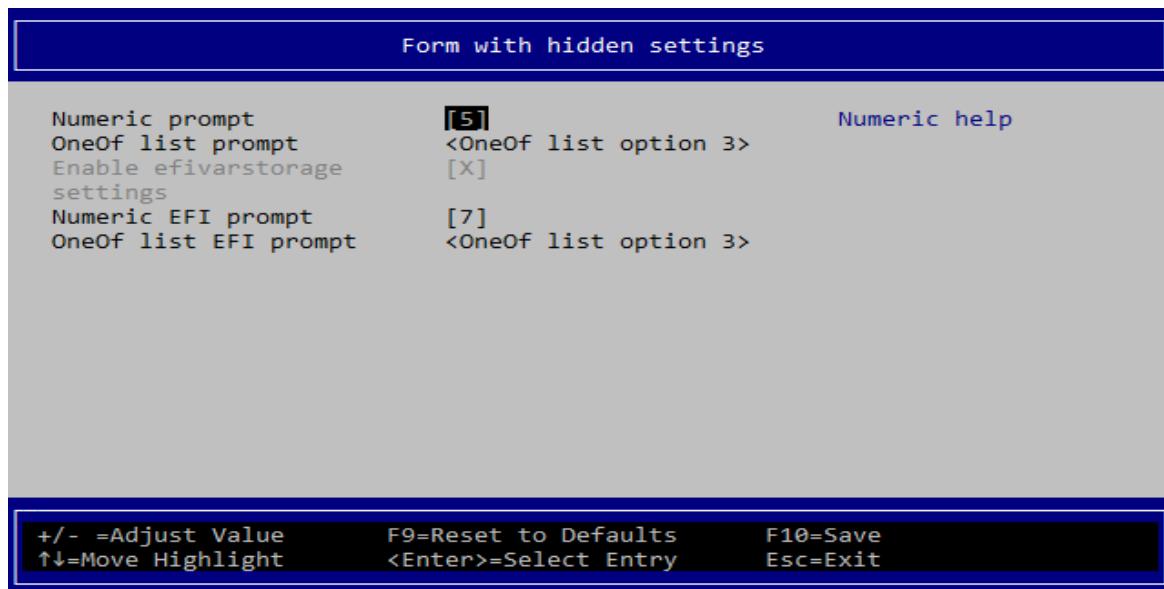


Рис. 6. Меню HiddenSettings драйвера после открытия модификации настройки Numeric хранилища EfiVarstore

Таким образом в данной статье обозначен алгоритм для открытия и модификации скрытых настроек UEFI хранилищ типа efivarstore. Данный метод можно использовать для расширенной конфигурации программного

обеспечения UEFI в случае, если его исходные коды недоступны. Расширенная конфигурация в свою очередь может помочь разработчикам устройств PCI-E для отладки своих решений в составе проприетарных материнских плат.

**Литература**

1. Исходные коды UEFI драйвера HiddenSettings [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/Kostr/UEFI-Lessons/tree/master/UefiLessonsPkg/HiddenSettings> (дата обращения: 02.12.2025).
2. Официальный сайт эмулятора QEMU [Электронный ресурс]. URL: <https://www.qemu.org/> (дата обращения: 02.12.2025).
3. Официальная страница Open Virtual Machine Firmware (OVMF) [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/tianocore/tianocore.github.io/wiki/OVMF> (дата обращения: 02.12.2025).
4. EFI\_HII\_CONFIG\_ROUTING\_PROTOCOL. ExportConfig() doesn't show efivarstore (Bugzilla Bug 4639) [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/tianocore/edk2/issues/10470> (дата обращения: 02.12.2025).
5. Исходные коды UEFI приложения HIIConfig [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/Kostr/UEFI-Lessons/tree/master/UefiLessonsPkg/HIIConfig> (дата обращения: 02.12.2025).
6. Исходные коды UEFI приложения UpdateDmpstoreDump.efi [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/Kostr/UEFI-Lessons/tree/master/UefiLessonsPkg/UpdateDmpstoreDump> (дата обращения: 02.12.2025).

**ALADYSHEV Konstantin Andreevich**

Head of the Specialized System Software Sector, JSC "NICEVT", Russia, Moscow

## INVESTIGATION AND MODIFICATION OF HIDDEN UEFI BIOS SETTINGS OF EFIVARSTORE FORMAT STORAGES

**Abstract.** The article discusses a practical algorithm for investigating and modifying hidden UEFI BIOS menu settings located in EfiVarStore format storages.

**Keywords:** UEFI, HII, reverse engineering, EfiVarStore.

**АЛАДЫШЕВ Константин Андреевич**

начальник сектора специализированного системного программного обеспечения,  
АО «НИЦЭВТ», Россия, г. Москва

## ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДИФИКАЦИЯ СКРЫТЫХ НАСТРОЕК UEFI BIOS ХРАНИЛИЩ ФОРМАТА VARSTORE

**Аннотация.** В статье рассматривается практический алгоритм по исследованию и модификации скрытых настроек меню UEFI BIOS расположенных в хранилищах формата VarStore.

**Ключевые слова:** UEFI, НП, реверс-инжиниринг, VarStore.

Так или иначе разработка внешних PCI-E устройств заканчивается тестированием их непосредственно в составе материнской платы. В большинстве случаев разработчики PCI-E устройств не являются разработчиками материнской платы, а вынуждены использовать готовые решения, доступные на данный момент на рынке. Программное обеспечение UEFI, ответственное за настройку root complex PCI-E, используемое для старта таких платформ является проприетарной разработкой производителя, и поставляется только в бинарном виде. Таким образом разработчик PCI-E устройства вынужден покупать устройства в формате «чёрный ящик», не обладая какой-либо информацией перед покупкой, установлены ли в программном обеспечении UEFI необходимые настройки root complex PCI-E, и есть ли возможность для их изменения пользователем. В качестве возможного решения данной проблемы текущая статья рассматривает метод для исследования и модификации скрытых настроек UEFI.

«Скрытые» в данном контексте означают настройки, которые не доступны для модификации в меню БИОС, или даже те, которые не показываются в меню БИОС, но присутствуют в

исходном коде. Другими словами – это настройки, заключённые в блоки `grayoutif/suppressif` в VFR коде программного обеспечения UEFI. Как показывает практика, таких настроек достаточно большое количество. Связано это в первую очередь с тем, что производители UEFI прошивок хотят облегчить себе портирование на новые материнские платы. Поэтому они не удаляют специфические блоки настроек для каждой отдельной платы, а содержат общий блок VFR кода, видимость блоков которого контролируется набором индивидуальных конфигурационных настроек платы. Данная статья рассматривает один из способов анализа и модификации подобных скрытых настроек.

В качестве примера для целей данной статьи был написан UEFI драйвер, экспортирующий в меню UEFI свою форму, обладающую набором скрытых настроек [1]. Тестирование производилось в эмуляторе QEMU [2] с загруженным образом OVMF [3]. Созданный драйвер загружен в систему через стандартную оболочку EFI shell. При заходе в форму данного драйвера по умолчанию пользователь видит полностью закрытое для модификации меню (рис. 1).

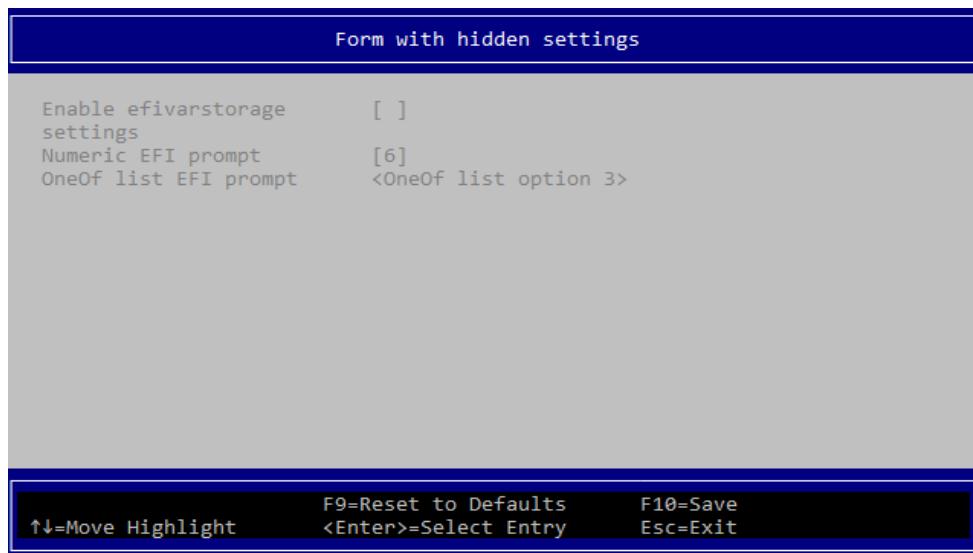


Рис. 1. Меню HiddenSettings драйвера

Общий алгоритм, предлагаемый в данной статье для решения поставленной задачи, заключается в следующем:

1. Дамп всех package lists из form packages драйвера;
2. Дизассемблирование IFR кода из form packages и поиск необходимых настроек;
3. Модификация необходимых настроек.

Для выполнения шага 1) было написано специальное приложение ShowHIIext.efi [4], позволяющее производить дамп и сохранение всех package lists из базы данных HII доступной на данный момент в программном обеспечении UEFI.

Выполнив данное приложение из оболочки EFI shell можно получить набор всех package lists в виде отдельных файлов, сохранённых на файловой системе непосредственно рядом с приложением.

Для выполнения дизассемблирования IFR кода из form packages (шаг 2) данная статья

предлагает использовать открытое приложение IFRExtractor-RS [5].

Выполнив приложение над всеми полученными на предыдущем шаге файлами, мы можем выяснить, в каких именно package lists содержатся пакеты с формами, и произвести дизассемблирование IFR кода для данных пакетов.

Для каждого файла, содержащего внутри себя данные IFR, приложение ifrextractor создаст файл в формате \*.txt с декодированным кодом VFR:

Для поиска необходимого формсета нашего целевого драйвера можно воспользоваться стандартной утилитой grep, выполнив поиск по строкам из видимого меню драйвера.

Анализ вывода декомпилированного VFR кода позволяет определить хранилище для каждой из необходимых настроек и восстановить внутреннюю структуру хранилищ данных:

Таблица

#### Описание структуры хранилища данных

Элемент	Строка меню	VarStoreId	VarOffset (в байтах)	Size (в байтах)
Checkbox	"Show varstore settings"	1	0	1 байт -неявно для элемента checkbox
Numeric	"Numeric prompt"	1	1	2 байта (т. к. у элемента Size: 16)
OneOf	"OneOf list prompt"	1	3	1 байт (т. к. у элемента Size: 8)
Checkbox	"Enable efivarstorage settings"	2	0	1 байт -неявно для элемента checkbox
Numeric	"Numeric EFI prompt"	2	1	2 байта (т. к. у элемента Size: 16)
OneOf	"OneOf list EFI prompt"	2	3	1 байт (т. к. у элемента Size: 8)

Для работы с настройками базы данных НИ было написано специальное приложение HIIConfig.efi [6]. Вызов команды «HIIConfig.efi dump» позволяет произвести дамп всех настроек базы данных НИ, а простым поиском по varstore GUID можно найти данные по настройкам нашего драйвера.

Используя переменную PATH из вывода команды «HIIConfig.efi dump» в вызовах

HIIConfig.efi с подкомандами route/extract можно читать и изменять значения целевых настроек.

В текущем примере изменив настройку Checkbox "Show varstore settings" с помощью команды «HIIConfig.efi route» с необходимыми аргументами можно открыть недоступное первоначально меню.

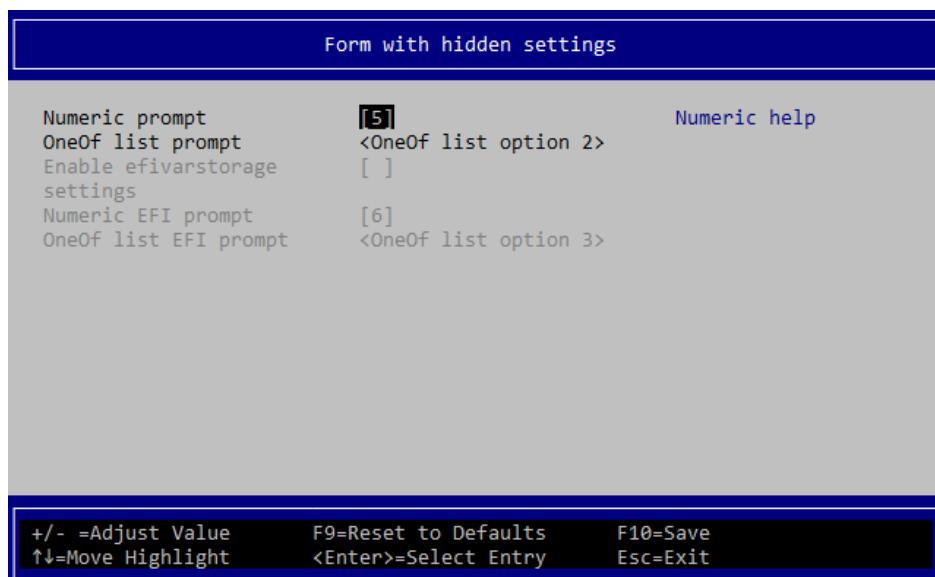


Рис. 2. Меню HiddenSettings драйвера после открытия скрытых настроек

Следует отметить, что методом выше можно не только открывать блоки настроек, недоступные для модификации пользователем, но и непосредственно модифицировать сами скрытые настройки. Это может быть полезно для случаев, когда целевые настройки недоступны для открытия, например заключены в блоки suppressif TRUE/grayoutif TRUE.

Ограничением текущего метода является то, что он позволяет модифицировать только настройки хранилищ типа VarStore. В силу бага [7] в коде edk2, работа с настройками хранилищ efivarStore недоступна вышеуказанным методом.

Таким образом в данной статье обозначен алгоритм для открытия и модификации скрытых настроек UEFI хранилищ формата VarStore. Данный метод можно использовать для расширенной конфигурации программного обеспечения UEFI в случае, если его исходные коды недоступны. Расширенная конфигурация в свою очередь может помочь разработчикам устройств PCI-E для отладки своих решений в составе проприетарных материнских плат.

## Литература

1. Исходные коды UEFI драйвера HiddenSettings [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/Kostr/UEFI-Lessons/tree/master/UefiLessonsPkg/HiddenSettings> (дата обращения: 01.12.2025).
2. Официальный сайт эмулятора QEMU [Электронный ресурс]. URL: <https://www.qemu.org/> (дата обращения: 01.12.2025).
3. Официальная страница Open Virtual Machine Firmware (OVMF) [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/tianocore/tianocore.github.io/wiki/OVMF> (дата обращения: 01.12.2025).
4. Исходные коды UEFI приложения ShowHIIext [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/Kostr/UEFI-Lessons/tree/master/UefiLessonsPkg/ShowHIIext> (дата обращения: 01.12.2025).
5. Официальный сайт проекта IFRExtractor-RS [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/LongSoft/IFRExtractor-RS> (дата обращения: 01.12.2025).
6. Исходные коды UEFI приложения HIIConfig [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/LongSoft/HIIConfig> (дата обращения: 01.12.2025).

<https://github.com/Kostr/UEFI-Lessons/tree/master/UefiLessonsPkg/HIIConfig>  
(дата обращения: 01.12.2025).

7. `EFI_HII_CONFIG_ROUTING_PROTOCOL`.  
`ExportConfig()` doesn't show efivarstore (Bugzilla

Bug 4639) [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/tianocore/edk2/issues/10470>  
(дата обращения: 01.12.2025).

**ALADYSHEV Konstantin Andreevich**

Head of the Specialized System Software Sector, JSC "NICEVT", Russia, Moscow

## **RESEARCH AND MODIFICATION OF HIDDEN UEFI BIOS SETTINGS OF VARSTORE FORMAT STORAGES**

**Abstract.** The article discusses a practical algorithm for investigating and modifying hidden UEFI BIOS menu settings located in VarStore format storages.

**Keywords:** UEFI, HII, reverse engineering, VarStore.



10.5281/zenodo.17922555

**ГУЛЯН Ваган Липаритович**директор по цифровой трансформации,  
ООО «Три Богатыря», Россия, г. Санкт-Петербург

## ИИ И ЭКОЛОГИЯ В БИЗНЕСЕ: КАК ЦИФРОВИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СНИЖАЕТ ЗАТРАТЫ И УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД

**Аннотация.** Статья исследует роль искусственного интеллекта и цифровых технологий в повышении экологической устойчивости и экономической эффективности строительной отрасли. Анализируются ключевые технологии, такие как BIM, цифровые двойники, аддитивное производство и машинное обучение, которые позволяют оптимизировать проектирование, сокращать отходы материалов, снижать энергопотребление и углеродный след. Приводятся кейс-стади реальных проектов, демонстрирующих значительное сокращение затрат и выбросов CO<sub>2</sub>. Также рассматриваются экологические последствия использования ИИ-инфраструктуры и предлагаются стратегии минимизации её углеродного следа. В заключение формулируются рекомендации для строительных компаний, регуляторов и разработчиков технологий по внедрению цифровых решений для достижения устойчивого развития.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект в строительстве, цифровизация строительства, устойчивое строительство, углеродный след, BIM (информационное моделирование зданий), цифровые двойники, энергоэффективность.

### Введение

Строительная отрасль находится на критическом перепутье, где экологическая устойчивость стала не просто моральным императивом, но и бизнес-необходимостью. Составляя примерно 38% мировых выбросов углерода – 28% приходится на эксплуатацию зданий и оставшиеся 10% на воплощенный углерод от материалов и строительных процессов – отрасль сталкивается с растущим давлением по сокращению своего воздействия на окружающую среду. Одновременно сектор борется с проблемами экономической эффективности и производительности, создавая острую потребность в трансформационных решениях.

Искусственный интеллект (ИИ) и цифровизация выступают мощными инструментами для решения этой двойной задачи экологической устойчивости и экономической жизнеспособности в строительстве. По мере того как отрасль начинает внедрять цифровую трансформацию, открываются новые возможности для сокращения как затрат, так и выбросов углерода через оптимизированное проектирование, эффективное использование ресурсов и улучшенные эксплуатационные характеристики.

Это исследование изучает, как ИИ и цифровые технологии могут революционизировать строительные практики для создания более устойчивой и экономически эффективной искусственной среды. Анализируя реальные применения, кейс-стади и возникающие тренды, мы стремимся предоставить всестороннее понимание того, как цифровизация может помочь строительным компаниям одновременно достигать своих экологических и экономических целей.

### Углеродный след ИИ и цифровых технологий

#### Понимание масштаба энергопотребления ИИ

Хотя ИИ предлагает огромный потенциал для экологических улучшений в строительстве, важно понимать его собственное воздействие на окружающую среду. В настоящее время спрос на электроэнергию от приложений ИИ составляет менее 1% мирового потребления электроэнергии. Для контекста: центры обработки данных по всему миру потребляют примерно 1,0–1,3% мировой электроэнергии, при этом большая часть вычислений посвящена традиционным приложениям, а не ИИ.

На основе оценок работающих чипов для вычислений ИИ, приложения искусственного

интеллекта, вероятно, потребляют около 0,04% мировой электроэнергии, что приводит к примерно 0,01% мировых выбросов парниковых газов.

Однако растущий спрос на приложения ИИ стимулирует увеличение потребления электроэнергии в центрах обработки данных. В Соединенных Штатах, где располагается примерно половина мировых ЦОД, эти объекты в настоящее время используют около 4% электроэнергии, с прогнозами на 2030 год в диапазоне от 4,6% до 9,1%.

#### **Компоненты углеродного следа ИИ**

Углеродный след ИИ состоит из двух основных компонентов:

1. **Операционные выбросы:** они происходят от электроэнергии, потребляемой компьютерными чипами при выполнении вычислений, связанных с ИИ, и питании центров обработки данных.

2. **Воплощенные выбросы:** они включают все выбросы, связанные с производством ИТ-оборудования и строительством центров обработки данных, включая материалы, такие как бетон, сталь и аппаратные средства.

Воплощенные выбросы для центров обработки данных могут составлять от одной трети до двух третей их выбросов за весь жизненный цикл. Например, с 2020 по 2023 год углеродный след Microsoft увеличился на 30%, в основном из-за выбросов от производства стали, бетона и чипов для расширенных операций ЦОД.

#### **Цифровые технологии, трансформирующие устойчивое строительство**

##### **Ключевые цифровые технологии в строительстве**

Строительство традиционно было одной из наименее цифровизированных отраслей, но сейчас набирают силу несколько трансформационных технологий:

1. **Информационное моделирование зданий (BIM):** создает детальные 3D-модели, интегрирующие все аспекты проектирования и строительства зданий, обеспечивая лучшую координацию, обнаружение коллизий и оптимизацию использования материалов. Технология BIM позволяет архитекторам, инженерам и подрядчикам создавать детальные цифровые представления зданий до начала строительства, обеспечивая точное количественное определение материалов и сокращение отходов.

2. **Цифровые двойники:** виртуальные копии физических зданий, которые позволяют

осуществлять мониторинг, анализ и оптимизацию эксплуатационных характеристик здания в режиме реального времени на протяжении всего его жизненного цикла.

3. **Сборное и модульное строительство:** автоматизированное проектирование и производство позволяют точную сборку строительных компонентов вне строительной площадки, сокращая отходы, улучшая качество и ускоряя сроки строительства.

4. **Оптимизация проектирования с помощью ИИ:** алгоритмы, которые генерируют и оценивают тысячи вариантов дизайна для поиска наиболее эффективных решений с точки зрения использования материалов, энергоэффективности и стоимости.

5. **Интеллектуальные системы управления зданиями:** автоматизированные системы, использующие датчики и искусственный интеллект для оптимизации энергопотребления в реальном времени, регулирующие освещение, отопление, охлаждение и вентиляцию на основе моделей занятости и условий окружающей среды.

Эти технологии трансформируют способы проектирования, строительства и эксплуатации зданий, создавая беспрецедентные возможности для повышения устойчивости.

#### **Машинное обучение для оценки устойчивых материалов**

Искусственный интеллект, особенно алгоритмы машинного обучения, революционизировал выбор устойчивых строительных материалов, анализируя обширные наборы данных о свойствах материалов, экологическом воздействии и эксплуатационных характеристиках.

Модели машинного обучения могут обрабатывать информацию о материалах, включая «природные вещества, такие как бамбук и копропластика; переработанные продукты, такие как дробленый бетон и переработанный пластик; и инновационные композиты, включая полимеры, армированные волокном». Эти модели могут прогнозировать эксплуатационные характеристики в различных условиях и рекомендовать оптимальные комбинации на основе конкретных требований проекта.

#### **Оптимизация 3D-печати с помощью ИИ**

Интеграция ИИ с технологиями аддитивного производства создала новые возможности для устойчивого строительства. Алгоритмы ИИ оптимизируют параметры печати, использование материалов и структурный дизайн для

минимизации отходов при сохранении структурной целостности.

«Применение передовых производственных технологий, таких как 3D-печать и автоматизированное производство, значительно повышает эффективность и минимизирует отходы в строительной отрасли». Под управлением ИИ эти технологии становятся еще более эффективными, при этом некоторые проекты демонстрируют до 60% меньше использования бетона по сравнению с традиционными методами.

### Экономические выгоды цифровизации строительства

Внедрение ИИ и цифровых технологий в строительстве предлагает значительную экономию затрат через различные механизмы:

#### Сокращение отходов материалов

Оптимизированные с помощью ИИ проекты и технологии цифрового производства могут значительно сократить отходы материалов. Исследования показывают, что внедрение BIM может сократить отходы материалов до 20% в строительных проектах. Для типичного проекта коммерческого здания это может означать экономию сотен тысяч долларов только на материальных затратах.

#### Улучшенное управление проектами

Инструменты ИИ для планирования, распределения ресурсов и управления рисками могут сократить задержки и перерасход средств. McKinsey оценивает, что улучшенное управление проектами через цифровизацию может снизить затраты на строительство на 15–25%. Это улучшение достигается за счет лучшей координации, раннего выявления потенциальных коллизий или проблем и оптимизированного распределения ресурсов.

#### Эффективность труда

Автоматизация и робототехника для повторяющихся задач могут повысить производительность и снизить трудозатраты. Согласно отраслевым анализам, автоматизация может повысить производительность строительства на 30–50% в определенных применениях. Это особенно важно, учитывая, что труд обычно составляет 30–50% от общих строительных затрат.

#### Оптимизация обслуживания

Предиктивное обслуживание на основе ИИ может снизить затраты жизненного цикла зданий, выявляя проблемы до того, как они станут серьезными, продлевая срок службы компонентов здания. Digital Realty, например,

внедрила системы предиктивного обслуживания, которые «сократили ненужное обслуживание на 35%, одновременно повысив общую надежность конструкции» через обнаружение аномалий на основе ИИ.

#### Оптимизация энергопотребления

Системы ИИ могут непрерывно оптимизировать энергопотребление здания, снижая операционные затраты на протяжении всего срока службы здания. Интеллектуальные системы зданий продемонстрировали экономию энергии на 20–30% в коммерческих зданиях, что может привести к экономии миллионов долларов в течение срока службы здания.

#### Экологические выгоды цифровизации строительства

Помимо экономии затрат, цифровые технологии предлагают значительный потенциал для сокращения углеродного следа в строительстве:

#### Оптимизация материалов

ИИ может оптимизировать структурные проекты для использования менее углеродоемких материалов при сохранении стандартов эксплуатации. Некоторые инструменты проектирования на основе ИИ продемонстрировали сокращение материалов на 30–40% при сохранении структурной целостности. Это не только снижает затраты, но и значительно уменьшает волплощенный углерод конструкции.

#### Эффективность цепи поставок

Цифровое отслеживание и оптимизация строительных цепей поставок могут сократить транспортные выбросы и обеспечить закупку материалов у производителей с более низким углеродным следом. Анализируя транспортные маршруты, консолидируя поставки и выбирая местных поставщиков, где это возможно, цифровое управление цепями поставок может сократить связанные с транспортом выбросы на 15–30%.

#### Эффективность строительных процессов

Инструменты цифрового планирования могут минимизировать время простоя оборудования и оптимизировать логистику, сокращая расход топлива и связанные с ним выбросы на строительных площадках. Исследования показали, что цифровое планирование строительства может сократить время простоя оборудования до 40%, что напрямую приводит к сокращению расхода топлива и выбросов.

### Операционные характеристики

Системы зданий, управляемые ИИ, могут значительно снизить энергопотребление в завершенных зданиях. Интеллектуальные системы зданий продемонстрировали экономию энергии на 20–30% в коммерческих зданиях, что напрямую приводит к сокращению операционных выбросов углерода на протяжении всего срока службы здания.

### Продленный срок службы зданий

Лучшее проектирование, строительство и обслуживание, обеспеченные цифровыми технологиями, могут продлить срок службы зданий, сокращая потребность в углеродоемком новом строительстве. Системы цифрового мониторинга могут обнаруживать проблемы на ранней стадии, обеспечивая превентивное обслуживание, которое в среднем продлевает срок полезной службы здания на 15–20%.

### Кейс-стади: цифровые инновации в устойчивом строительстве

#### Кейс-стади 1: The Edge, Амстердам – выбор материалов с помощью ИИ

Офисное здание The Edge в Амстердаме представляет собой пионерский пример выбора материалов с помощью ИИ и оптимизации энергопотребления. Проект использовал алгоритмы машинного обучения для оценки тысяч комбинаций материалов, оптимизируя как воздействие на окружающую среду, так и критерии эксплуатационных характеристик.

Система ИИ анализировала оценки жизненного цикла материалов, учитывая такие факторы, как воплощенный углерод, возможность переработки и местная доступность. Это привело к сокращению углеродного следа здания на 70% по сравнению с обычными офисными зданиями аналогичного размера. The Edge достиг оценки устойчивости BREEAM 98,36%, самой высокой из когда-либо присужденных на момент его сертификации.

Энергетические системы здания контролируются платформой ИИ, которая непрерывно мониторит и оптимизирует производительность на основе моделей занятости, данных о погоде и цен на энергию. Это привело к энергопотреблению, которое на 70% ниже, чем у типичных офисных зданий, демонстрируя, как ИИ может одновременно снижать затраты и выбросы углерода.

### Кейс-стади 2: центр обработки данных Digital Realty в Портленде

Центр обработки данных Digital Realty в Портленде, штат Орегон, демонстрирует интеграцию стратегий цифровой устойчивости в строительстве и эксплуатации:

«В глубине Силиконового леса Портленда мы создаем устойчивые центры обработки данных. Откройте для себя, как наши отмеченные наградами инициативы, инновационный центр PDX12 и сотрудничество со Schneider Electric переопределяют отраслевые стандарты».

Это учреждение демонстрирует множество подходов к цифровой устойчивости:

- Цифровая оптимизация проектирования для минимизации потребности в ресурсах;
- Интеллектуальные системы зданий для операционной эффективности;
- Интеграция возобновляемой энергии через платформы цифрового управления;
- Непрерывный мониторинг производительности через цифровые датчики и аналитику.

Центр обработки данных достиг «ведущей в отрасли эффективности использования энергии (PUE)», которая «снижает не только углеродный след наших клиентов, но и их затраты». Это демонстрирует, как цифровизация может одновременно решать экологические и экономические приоритеты.

#### Кейс-стади 3: DFAB House, Швейцария – ИИ и аддитивное производство

DFAB House в ETH Zurich демонстрирует конвергенцию ИИ и аддитивного производства в устойчивом строительстве. Этот проект использовал управляемую ИИ роботизированную систему под названием «Mesh Mould» для создания сложных бетонных конструкций без традиционной опалубки.

Система ИИ анализировала структурные требования и оптимизировала проектирование для эффективности материалов, что привело к использованию до 60% меньше бетона по сравнению с традиционными методами. Алгоритмы непрерывно адаптировали процесс печати на основе обратной связи в реальном времени, обеспечивая точность при минимизации отходов материалов.

Завершенная конструкция продемонстрировала, как оптимизированная ИИ 3D-печать может создавать архитектурно сложные, но

высоко ресурсоэффективные здания, с 30% сокращением общего воздействия на окружающую среду по сравнению с традиционными методами строительства.

### Детальный анализ: снижение затрат и углерода через цифровизацию

#### Количественная оценка экономического эффекта

Чтобы лучше понять экономические выгоды цифровизации строительства, рассмотрим гипотетический проект коммерческого здания с традиционным бюджетом в 50 миллионов долларов:

- Оптимизация материалов через BIM и ИИ-проектирование: 15% снижение затрат на материалы ( $\$15M \rightarrow \$12,75M$ ) = экономия  $\$2,25M$ ;
- Сокращение трудозатрат через сборное производство и автоматизацию: 20% снижение затрат на труд ( $\$20M \rightarrow \$16M$ ) = экономия  $\$4M$ ;
- Более короткие сроки строительства: 20% снижение затрат, зависящих от времени, таких как аренда оборудования, надзор и финансирование ( $\$5M \rightarrow \$4M$ ) = экономия  $\$1M$ ;
- Сокращение переделок через обнаружение коллизий: 80% снижение затрат на переделки ( $\$2,5M \rightarrow \$0,5M$ ) = экономия  $\$2M$ ;
- Общая экономия прямых строительных затрат:  $\$9,25M$  (18,5% от общей стоимости проекта).

На протяжении жизненного цикла здания дополнительная экономия включает:

- Сокращение энергопотребления: 25% снижение годовых затрат на энергию ( $\$500K \rightarrow \$375K$ ), всего  $\$3,75M$  за 30 лет;
- Более низкие затраты на обслуживание: 35% снижение годового обслуживания ( $\$300K \rightarrow \$195K$ ), всего  $\$3,15M$  за 30 лет;
- Продленный срок службы здания: 20% увеличение (50 лет  $\rightarrow$  60 лет), снижение годовой стоимости замены.

**Общая экономия затрат жизненного цикла:  $\$16,15M$  (32,3% от первоначальных строительных затрат).**

#### Количественная оценка углеродного эффекта

Для того же гипотетического проекта коммерческого здания мы можем оценить потенциал сокращения углерода:

- Воплощенный углерод в материалах: 15% сокращение через оптимизированное ИИ проектирование (5,000 тонны CO<sub>2</sub>  $\rightarrow$  4,250 тонны CO<sub>2</sub>) = 750 тонн CO<sub>2</sub> сэкономлено;

- Выбросы строительных процессов: 25% сокращение через оптимизированную логистику и сокращение простоя оборудования (1,000 тонны CO<sub>2</sub>  $\rightarrow$  750 тонн CO<sub>2</sub>) = 250 тонн CO<sub>2</sub> сэкономлено;

- Общая экономия воплощенного углерода: 1,000 тонны CO<sub>2</sub> (16,7% от общего воплощенного углерода).

На протяжении жизненного цикла здания:

- Операционные выбросы углерода: 25% сокращение через интеллектуальные системы зданий (300 тонн CO<sub>2</sub>/год  $\rightarrow$  225 тонн CO<sub>2</sub>/год) = 2,250 тонн CO<sub>2</sub> сэкономлено за 30 лет;

- Выбросы, связанные с обслуживанием: 35% сокращение (50 тонн CO<sub>2</sub>/год  $\rightarrow$  32,5 тонны CO<sub>2</sub>/год) = 525 тонн CO<sub>2</sub> сэкономлено за 30 лет;

- Выгода от продленного срока службы: Избегание 20% углеродного воздействия замены (6,000 тонны CO<sub>2</sub>  $\rightarrow$  4,800 тонны CO<sub>2</sub>) = 1,200 тонны CO<sub>2</sub> сэкономлено.

**Общая экономия углерода жизненного цикла: 4,975 тонны CO<sub>2</sub>** (примерно 48,3% сокращение углеродного следа жизненного цикла).

#### Стратегии сокращения углеродного следа ИИ в строительстве

Хотя ИИ и цифровые технологии предлагают значительные выгоды для сокращения затрат и выбросов углерода в строительстве, важно учитывать углеродный след самих этих технологий. Следующие стратегии могут помочь минимизировать воздействие на окружающую среду приложений ИИ в строительстве:

##### 1. Адаптация архитектуры технологий.

Улучшения эффективности в проектировании аппаратного обеспечения имеют решающее значение для снижения энергопотребления. Недавние достижения в проектировании компьютерных чипов достигли до 96% улучшения энергоэффективности. Для строительных приложений это означает использование правильно масштабированных вычислительных ресурсов и энергоэффективного оборудования для цифровых инструментов и внедрения ИИ.

**2. Оптимизация географии вычислений.** Обучение моделей ИИ для строительных приложений может быть запланировано в регионах с обильной низкоуглеродной электроэнергией. Кроме того, облачное программное обеспечение для строительства может размещаться в центрах обработки данных, работающих на возобновляемой энергии,

минимизируя углеродный след цифровых инструментов, используемых строительными фирмами.

**3. Выбор моделей подходящего размера.** Не все приложения ИИ для строительства требуют больших, энергоемких моделей. Меньшие, более эффективные модели ИИ могут быть разработаны для конкретных строительных задач, достигая аналогичной производительности с гораздо более низким энергопотреблением. Например, целевые модели для структурного анализа или оптимизации планирования могут быть более эффективными, чем большие языковые модели общего назначения.

**4. Увеличение использования низкоуглеродной электроэнергии.** Многие технологические компании уже делают значительные инвестиции в возобновляемую энергию. Строительные фирмы могут сотрудничать с поставщиками облачных услуг, которые имеют твердые обязательства по возобновляемой энергии для своих потребностей в цифровой инфраструктуре.

**5. Инвестиции в низкоуглеродные строительные материалы для ЦОД.** Строительная отрасль может применять свои собственные инновации в низкоуглеродных материалах для строительства центров обработки данных, сокращая воплощенный углерод цифровой инфраструктуры. Инновации, такие как низкоуглеродный бетон, массивная древесина и переработанная сталь, могут значительно снизить углеродный след новых ЦОД.

#### Вызовы и будущие направления

Несмотря на многообещающий потенциал цифровых технологий в строительстве, необходимо решить несколько проблем:

##### Технические вызовы:

**1. Качество и доступность данных:** системы ИИ требуют обширных высококачественных данных для эффективной работы. Многим строительным проектам не хватает комплексных наборов данных, особенно для инновационных устойчивых материалов.

**2. Интеграция с существующими системами:** модернизация существующих зданий системами, совместимыми с ИИ, может быть дорогой и сложной.

**3. Стандартизация:** отсутствие отраслевых стандартов для цифровых строительных технологий может ограничить интероперабельность и широкое внедрение.

#### Экономические барьеры:

**1. Затраты на первоначальные инвестиции:** авансовые затраты на внедрение цифровых технологий могут быть непомерными, особенно для небольших строительных фирм.

**2. Дефицит навыков:** строительная отрасль сталкивается с нехваткой профессионалов с опытом как в строительстве, так и в цифровых технологиях.

#### Будущие направления

В перспективе несколько многообещающих разработок могут еще больше усилить преимущества устойчивости цифровизации строительства:

**1. Интеграция блокчейна для прослеживаемости материалов:** обеспечение прозрачного отслеживания материалов от источника до установки, гарантируя устойчивое снабжение.

**2. Генеративный ИИ для радикальных инноваций в дизайне:** системы ИИ, которые могут предлагать новые решения в дизайне, о которых люди могли бы не подумать, потенциально приводящие к прорывным улучшениям в устойчивости.

**3. Автономное строительное оборудование:** самоуправляемая техника, которая может выполнять строительные задачи с минимальным вмешательством человека, сокращая ошибки и повышая эффективность.

**4. Массовое принятие цифровых паспортов зданий:** комплексные цифровые записи материалов, компонентов и систем здания, облегчающие будущее повторное использование и переработку.

#### Рекомендации для заинтересованных сторон отрасли

На основе этого исследования мы предлагаем следующие рекомендации для ключевых заинтересованных сторон в строительной отрасли:

##### Для строительных компаний:

**1. Начните с целевых цифровых инициатив:** начните с конкретных применений, которые предлагают четкую рентабельность инвестиций, таких как BIM для обнаружения коллизий или энергомоделирование для оптимизации производительности.

**2. Инвестируйте в развитие навыков:** обучайте существующий персонал и привлекайте новые таланты с цифровой экспертизой для преодоления пробела в знаниях.

**3. Сотрудничайте с поставщиками технологий:** сотрудничайте с признанными

технологическими компаниями, которые могут предоставить интегрированные решения, вместо попыток разработки систем собственными силами.

**4. Измеряйте и проверяйте:** внедрите системы для отслеживания как выгод (сокращение материалов, повышение эффективности), так и энергопотребления цифровых технологий для обеспечения чистого положительного результата.

**Для разработчиков политики:**

**1. Разработайте поддерживающие нормативные акты:** создайте строительные нормы и стандарты, которые признают и стимулируют цифровые подходы к устойчивому строительству.

**2. Предоставьте финансовые стимулы:** предложите налоговые льготы или гранты для строительных фирм, принимающих цифровые технологии, которые демонстрируют сокращающие выбросы углерода.

**3. Инвестируйте в исследования:** финансируйте исследования цифровых строительных технологий следующего поколения, особенно тех, которые имеют высокий потенциал для сокращения углерода.

**Для разработчиков технологий:**

**1. Проектируйте для потребностей строительства:** разрабатывайте инструменты ИИ и цифровые решения, специально адаптированные к вызовам строительной отрасли, а не адаптируйте технологии общего назначения.

**2. Сосредоточьтесь на энергоэффективности:** создавайте алгоритмы и системы, которые минимизируют собственное энергопотребление, максимизируя свои преимущества для устойчивости.

**3. Приоритет интероперабельности:** Обеспечьте, чтобы новые технологии могли интегрироваться с существующими системами и решениями других поставщиков.

**Заключение**

Конвергенция ИИ, цифровых технологий и практик устойчивого строительства представляет собой мощную возможность для решения двойной задачи сокращения затрат и выбросов углерода в строительной отрасли. Свидетельства из кейс-стади и количественного анализа

демонстрируют, что цифровизация может обеспечить значительные выгоды в обеих областях одновременно, создавая убедительное бизнес-обоснование для внедрения.

От оптимизированного ИИ проектирования и выбора материалов до интеллектуальных операций зданий и предиктивного обслуживания, цифровые технологии могут трансформировать каждый этап жизненного цикла здания, чтобы быть более эффективным, экономически эффективным и экологически устойчивым. Хотя необходимо учитывать углеродный след самих технологий, существуют стратегии для минимизации этого воздействия и обеспечения чистого положительного экологического результата.

По мере того как строительная отрасль продолжает сталкиваться с давлением по сокращению своего воздействия на окружающую среду при сохранении экономической жизнеспособности, путь вперед явно включает в себя принятие цифровой трансформации. Делая это, строительные фирмы могут не только выживать, но и процветать в мире, все более ограниченном углеродом, предоставляя здания, которые лучше как для бизнеса, так и для планеты.

**Литература**

- Carbon Direct. (2024). "Understanding the Carbon Footprint of AI and How to Reduce It." <https://www.carbon-direct.com/insights/understanding-the-carbon-footprint-of-ai-and-how-to-reduce-it>.
- Firoozi A.A., Firoozi A.A., Oyejobi D.O., Avudaiappan S., Flores E.S. (2024). "Emerging trends in sustainable building materials: Technological innovations, enhanced performance, and future directions." *Results in Engineering*, 24, 103521. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590123024017729>.
- Digital Realty. (2024). "Sustainability." <https://www.digitalrealty.com/about/sustainability>.
- Construction21. (2021). "The Methods and Benefits of Sustainable Construction." <https://www.construction21.org/articles/h/the-methods-and-benefits-of-sustainable-construction.html>.

**GULYAN Vagan Liparitovich**

Director of Digital Transformation, "Tri Bogatrya" LLC, Russia, Saint Petersburg

## **AI AND ECOLOGY IN BUSINESS: HOW DIGITALIZATION OF CONSTRUCTION REDUCES COSTS AND CARBON FOOTPRINT**

**Abstract.** *The article explores the role of artificial intelligence and digital technologies in improving the environmental sustainability and economic efficiency of the construction industry. Key technologies such as BIM, digital twins, additive manufacturing and machine learning are analyzed, which make it possible to optimize design, reduce material waste, reduce energy consumption and carbon footprint. Case studies of real projects demonstrating significant cost reductions and CO<sub>2</sub> emissions are presented. The environmental impacts of using AI infrastructure are also considered and strategies for minimizing its carbon footprint are proposed. In conclusion, recommendations are formulated for construction companies, regulators and technology developers on the implementation of digital solutions to achieve sustainable development.*

**Keywords:** *artificial intelligence in construction, digitalization of construction, sustainable construction, carbon footprint, BIM (building information modeling), digital twins, energy efficiency.*

**ДЕЛЬДИН Игорь Евгеньевич**

студент, МИРЭА – Российский технологический университет, Россия, г. Москва

*Научный руководитель – доцент кафедры практической и прикладной информатики*

*МИРЭА – Российского технологического университета,  
кандидат педагогических наук Геращенко Людмила Андреевна*

## **ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА РАЗВИТИЕ МАЛОГО БИЗНЕСА В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ**

**Аннотация.** В статье рассматривается влияние технологий искусственного интеллекта (ИИ) на развитие малого бизнеса в условиях цифровой экономики. Анализируются ключевые области применения искусственного интеллекта в сфере малого бизнеса: автоматизация, управление данными, маркетинговая аналитика, клиентский сервис, логистика и операционная оптимизация. Подчёркивается, что искусственный интеллект становится одним из центральных факторов конкурентоспособности, позволяя компаниям снижать затраты, повышать точность решений, ускорять выход на рынок и формировать цифровую архитектуру, ориентированную на динамическое масштабирование.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, цифровая экономика, малый бизнес, автоматизация, нейронные сети, цифровая трансформация.

### **Введение**

Цифровая экономика определяет новые принципы функционирования предприятий, а искусственный интеллект становится её ключевым технологическим драйвером.

Малый бизнес в силу гибкости, скорости адаптации и отсутствия тяжёлой организационной структуры быстрее других внедряет инновации, что создаёт благоприятную среду для применения ИИ [1, с. 39-41; 3, с. 90-92].

Для стартапов и малых предприятий особенно важна способность компенсировать ограниченность ресурсов – финансовых, кадровых и временных. Искусственный интеллект предоставляет инструменты, которые ранее были доступны только крупным корпорациям: предиктивную аналитику, интеллектуальную автоматизацию процессов, персонифицированный маркетинг, управление данными в реальном времени, моделирование спроса и риск-менеджмент [2, с. 75-82; 3, с. 90-92]. Для малого бизнеса внедрение ИИ становится не столько преимуществом, сколько необходимостью для выживания и выхода на конкурентные рынки [4, с. 426-427; 5, с. 23-31].

Основные задачи данного исследования:

- 1) анализ воздействия ИИ на ключевые процессы малого бизнеса;
- 2) оценка преимуществ и рисков применения бизнеса с ИИ.

3) формирование рекомендаций по цифровой трансформации малого бизнеса [3, с. 90-92].

### **Теоретические основы влияния ИИ на молодой бизнес**

Искусственный интеллект в контексте малого бизнеса представляет собой совокупность технологий, позволяющих автоматизировать рутинные операции [2, с. 75-82].

Наибольшее влияние оказывают: алгоритмы машинного обучения, нейронные сети, обработка больших данных, технологии компьютерного зрения, генеративные модели, интеллектуальная роботизация процессов (IPA/RPA), облачные AI-платформы.

Для молодых компаний это означает: ускорение разработки продукта, возможность ранней автоматизации, снижение необходимости в больших командах, повышение точности операционных решений, минимизацию затрат при выходе на рынок [3, с. 90-92].

Если ранее малый бизнес был ограничен ресурсами, то современные облачные AI-инструменты позволяют ему получать доступ к сложным технологиям без капитальных инвестиций [4, с. 426-427].

Искусственный интеллект значительно преобразует работу малого бизнеса. Процессы, которые раньше выполнялись вручную, теперь передаются алгоритмам, способным

анализировать данные в реальном времени. Автоматизация клиентских обращений, документов, учёта и логистики позволяет небольшим командам справляться с большими объёмами задач без расширения штата. В маркетинге ИИ помогает лучше понимать клиентов, прогнозировать их потребности и создавать более эффективную рекламу. ИИ также оценивает риски, анализирует финансовые показатели, что уменьшает затраты для стартапов. Многие новые сервисы сегодня строятся вокруг ИИ – от генерации контента до аналитических

платформ, что ускоряет вывод инноваций на рынок [3, с. 90-92; 4, с. 426-427].

В итоге искусственный интеллект становится ключевым инструментом цифровой архитектуры малого бизнеса, помогая снижать издержки, ускорять работу и улучшать качество решений [1, с. 39-41].

#### Практическая значимость ИИ для малого бизнеса

Для оценки влияния ИИ рассмотрим ряд организаций малого бизнеса, применяющих в своей производственной деятельности ИИ (табл.):

Таблица

Критерии	Организации малого бизнеса		
	Интернет-магазин автозапчастей (нейробот) (на примере магазина г. Челябинск)	Сервисные компании малого бизнеса, использующие ИИ-чат-боты	Малые компании с ИИ-аналитикой и ВИ
Сокращение операционных затрат	Высокое: снижение затрат на колл-центр и штат операторов за счёт автоматизации ответов на заявки.	Среднее – высокое: экономия на поддержке клиентов и рутинных консультациях до 25–30% расходов на поддержку.	Среднее: за счёт оптимизации маркетингового бюджета и внутренних процессов, экономия до 15–20% затрат.
Рост производительности труда	Высокое: нейробот обрабатывает все заявки круглосуточно, что позволило увеличить выручку магазина на 70%+ и снять нагрузку с менеджеров.	Высокое: скорость обработки обращений возрастает на 15–25%, вы свобождая время сотрудников для более сложных задач.	Среднее–высокое: сотрудники тратят меньше времени на ручной анализ данных и отчётность, продуктивность растёт за счёт автоматизации рутинных задач.
Уменьшение ошибок персонала	Среднее: ИИ-бот использует единые сценарии и базы данных, что снижает риск ошибок в консультациях и оформлении заказов по сравнению с ручной обработкой.	Среднее: чат-боты уменьшают количество неправильных ответов и забытых обращений, так как фиксируют и обрабатывают все запросы по стандартным алгоритмам.	Высокое: ИИ-аналитика и автоматизированный документооборот снижают число ошибок в расчётах, отчётах и вводе данных.
Ускорение обслуживания клиентов	Высокое: нейробот отвечает клиенту примерно за 15 секунд и обрабатывает все входящие обращения без очередей.	Высокое: ИИ-чат-боты и голосовые помощники сокращают время ответа и обработки запросов клиентов в среднем на 15–25%.	Среднее: благодаря прогнозной аналитике и сегментации клиенты быстрее получают релевантные предложения и сервис, но эффект по скорости проявляется косвенно.
Повышение точности управлеченческих решений	Среднее: владелец магазина получает структурированные данные о типах заявок и конверсии, что помогает лучше планировать запасы и маркетинг.	Среднее: статистика по диалогам и обращаемости клиентов позволяет руководству корректировать скрипты, графики работы и каналы привлечения.	Высокое: ИИ-аналитика и ВИ-системы помогают выявлять новые точки роста, точнее оценивать эффективность кампаний и принимать более обоснованные решения.

В ходе проведённого исследования, помимо обозначенных достоинств, были выделены риски и барьеры внедрения ИИ в малом бизнесе:

- недостаток квалифицированных специалистов;
- высокая зависимость от качества данных;
- риски некорректных решений модели;
- этические вопросы;
- трудности интеграции ИИ в устоявшиеся процессы [4, с. 426-427].

### Заключение

Искусственный интеллект оказывает существенное влияние на развитие малого бизнеса, формируя новую модель управления и создавая условия для быстрого развития. ИИ становится не просто технологией, а стратегической основой конкурентоспособности малых и начинающих предприятий. Бизнес, активно внедряющий ИИ в свои процессы, получает возможность снижать затраты, улучшать качество сервисов, повышать точность управленийких решений и ускорять выход на рынок.

### Литература

1. Рудакова Е.Н. Основные тенденции развития виртуальных помощников с искусственным интеллектом / Е.Н. Рудакова, Ю.В. Ефремова // Инновационная экономика и современный менеджмент. – 2020. – № 2(28). – С. 39-41.
2. Савин И.М. Некоторые особенности эффективности применения искусственного

интеллекта в сметах (на примере оптимизации календарных графиков) / И.М. Савин // OpenScience. – 2022. – Т. 4, № 1. – С. 75-82.

3. Захарчук А.С. Искусственный интеллект: новые методы стимулирования креативности и развития бизнеса / А.С. Захарчук, Н.П. Матыцина // Символ науки: международный научный журнал. – 2024. – № 6-2. – С. 90-92.

4. Огородник Ю.Ю. Роль и задача искусственного интеллекта в учете, аудите и управлении цифровой экономикой / Ю.Ю. Огородник, Е.Л. Кулякина // Проблемы и перспективы развития системы учета, аудита и государственного управления в условиях цифровой экономики: материалы III Международной научно-практической конференции, Симферополь, 26 мая 2023 года. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2023. – С. 426-427

5. Геращенко Л.А. Искусственный Интеллект: зарождение парадигмы, возможности и прогнозируемое будущее / Л.А. Геращенко, Э.Н. Замега // Новое в науке и образовании: Материалы Международной ежегодной научно-практической конференции, Москва, 04 апреля 2023 года / Отв. редактор Е.В. Дмитриев, сост. Э.Н. Замега. – Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью «Манускрипт», 2023. – С. 23-31.

**DELDIN Igor Evgenievich**

Student, MIREA – Russian Technological University, Russia, Moscow

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Practical and Applied Informatics  
at MIREA – Russian Technological University,  
Candidate of Pedagogical Sciences Geraschenko Lyudmila Andreevna*

## THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON SMALL BUSINESS DEVELOPMENT IN THE DIGITAL ECONOMY

**Abstract.** The article examines the impact of artificial intelligence (AI) technologies on the development of young businesses in the digital economy. It analyses the key areas in which artificial intelligence is applied within small and early-stage enterprises, including automation, data management, marketing analytics, customer service, logistics, and operational optimization. The study emphasizes that artificial intelligence has become one of the central factors of competitiveness for small businesses, enabling companies to reduce costs, improve decision accuracy, accelerate time-to-market, and build a digital architecture designed for dynamic scaling.

**Keywords:** artificial intelligence, digital economy, small business, automation, neural networks, digital transformation.

**ИЛЬЕНКО Илья Юрьевич**

студент,

Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,  
Россия, г. Москва**БЫЧКОВА Наталья Александровна**

кандидат технических наук, доцент,

Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,  
Россия, г. Москва*Научный руководитель – доцент Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», кандидат технических наук Бычкова Наталья Александровна*

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ФОНДОВОГО РЫНКА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

**Аннотация.** В статье представлена разработка интеллектуальной системы анализа фондового рынка, объединяющей обработку новостных потоков и анализ котировок в единой аналитической среде. Система предназначена для поддержки принятия решений инвесторами и аналитиками за счёт автоматического выявления аномалий в поведении финансовых инструментов и корреляции между информационными событиями и рыночной активностью. Рассмотрены архитектура системы, применяемые методы машинного обучения и обработки естественного языка, а также результаты тестирования прототипа на данных Московской биржи и новостных агентств.

**Ключевые слова:** фондовый рынок, машинное обучение, обработка новостей, аномалии, поддержка принятия решений, анализ котировок, корреляция.

### **Введение**

Анализ фондового рынка сегодня – это не просто работа с графиками и индикаторами. Это борьба за время и контекст: кто быстрее поймёт, что новость в Telegram-канале или пресс-релиз компании – это не просто текст, а сигнал к движению цены? Кто сможет отличить настоящую аномалию от случайного шума?

Традиционные методы, основанные на статистических моделях (ARIMA, GARCH), часто не успевают за динамикой рынка. Они работают с числами, но не видят, почему эти числа изменились – из-за эмоций, событий, слухов или реальных финансовых показателей. Это особенно критично в условиях высокой волатильности и информационного перегруза [1].

Поэтому мы разработали систему, которая объединяет два мира: рынок (котировки, объёмы) и новости (тексты, события). Она не

просто собирает данные – она их понимает. Система автоматически выявляет, когда по конкретной акции происходит что-то необычное, сравнивая текущие показатели с её собственной историей за текущий квартал, и связывает это с тем, что пишут о компании в тот же момент. Цель – дать аналитику или трейдеру не сырье данные, а готовый, интерпретируемый сигнал, который можно использовать для решения [2].

### **Методы**

Система построена как набор независимых, но взаимодействующих сервисов – микросервисов, развёрнутых в контейнерах. Это позволяет легко добавлять новые источники данных, заменять модели анализа или масштабировать отдельные компоненты под растущую нагрузку [3]. Архитектура включает следующие ключевые компоненты (рис.).

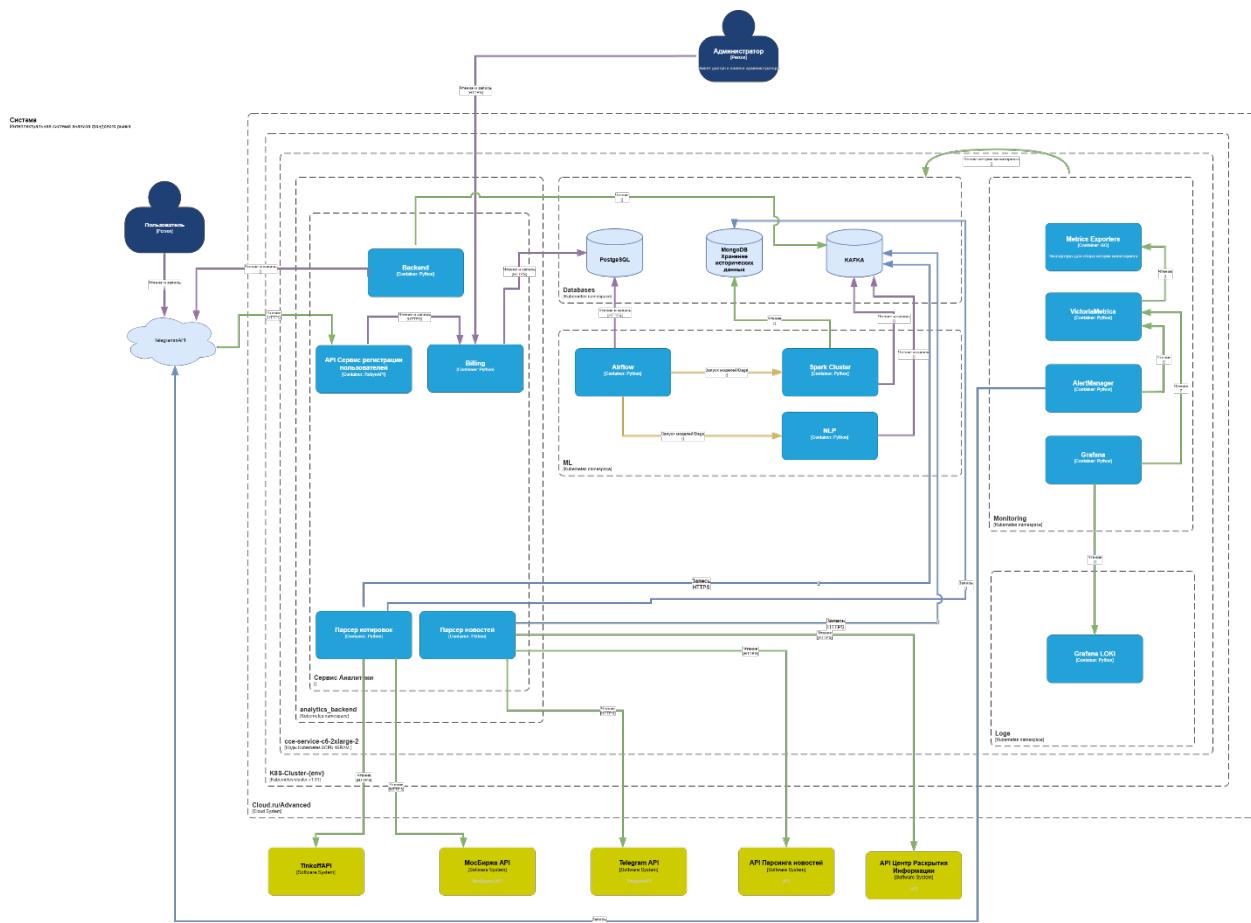


Рис. Архитектура интеллектуальной системы анализа данных фондового рынка для поддержки принятия решений

## Сбор данных

На вход поступают данные из двух типов источников:

- Финансовые API: TinkoffAPI, MoexAPI – получение котировок, объемов, стаканов.
- Новостные потоки: Telegram API, API Парсинга новостей, API Центра Раскрытия Информации – сбор текстовой информации.

Все запросы выполняются асинхронно – это критично для минимизации задержек при большом числе источников [4].

## Парсеры и предобработка

Полученные данные попадают в параллельные потоки обработки:

- Парсер котировок – преобразует данные в единый формат.
- Парсер новостей – очистка, нормализация, временная синхронизация. Этап предобработки обеспечивает согласованность и целостность данных перед анализом.

## Хранение данных

Обработанные данные сохраняются в распределённое хранилище:

- PostgreSQL – основное реляционное хранилище для структурированных данных.

- MongoDB – хранение неструктурированных данных (тексты новостей, логи).

- Kafka – брокер сообщений для асинхронной передачи данных между сервисами.

## Анализ

### NLP-модуль

Мы используем обученную модель машинного обучения для обработки текстов из новостных API. Модель классифицирует новости по типам событий (дивиденды, M&A, регуляторика и др.), определяет тональность (позитив/негатив/нейтр) и вытаскивает ключевые сущности – компании, тикеры, цифры. На выходе – структурированное описание события, которое можно связать с рыночной активностью [5].

### Детектор аномалий (квартал-ориентированное)

Мы отказались от универсальных порогов. Вместо этого для каждой акции и каждого квартала строится свой «профиль» – медиана, стандартное отклонение, межквартильный размах (IQR). Если текущее значение (объем, цена, волатильность) выходит за границы этого профиля – это аномалия. Такой подход резко

снижает количество ложных срабатываний, потому что он учитывает уникальную «биографию» каждой акции [6].

#### Мониторинг и визуализация

- Grafana + Prometheus – визуализация метрик производительности и состояния системы.

- Telegram-бот – главный интерфейс для пользователя. Он получает уведомления в чате: «Аномалия по SBER: объём +200% относительно квартального среднего. Новость: «Сбербанк объявил дивиденды». Уверенность: 0.87». График прилагается. Никаких лишних деталей – только то, что важно для решения.

Таблица

Сравнение скорости и эффективности обработки данных

Показатель	Традиционные методы	Разработанная система
Среднее время получения новостей из 5 источников, сек	35	22
Задержка между публикацией и парсингом, сек	30	20
Средняя нагрузка на CPU при 10 параллельных источниках (%)	72	52
Доля пропущенных событий при пиках активности (%)	7	4

#### Результаты

Мы протестировали систему на данных за 3 квартала 2024 года – котировки ~50 ликвидных акций на Мосбирже и ~10 новостных источников (включая «Интерфакс», «Коммерсантъ», «ТАСС» и топовые Telegram-каналы). Снижение latency на ~30–40%, повышение надёжности и производительности (табл.).

Пример реального кейса: 28 октября 2024 г. в 14:07 в Telegram-канале «РБК Инвестиции» вышла новость: «Норникель объявил о рекордных дивидендах за 3 квартал».

Через 80 секунд система зафиксировала всплеск объёма по NMTR (+210% относительно медианы квартала) и сформировала сигнал с уверенностью 0.86. Цена начала расти через 2 минуты после публикации.

#### Заключение

Мы создали систему, которая помогает инвесторам и аналитикам не просто «видеть» рынок, а «понимать» его. Она сочетает скорость сбора данных, глубину анализа текстов и адаптивность к поведению каждого отдельного инструмента.

Главное преимущество – контекст. Система не просто фиксирует всплеск объёма, она говорит: «Это необычно для этой акции именно сейчас, и вот почему – потому что только что вышла новость о дивидендах, и она совпадает по времени и смыслу».

Архитектура системы – масштабируемая и гибкая. Её можно развивать: добавлять новые

источники, менять модели NLP, интегрировать с торговыми терминалами. Но уже сейчас она показывает, что осмысленный анализ, основанный на актуальных данных и адаптивных правилах, эффективнее, чем набор универсальных индикаторов [7].

#### Литература

1. Алескеров Ф.Т. Математические методы в экономике и финансах: учебное пособие. – М.: Инфра-М, 2021. – 304 с.
2. Маккинли Дж., Дженсен М. Основы алгоритмической торговли. – СПб.: Питер, 2020. – 368 с.
3. Рашидов А.И. Методы анализа и прогнозирования временных рядов в экономике. – М.: Наука, 2019. – 288 с.
4. Соловьёв А.Н. Интеллектуальные системы обработки данных в экономике. – М.: Радио и связь, 2021. – 298 с.
5. Кривошеев П.В. Методы анализа текстовых данных и применение NLP в финансовой аналитике. – СПб.: Политех-Пресс, 2022. – 276 с.
6. Кузнецов С.В. Аналитические платформы и машинное обучение в финансовых приложениях. – М.: Финансы и статистика, 2022. – 272 с.
7. Гранберг А.Г. Модели и методы региональной экономики. – М.: Наука, 2020. – 352 с.

**ILJENKO Ilya Yurievich**

Student, Moscow State Technological University "STANKIN", Russia, Moscow

**BYCHKOVA Natalia Aleksandrovna**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Moscow State Technological University "STANKIN", Russia, Moscow

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Moscow State Technological University "STANKIN",  
Candidate of Technical Sciences Bychkova Natalia Aleksandrovna*

## **DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT STOCK MARKET ANALYSIS SYSTEM FOR DECISION SUPPORT**

**Abstract.** The paper presents the development of an intelligent stock market analysis system that integrates news stream processing and market data analysis within a unified analytical environment. The system is designed to support decision-making by automatically detecting anomalies in financial instruments and identifying correlations between informational events and market activity. The architecture, applied machine learning and natural language processing methods, and testing results on data from the Moscow Exchange and leading news agencies are discussed.

**Keywords:** stock market, machine learning, news analysis, anomalies, decision support, price dynamics, correlation.

**КЛИМЕНКО Владислав Эдуардович**

студент, МИРЭА – Российский технологический университет, Россия, г. Москва

*Научный руководитель – доцент кафедры практической и прикладной информатики*

*МИРЭА – Российского технологического университета,*

*кандидат педагогических наук Геращенко Людмила Андреевна*

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

### КАК МЕТОД АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

**Аннотация.** Статья посвящена теме применения искусственного интеллекта как инструмента автоматизации и роботизации бизнес-процессов современной компании. Проведён анализ возможностей применения технологий автоматизации процессов с помощью нейронных сетей, выявлены преимущества и недостатки, показано, что использование искусственного интеллекта позволяет повысить эффективность выполнения процессов, сократить трудозатраты и улучшить качество управленческих решений.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, бизнес-процессы, автоматизация, BPM, NLP, нейронные сети, цифровая трансформация.

#### Введение

Современная экономика формирует новые потребности к эффективности, скорости и прозрачности бизнес-процессов. В условиях развивающегося рынка и высокой конкуренции традиционные методы автоматизации и роботизации становятся менее эффективными и уже не обеспечивают достаточный уровень адаптивности. Компании всё чаще сталкиваются с необходимостью работы с большим объемом данных, прогнозировать поведение клиентов и принимать решения в реальном времени.

Искусственный интеллект (ИИ) становится одним из важных инструментов цифровой трансформации. Его использование позволяет изменить саму логику реализации бизнес-процессов, а также внедрение ИИ позволяет процессам предприятия самооптимизироваться.

Цель исследования – оценить возможности применения технологий нейронных сетей в автоматизации бизнес-процессов, показать их влияние на эффективность деятельности предприятия, построить модель и показать изменения процессов после внедрения искусственного интеллекта.

#### Теоретические основы автоматизации бизнес-процессов

Бизнес-процессы представляют собой совокупность операций, направленных на создание ценности для клиента, например производство товара, или оказание услуги [5, с. 17-20].

На протяжении многих лет автоматизация процессов развивалась постепенно. Компании внедряли методы ERP – систем для планирования ресурсов, BPM – систем для моделирования и контроля процессов, а также RPA – роботов, которые повторяют рутинные действия человека. Все эти инструменты позволили значительно сократить трудозатраты и снизить количество ошибок, однако они обладают некоторыми ограничениями.

Исследователи отмечают, что классическая автоматизация имеет ряд недостатков:

- не может адаптироваться к новым данным, работа ограничена заранее прописанными правилами;
- большинство решений всё ещё принимается человеком [5, с. 17-20; 6, с. 35-37].

В результате такие подходы не успевают адаптироваться к условиям быстро меняющегося рынка.

Искусственный интеллект определяется как набор технологий, которые позволяют системам выполнять когнитивные функции (анализировать информацию, прогнозировать и принимать решения) [1, с. 198-202]. Это является отличием ИИ от любых традиционных методов автоматизации.

Рассматривая преимущества внедрения ИИ, можно констатировать, что они позволяют компаниям анализировать большие массивы данных гораздо быстрее человека, уменьшая количество ошибок и повышая скорость

обработки информации и автоматизации принятия решений.

Таким образом, данная технология помогает предприятиям создать более гибкие и интеллектуальные процессы [2, с. 29-33; 4, с. 6-17].

#### Результаты исследования

Проведенный анализ AS-IS и ТО-ВЕ выявил влияние искусственного интеллекта на ряд

подпроцессов исследуемой бизнес – модели. По сей день большинство предприятий всё ещё пользуются ручной обработкой обращений, которая имеет множество недостатков (рис. 1) [5, с. 17-20; 6, с. 35-37].

Пример:

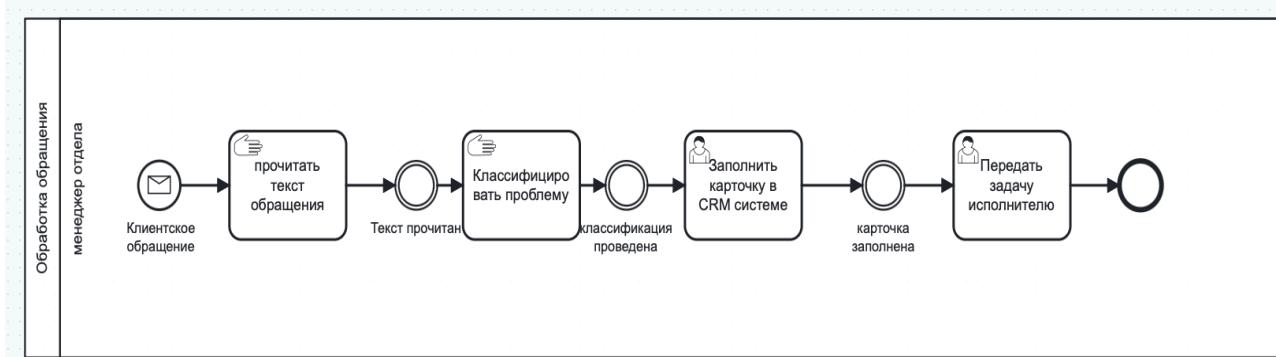


Рис. 1. Обработка обращения

Недостатками данной модели являются:

- высокая нагрузка на сотрудников;
- большие временные затраты;

- вероятность ошибки классификации.

Рассмотрим модель ТО-ВЕ с внедрением NLP (Natural Language Processing) (рисунок 2).

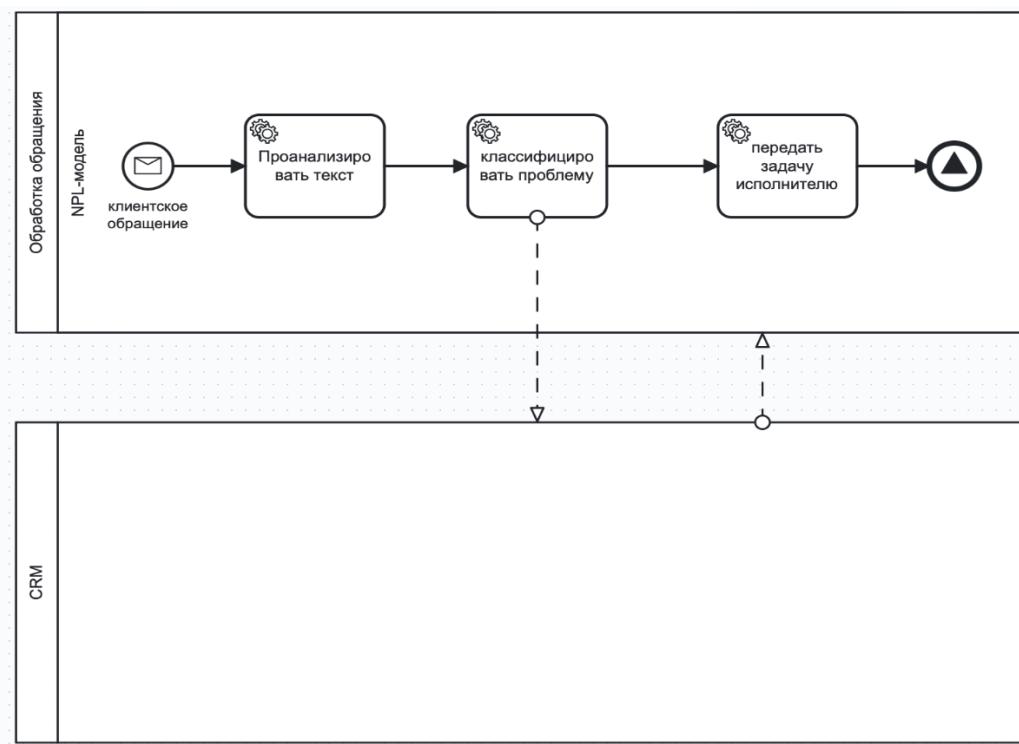


Рис. 2. Обработка обращения с использованием NLP

После внедрения ИИ структура процесса меняется, следовательно процесс будет работать быстрее, точнее и надёжнее. По данным исследований [1, с. 198-202; 2, с. 29-33; 5, с. 17-20], скорость обработки увеличивается в 3-10 раз, а количество ошибок снижается в 2 раза.

Сравнение до и после внедрения нейронных сетей показывает снижение времени на 60–90%, сокращение ошибок на 50–80%, уменьшение затрат на операционную деятельность до 30% [1, с. 198-202; 2, с. 29-33; 5, с. 17-20]. Кроме того, по данным статьи Савина С. В. [4, с. 6-17], ИИ улучшает скорость принятия решений,

прозрачность процессов, качество обслуживания клиентов и устойчивость бизнеса к изменениям.

Исследователи выделяют ряд проблем [4, с. 6-17; 5, с. 17-20], таких как:

- зависимость от качества данных;
- риск некорректных решений модели;
- сложность интеграции;
- необходимость переобучения персонала.

### **Заключение**

Проведённый анализ позволяет сделать вывод, что искусственный интеллект играет особо важную роль в развитии автоматизации бизнес-процессов. Внедрение данной технологии позволит существенно повысить эффективность процессов, снизить затраты и улучшить качество управления, а представленные в данной статье модели демонстрируют способность ИИ не только изменять отдельные операции, но и создавать новые структуры.

### **Литература**

1. Мокаева А.К. Искусственный интеллект в бизнес-процессах / А.К. Мокаева, А.И. Тоторкулова // Наукосфера. – 2021. – № 5-2. – С. 198-202.
2. Савич А.А. Машинное обучение как инструмент автоматизации бизнес-процессов /

А.А. Савич, А.С. Кравчук // The Scientific Heritage. – 2021. – № 75-4(75). – С. 29-33.

3. Нестеров И.А. Использование искусственного интеллекта в трансформации бизнес-процессов / И.А. Нестеров, А.Д. Зашихин // Парадигма. – 2025. – № 5-2. – С. 104-111.

4. Савин С.В. Роль искусственного интеллекта в создании новых бизнес-моделей в цифровой экономике: от цифровизации до полностью автоматизированных решений / С.В. Савин, А.Д. Мурзин // Мир новой экономики. – 2024. – Т. 18, № 4. – С. 6-17.

5. Аджиева А.И. Автоматизация бизнес-процессов как успех в цифровизации / А.И. Аджиева // Мировые тенденции развития науки и техники: пути совершенствования: Материалы X Международной научно-практической конференции. В 3-х частях, Москва, 29 декабря 2022 года. Ч. 3. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Пресс-центр», 2022. – С. 17-20.

6. Шестан В.Б. Автоматизация бизнес-процессов / В.Б. Шестан, Р.Э. Михтадов, А.А. Титов // Новые научные исследования: сборник статей III Международной научно-практической конференции, Пенза, 17 июня 2021 года. – Пенза: Общество с ограниченной ответственностью «Наука и Просвещение», 2021. – С. 35-37.

**KLIMENKO Vladislav Eduardovich**

Student, MIREA – Russian Technological University, Russia, Moscow

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Practical and Applied Informatics  
at MIREA – Russian Technological University,  
Candidate of Pedagogical Sciences Gerashchenko Lyudmila Andreevna*

## **ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A METHOD OF AUTOMATING BUSINESS PROCESSES**

**Abstract.** This article is devoted to the application of artificial intelligence as a tool for automating and robotizing the business processes of a modern company. An analysis of neural-network-based automation methods was conducted, revealing their advantages and limitations. It is demonstrated that the use of artificial intelligence increases the efficiency of business processes, reduces labor costs, and improves the quality of managerial decision-making.

**Keywords:** artificial intelligence, business processes, automation, BPM, NLP, neural networks, digital transformation.

**КОНОНЫХИНА Лариса Николаевна**  
преподаватель, Яковлевский педагогический колледж, Россия, г. Строитель

## **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ОБРАЗОВАНИИ: ИНСТРУМЕНТЫ, ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ СПО**

**Аннотация.** В статье исследуется роль искусственного интеллекта (ИИ) при изучении общеобразовательных дисциплин в учреждениях среднего профессионального образования (СПО) к жизни в современном обществе.

Статья подчеркивает, что технологии ИИ не только повышают качество образования, но и помогают студентам СПО стать более конкурентоспособными на рынке труда, готовыми к вызовам цифровой эпохи. Внедрение ИИ в образовательный процесс требует ответственного подхода, чтобы обеспечить равные возможности для всех учащихся и сформировать у них осознанное отношение к технологиям.

**Ключевые слова:** принцип обучения, самостоятельность, исследовательская деятельность, искусственный интеллект (ИИ), технологии искусственного интеллекта, цифровизация, чат-бот, модерация группового обучения.

Одной из ключевых проблем среднего профессионального образования является разнородный уровень подготовки студентов. Искусственный интеллект (ИИ) позволяет создавать индивидуальные образовательные траектории, учитывая уровень знаний, интересы и темп обучения каждого студента. Например, системы на основе ИИ могут анализировать успеваемость, выявлять слабые места и предлагать дополнительные материалы или задания для устранения пробелов. Это особенно важно в СПО, где студенты осваивают не только теоретические, но и практические навыки.

10 октября 2019 года был издан Указ Президента Российской Федерации №490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» [5], которым была утверждена «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года», где, в пункте 22, в частности, упоминается «Использование технологий искусственного интеллекта в социальной сфере способствует созданию условий для улучшения уровня жизни населения, в том числе за счет: повышения качества услуг в сфере образования (включая адаптацию образовательного процесса к потребностям обучающихся и потребностям рынка труда, системный анализ показателей эффективности обучения для оптимизации профессиональной ориентации и раннего выявления детей с выдающимися способностями, автоматизацию оценки качества знаний и анализа информации о результатах обучения)...» [4]. То есть, уже на Федеральном уровне

определяется необходимость использования современных разработок в области искусственного интеллекта для повышения качества образования.

Для успешного внедрения искусственного интеллекта в образовательный процесс преподавателю необходимо иметь чёткое понимание этого термина. «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года» в пункте 5 даёт такое определение: «...искусственный интеллект – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека. Комплекс технологических решений включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе, в котором используются методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений...» [4].

Искусственный интеллект сыграет ключевую роль в реализации идеи персонализированного обучения – адаптации обучения, его содержания и темпа к конкретным потребностям каждого обучающегося.

Возможность ИИ устанавливать связи между разрозненными источниками данных поможет обучающимся выявить те сферы, в которых им потребуется взаимодействие в режиме реального времени или дополнительная

помощь. В результате ИИ позволяет разработать индивидуальную образовательную траекторию для каждого обучающегося с учетом его сильных и слабых сторон, способностей и поставленных задач.

При внедрении в сферу образования у ИИ две основных задачи:

1. Генерация изображений и текстов. Искусственный интеллект способен помочь в составлении задач, учебных материалов, иллюстраций к текстам. Главное – не забывать, что искусственный интеллект – это все-таки не эксперт, и достоверность создаваемого им контента всегда нуждается в проверке. Поэтому, разрабатывая учебные курсы с помощью нейросетей нужно быть предельно внимательными.

2. Работа со звуком и видео. Виртуальные помощники помогают создавать необычные видеоэффекты для вовлечения в процесс обучения. Кроме того, есть инструменты для создания говорящих персонажей. Нейросети умеют улучшать качество и разрешение видеороликов, обрабатывать звуковые дорожки и генерировать уникальную фоновую музыку, подходящую под курс. Один из частых случаев применения нейросети в обучающих курсах – озвучка роботом. Не нужно тратить время на поиск диктора, запись в студии. Можно просто написать текст, а нейросеть его озвучит. Причем делает это вполне естественным голосом. ИИ вполне хорошо понимает русский текст, ударения, нюансы произношения.

В образовании тоже начинается внедрение ИИ. «Многие школы включают в образовательный курс информатики ознакомительные уроки по ИИ, а университеты широко применяют технологии больших данных. Некоторые программы контролируют поведение учащихся, оценивают тесты и эссе, распознают ошибки в произношении слов и предлагают варианты исправления... существуют онлайн-курсы по искусственному интеллекту. Например, у образовательного портала GeekBrains» [3].

Кроме того, технологии позволяют учиться в любое время и в любом месте, тем самым способствуя демократизации образования и помогают максимально раскрыть свои способности обучающимся, которые не могут посещать учебные заведения.

Эффективное использование искусственного интеллекта, данных и аналитики, а также машинного обучения может позволить

преподавателям сделать процесс обучения более увлекательным за счет применения технологий для погружения в виртуальную среду. Появление этих захватывающих новых технологий повышает значимость роли преподавателя – технологии расширяют его возможности, но не могут заменить его. Потенциал ИИ призван повысить эффективность деятельности преподавателей и создать идеальные условия для обучения и развития обучающихся.

Посредством анализа данных из всех доступных источников и генерации рекомендаций по созданию индивидуальных образовательных траекторий, ИИ позволяет педагогам существенно сократить временные затраты на изучение и сопоставление данных.

Среднее профессиональное образование сегодня находится в процессе переформирования: цифровизация и внедрение искусственного интеллекта во все сферы преподавания – не только общеобразовательных, но и профессиональных дисциплин – позволяет использовать всё многообразие образовательных ресурсов Российской электронной школы, Московской электронной школы, Учи.ру, Фоксфорд, а также весь накопленный опыт и возможности ресурса. Сегодня многие издательства, например «Просвещение» или «Юрайт» представляют бесплатный доступ к электронным версиям учебно-методических комплексов, входящих в федеральный перечень Министерства образования.

Технологии ИИ могут использоваться для моделирования реальных рабочих ситуаций, с которыми студенты столкнутся в своей профессии. Например:

- В медицинских колледжах виртуальные симуляторы на основе ИИ позволяют отрабатывать навыки диагностики и лечения.
- В технических специальностях ИИ помогает моделировать процессы проектирования, ремонта или управления оборудованием.
- В сфере обслуживания чат-боты и виртуальные ассистенты могут использоваться для тренировки коммуникативных навыков.

Такие инструменты позволяют студентам получать практический опыт в безопасной среде, что повышает их уверенность и готовность к реальной работе.

Современный рынок труда требует от специалистов не только профессиональных знаний, но и умения работать с технологиями. Для студентов СПО важно освоить базовые навыки работы с ИИ, такими как:

- Анализ данных.
- Работа с автоматизированными системами.
- Понимание основ алгоритмов и их применения в профессиональной деятельности.

Например, будущие логисты могут использовать ИИ для оптимизации маршрутов, а бухгалтеры – для автоматизации рутинных расчетов. Знакомство с такими технологиями на этапе обучения помогает студентам быть более конкурентоспособными на рынке труда.

Конечно, о полноценном использовании искусственного интеллекта речь не идет, но изучение принципов ИИ, машинного обучения, больших данных, интернет-безопасности, адаптированных для старших школьников, подходят и для студентов среднего профессионального образования. Для этого возможно применение Всероссийского образовательного проекта «Урок цифры».

Есть нейросети, разработанные специально для студентов, например STORM, «Кампус». Их основная задача – помогать с заданиями и научными работами. Нейросети могут формировать план исследования, подобрать источники, подготовить обзор литературы, провести фактчекинг данных, подготовиться к защите.

Еще искусственный интеллект помогает студентам:

- переводить аудио- и видеозаписи в текст, чтобы делать конспекты лекций;
- подтягивать знания по предмету в качестве наставника;
- выделять основные тезисы в научных работах, чтобы не читать текст целиком;
- переводить текст, аудио и видеолекции на русский язык, чтобы изучать иностранные источники;
- практиковать речь на иностранном языке в качестве учителя-собеседника, который исправляет ошибки.

Например, сервис коммуникаций Контур.Толк делает расшифровку любой онлайн-встречи автоматически: достаточно включить запись. Беседа отображается в Толке в виде диалога, сервис указывает авторов реплик и тайм-коды. Если кликнуть на нужный фрагмент текста, сервис воспроизведет этот момент [2].

В результате получается грамотный, легкий для восприятия текст. Если студент пропустил занятие, он получает готовый конспект, и может восстановить материал.

Если говорить об организации всего

учебного процесса, то программа Knewton способна учесть специфику обучения каждого студента и разработать персонализированный план занятий.

Студенты СПО должны понимать не только возможности технологий, но и их ограничения. Обучение этическим принципам использования ИИ помогает формировать ответственное отношение к технологиям. Например, будущие специалисты должны знать, как ИИ влияет на конфиденциальность данных, какие риски связаны с автоматизацией и как можно использовать технологии для блага общества. Включение таких тем в учебные программы способствует развитию критического мышления и осознанности [1].

Технологии ИИ могут стать мощным инструментом для создания инклюзивной образовательной среды в колледжах и техникумах. Например:

- Студенты с ограниченными возможностями могут использовать системы распознавания речи или текста для доступа к учебным материалам.
- ИИ помогает адаптировать образовательный контент под индивидуальные потребности студентов, обеспечивая равенство возможностей.

Это особенно важно в СПО, где обучаются студенты с разным уровнем подготовки и физическими возможностями.

Технологии ИИ открывают новые горизонты для среднего профессионального образования, делая его более гибким, практико-ориентированным и доступным. Они помогают студентам СПО не только освоить профессиональные навыки, но и развить критическое мышление, цифровую грамотность и социальную ответственность.

Однако успешное внедрение ИИ в образовательный процесс требует внимательного подхода к этическим вопросам и обеспечения равного доступа к технологиям для всех студентов. Только в этом случае ИИ станет настоящим инструментом подготовки специалистов, готовых к жизни и работе в обществе будущего. Основная цель педагога – постоянно заинтересовывать, развивать, обучать и воспитывать студента, мотивируя его применять полученные знания, умения и навыки уже сейчас.

Искусственный интеллект внесет свой вклад в формирование основы образовательного опыта/практик и возможностей, которые обучающиеся будут использовать в грядущем

десятилетии. ИИ в образовании уже приносит реальные выгоды обучающимся, преподавателям, руководителям учебных заведений, родителям, администраторам и провайдерам и в дальнейшем станет мощным катализатором изменений.

### Литература

1. Искусственный интеллект в образовании: Изменение темпов обучения. Аналитическая записка ИИТО ЮНЕСКО / Стивен Даггэн; ред. С.Ю. Князева; пер. с англ.: А.В. Паршакова. – Москва: Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании, 2020.
2. Как применять искусственный интеллект в сфере образования. – URL <https://kontur.ru/talk/spravka/56138->

iskusstvennyy\_intellekt\_v\_sfere\_obrazovaniya (дата обращения: 10.12.2025).

3. «Чат-боты и искусственный интеллект в обучении: конец живого общения?», 2018. – URL <https://sberuniversity.ru/edutech-club/journals/951/> (дата обращения: 09.12.2025).

4. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года от 10 октября 2019 г. № 490. – URL <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731> (дата обращения: 10.12.2025) Указ Президента Российской Федерации № 490 от 10.10.2019 г. «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации». – URL <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731> (дата обращения: 09.12.2025).

**KONONIKHINA Larisa Nikolaevna**

Lecturer, Yakovlevsky Pedagogical College, Russia, Stroitel

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION: TOOLS, CHALLENGES AND PROSPECTS FOR STUDENTS AND TEACHERS OF VOCATIONAL EDUCATION

**Abstract.** The article examines the role of artificial intelligence (AI) in the study of general educational disciplines in institutions of secondary vocational education (SPE) to life in modern society.

The article emphasizes that AI technologies not only improve the quality of education, but also help students become more competitive in the labor market, ready for the challenges of the digital age. The introduction of AI into the educational process requires a responsible approach to ensure equal opportunities for all students and to form an informed attitude towards technology.

**Keywords:** learning principle, independence, research activity, artificial intelligence (AI), artificial intelligence technologies, digitalization, chatbot, group learning moderation.

ЛЕТЯГИН Станислав Евгеньевич  
студент,  
МИРЭА – Российский технологический университет,  
Россия, г. Москва

Научный руководитель – доцент кафедры практической и прикладной информатики  
МИРЭА – Российского технологического университета,  
кандидат педагогических наук Геращенко Людмила Андреевна

## РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ

**Аннотация.** В исследовании рассматривается влияние интеграции искусственного интеллекта на сферу образования. Анализируются возможности, предоставляемые искусственным интеллектом, автоматизация процессов и улучшенный анализ данных, а также персонализированное обучение. Рассматриваются этические аспекты и необходимость обеспечения доступа к образовательным ресурсам и конфиденциальность изложения информации.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект в образовании, персонализированное обучение, адаптивные образовательные технологии, цифровая педагогика, автоматизация оценки, этика искусственного интеллекта.

### Введение

Интеграция искусственного интеллекта в систему образования становится все более актуальной и распространенной. Искусственный интеллект (ИИ) способствует улучшению методов преподавания и обучения, помогая персонализировать образование и упрощать задачи. Помогает решить проблемы такие как:

- недостаточный доступ к ресурсам;
- разнообразие выбора путей к получению информации.

Однако существуют опасения об этических последствиях использования искусственного интеллекта в сфере обучения, их стоимости и доступа, связанных с внедрением.

**Как ИИ трансформирует рутину и дает педагогу больше возможностей в обучении учеников?**

Искусственный интеллект перестал быть чем-то абстрактным и превратился в реальный рабочий инструмент, который кардинально меняет современное образование. Если раньше обсуждение об ИИ сводилось к гипотетической замене учителя, то на сегодняшний день

научные и педагогические дискуссии сместились в сторону анализа его роли как «инструмент-усилитель» для преподавателя. На сегодняшний день искусственный интеллект частично заменяет учителя, но радикально трансформирует его ежедневную рутину, позволяя сэкономить самый ценный ресурс – время [1, с. 15-16; 7, с. 18-21].

В современном образовательном процессе огромная часть времени преподавателя уходит на повседневную, однообразную работу, такую как проверка оформления работ и их оценивание, составление индивидуальных планов и многое другое. Ряд этих задач можно переложить на ИИ-ассистента. Современные системы на базе искусственного интеллекта трансформируют этот пласт деятельности, выступая не просто как «проверяющая машина», а как интеллектуальный партнер, который обеспечивает непрерывную обратную связь и освобождает время педагога для решения более сложных педагогических задач [2, с. 208-210]. Один из таких ассистентов уже активно используется сегодня – Ассистент преподавателя (рис.).

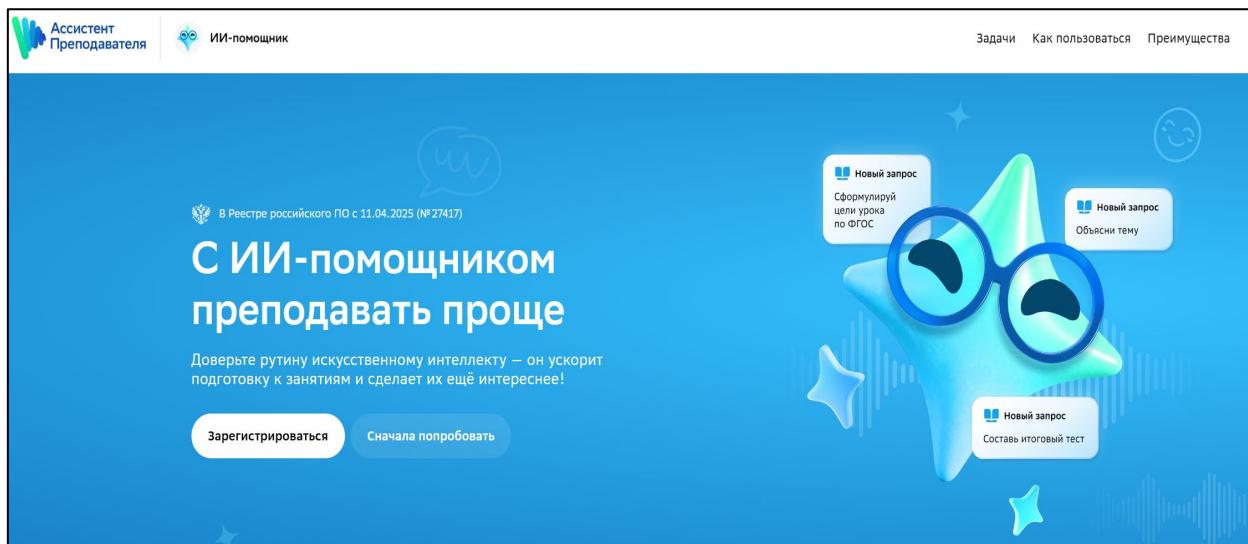


Рис. Существующий ИИ-ассистент для преподавателя

Цифровые технологии трансформируют учебный процесс в сторону персонализированной модели, где темп и траектория обучения адаптируются под индивидуальные возможности каждого учащегося.

Алгоритмы анализируют успеваемость, подбирая задания соответствующего уровня сложности и предоставляя мгновенную обратную связь. Одновременно эти платформы собирают и обрабатывают образовательные данные, формируя детализированный «цифровой портрет» ученика, в котором отражены как его сильные стороны, так и проблемные зоны. Эта аналитика предоставляет педагогу мощный инструмент для целенаправленного развития конкретных навыков и компетенций. Педагог становится проводником, который организует образовательную среду, даёт персонализированные рекомендации и курирует работу над сложными проектами.

### Результаты исследования

Выполнение проектно-исследовательских задач в цифровой среде через онлайн-курсы или в формате вебинаров позволяет учащимся применять знания для решения актуальных проблем, развивая критическое мышление, навыки командной работы и презентации результатов [5, с. 119-120].

Однако переход на компетентностную модель в цифровом формате сопряжён с вызовами. Ключевыми из них являются:

- дефицит у педагогов практических навыков работы с новыми технологиями и данными;
- устаревшая учебно-методическая база;
- нехватка технических ресурсов в ряде учреждений.

Кроме того, аспект разработки объективной и прозрачной системы оценки формирующихся компетенций, которая получила бы доверие со стороны всех участников образовательного процесса. Основные механизмы и аспекты персонализации обучения с помощью ИИ систематизированы в таблице.

Этические вызовы, связанные с использованием ИИ в образовании, выходят далеко за рамки сбора данных и упираются в проблему «чёрного ящика» алгоритмов. Когда система на основе цифрового следа ученика формирует рекомендации или оценку, часто невозможно проследить логику её решений [3, с. 22-25]. Эта непрозрачность маскирует риск непреднамеренной предвзятости.

Опасения общества, что технологии могут развиваться бесконтрольно, вполне обоснованы: 85% россиян, согласно данным, ВЦИОМ, выступают за регулирование этики ИИ, причем более половины (56%) – за обязательные для всех правила [4].

Таблица

## Аспекты персонализации обучения с помощью ИИ

Аспект персонализации	Как это работает на практике	Ожидаемый результат	Ограничения
Адаптация уровня сложности	Платформа анализирует ответы ученика и автоматически предлагает следующие задания: более простые для закрепления или более сложные для развития.	Ученик избегает состояния скуки от слишком легких задач и безысходность от слишком сложных, что поддерживает мотивацию и позволяет осваивать программу в оптимальном темпе.	Качество адаптации зависит от алгоритма и объёма данных. Возможны ошибки в подборе уровня.
Индивидуальная образовательная траектория	Система на основе данных об успехах, интересах и целях ученика формирует уникальный маршрут обучения, рекомендуя определённые темы, типы заданий и дополнительные материалы.	Обучение становится революционным для ученика, повышается вовлечённость и эффективность освоения материала, так как он изучает то, что ему нужно и интересно.	Требует очень высокого качества и разнообразия цифрового контента. Риск «замыкания» ученика в узкой, предложенной алгоритмом, траектории.
Диагностика пробелов и точечная поддержка	ИИ выявляет конкретные темы или навыки, которые ученик усвоил плохо, и генерирует для него специальный набор упражнений для ликвидации этих пробелов.	Преподаватель получает точную аналитику о проблемных зонах каждого ученика и всего класса, что позволяет организовать адресную помощь, а не общие повторения.	Эффективность зависит от способности алгоритма корректно интерпретировать причину ошибки.
Персонализация формата и типа контента	Система определяет предпочтительный канал восприятия информации и предлагает материал в подходящем формате: видео, интерактивный симулятор.	Улучшается понимание и запоминание информации за счёт соответствия индивидуальным когнитивным стилям учащихся.	Сложность точного определения стиля обучения. Риск чрезмерного упрощения и отказа от развития других каналов восприятия.

ИИ, обучаясь на исторических данных, может бессознательно воспроизводить и усиливать существующие в обществе стереотипы, что ведёт к несправедливому оцениванию или сужению образовательных возможностей для отдельных групп учащихся.

Внедрение искусственного интеллекта в образовательную сферу порождает множество споров между учеными. С одной стороны, ИИ обладает значительным потенциалом для демократизации доступа к знаниям, с другой – несет в себе риски усугубления существующего социально-экономического неравенства. Таким образом, ответ на вопрос о доступности образования с помощью ИИ не является однозначным и зависит от условий и контекста его внедрения.

Основные преимущества ИИ в этом вопросе заключаются в его способности преодолевать традиционные барьеры.

Во-первых, технологии адаптивного обучения и персонализированные образовательные траектории позволяют учитывать индивидуальный темп, уровень подготовки и интересы каждого ученика, что особенно важно для учащихся с особыми потребностями или испытывающих трудности в стандартной системе.

Во-вторых, ИИ-платформы и онлайн-курсы обеспечивают доступ к качественному верифицированному контенту вне зависимости от географического положения учащегося, что критически важно для жителей удаленных и малонаселенных районов.

В-третьих, автоматизация рутинных задач преподавателя (проверка заданий,

администрирование) теоретически позволяет перераспределить его время на индивидуальную поддержку большего числа студентов.

Однако реализация этого потенциала ставится с фундаментальными препятствиями. Ключевым из них является угроза углубления цифрового разрыва. Доступ к преимуществам ИИ-обучения требует не только подключения к интернету, но и наличия современного оборудования, цифровой грамотности и, зачастую, поддержки со стороны педагогов или родителей. Это создает риск, когда технология становится привилегией для социально благополучных групп, оставляя остальных за пределами новой образовательной парадигмы [6, с. 197-199; 7, с. 18-21].

### Заключение

Внедрение искусственного интеллекта трансформирует образование, перенося фокус с рутины на персонализацию. Однако его потенциал раскроется только при одновременном преодолении ключевых вызовов: углубления цифрового разрыва, этических рисков и необходимости переподготовки педагогов. Таким образом, ИИ не заменит учителя, а станет для него мощным инструментом. Будущее образования принадлежит не машинам, а гуманистической модели, где технологии расширяют возможности человека, обеспечивая равный доступ к знаниям и качественному обучению для каждого.

### Литература

- Струнин Д.А. Искусственный интеллект в сфере образования / Д.А. Струнин. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2023. – № 6 (453). – С. 15-16. – URL: <https://moluch.ru/archive/453/99921>. (дата обращения 27.11.2025).
- Хребтова М.В. Искусственный интеллект на службе у учителя. Использование искусственного интеллекта в организации рабочего процесса / М.В. Хребтова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2025. –

№ 14 (565). – С. 208-210. – URL: <https://moluch.ru/archive/565/123910>; <https://elibrary.ru/item.asp?id=80627304> (дата обращения 10.10.2025).

3. Байсайт А.И. Этические вопросы использования искусственного интеллекта в наших реалиях / А.И. Байсайт, Э.А. Абдыкеримова. – Текст: непосредственный // Юный ученый. – 2025. – № 1 (86). – С. 22-25. – URL: <https://moluch.ru/young/archive/86/4714>; <https://elibrary.ru/item.asp?id=79508196> (дата обращения 10.11.2025).

4. Аналитический центр ВЦИОМ <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/ehtika-iskusstvennogo-intellekta-2?ysclid=mj0ikinyjj704957136> (дата обращения 15.11.2025).

5. Перфильева П.А. Инновационные подходы в системе современного образования: теоретический анализ и перспективы развития / П.А. Перфильева. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2025. – № 33 (584). – С. 119-120. – URL: <https://moluch.ru/archive/584/128034>; <https://elibrary.ru/item.asp?id=82788480> (дата обращения 20.10.2025).

6. Хрусталев А.А. Влияние искусственного интеллекта на образование / А.А. Хрусталев, Б.А. Горбатова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2024. – № 5 (504). – С. 197-199. – URL: <https://moluch.ru/archive/504/110988>; <https://elibrary.ru/item.asp?id=60044407>. (дата обращения 27.11.2025).

7. Геращенко Л.А. Геймификация как один из современных подходов в обучении / Л.А. Геращенко // Совершенствование качества образования: Материалы XV (XXXI) Всероссийской научно-методической конференции: в 3 частях, Братск, 13–15 марта 2018 года / Ответственный редактор Ефремов И.В. Ч. 1. – Братск: Братский государственный университет, 2018. – С. 18-21.

LETYAGIN Stanislav Evgenievich

Student, MIREA – Russian Technological University, Russia, Moscow

*Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Practical and Applied Informatics  
at MIREA – Russian Technological University,  
Candidate of Pedagogical Sciences Geraschenko Lyudmila Andreevna*

## THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION

**Abstract.** This study examines the impact of the integration of artificial intelligence on the field of education. It analyzes the opportunities provided by artificial intelligence, the automation of processes and improved data analysis, as well as personalized learning. The study also considers ethical aspects and the need to ensure access to educational resources and the confidentiality of information presentation.

**Keywords:** artificial intelligence in education, personalized learning, adaptive educational technologies, digital pedagogy, assessment automation, and artificial intelligence ethics.

**МАРКЕВИЧ Полина Андреевна**

студентка,

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),  
Россия, г. Москва**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ  
НАСОСНОГО АГРЕГАТА ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ**

**Аннотация.** В статье представлена методика разработки конфигурации автоматизированной системы измерений для испытаний насосного агрегата жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) с использованием цифрового двойника. Цифровой двойник позволяет виртуально воспроизводить динамику работы агрегата, включая давление, расход, температуру и вибрации, что обеспечивает предварительную отработку измерительных каналов, алгоритмов обработки сигналов и интерфейсов операторов без проведения дорогостоящих натурных запусков. Использование ACTest Platform и цифрового двойника интегрирует структурно-функциональное моделирование, метрологию, цифровую обработку сигналов, системную инженерию и эргономику в единую методологическую платформу.

**Ключевые слова:** автоматизированная система измерений, цифровой двойник, жидкостный ракетный двигатель, насосный агрегат, метрология, эргономика, ACTest Platform.

**Введение**

Испытательные стенды ракетно-космической техники характеризуются высокой сложностью измерительных контуров, многопараметричностью процессов и строгими требованиями к точности, надёжности и синхронности измерений [1]. Насосный агрегат жидкостного ракетного двигателя является одним из наиболее ответственных узлов, определяющих стабильность подачи топлива и работоспособность двигателя [2]. Традиционные методы испытаний ЖРД требуют большого числа дорогостоящих натурных запусков, что ограничивает возможности комплексной отработки измерительных каналов и алгоритмов обработки данных.

В условиях роста требований к безопасности, точности и эффективности испытаний актуальной становится концепция цифрового двойника ЖРД – виртуальной модели, воспроизводящей динамику работы насосного агрегата и формирующей все измеряемые параметры. Предварительная отработка каналов, алгоритмов и интерфейсов на цифровом двойнике позволяет сократить число натурных запусков, снизить расходы на топливо и эксплуатацию стенда, ускорить проведение испытаний и повысить точность и надежность измерений.

В данной работе представлен подход к разработке конфигурации автоматизированной системы измерений на базе ACTest Platform с

интеграцией цифрового двойника ЖРД, который объединяет:

- структурно-функциональное моделирование измерительных контуров;
- метрологическое нормирование каналов;
- цифровую обработку сигналов;
- системную инженерию;
- эргономическую оптимизацию операторских интерфейсов.

Такой комплексный подход позволяет обеспечить максимальную экономию ресурсов, повышение эффективности и безопасности проведения испытаний высоконагруженных агрегатов ракетно-космической техники.

**Объекты и методы исследования**

**Объект исследования:** автоматизированная система измерений, интегрированная в стенд испытаний насосного агрегата ЖРД на базе ACTest Platform, цифровой двойник жидкостного ракетного двигателя [1, 3].

**Предмет исследования:** методы конфигурирования каналов, алгоритмизация обработки данных и особенности операторских интерфейсов, а также использование цифрового двойника для предварительной отработки измерительных методик [3].

В рамках инженерных испытаний жидкостных ракетных двигателей традиционно применяются следующие методологии анализа и оценки функционирования агрегатов:

- структурно-функциональный подход, ориентированный на построение схемных моделей узлов двигателя и анализ их динамических взаимодействий [2];
- методики стендовых огневых и гидравлических испытаний, регламентированные отраслевыми стандартами, включающие регистрацию параметров с последующей оценкой допуска и устойчивости режимов [2];
- классические метрологические методики, основанные на расчёте суммарной погрешности измерительных каналов [1];
- методы цифровой обработки сигналов, включающие фильтрацию, спектральный анализ и подавление шумов, применяемые для интерпретации высокочастотных процессов в насосных агрегатах;
- стандартные подходы к построению автоматизированных систем, предполагающие традиционный жизненный цикл разработки автоматизированных систем.

Однако перечисленные методологии, применяемые разрозненно, не обеспечивают комплексного учёта динамических, метрологических и эргономических факторов, критически важных при испытаниях насосного агрегата жидкостного ракетного двигателя. Эти подходы сложны и затратны, так как требуют проведения дорогостоящих и потенциально рискованных натурных испытаний.

Предлагаемая в работе конфигурация автоматизированной системы измерений развивается от традиционных подходов к интеграции нескольких методологий и приходит к концепции цифрового двойника ЖРД, как наиболее эффективного решения [3]. Цифровой двойник позволяет не просто моделировать измерительные контуры, но и виртуально воспроизвести всю динамику работы насосного агрегата, включая параметры давления, расхода, температуры и вибрации, что делает предварительную отработку каналов, алгоритмов обработки сигналов и интерфейсов операторов возможной без проведения дорогостоящих натурных испытаний.

Создание цифрового двойника интегрирует следующие подходы в единый методологический контур:

- Структурно-функциональное моделирование измерительного контура, учитывающее динамику процессов турбонасосной системы;
- Метрологическое нормирование каналов, обеспечивающее оптимизацию

чувствительности, частоты дискретизации и фильтрации сигналов;

- Методы цифровой обработки сигналов, гарантирующие устойчивость регистрации при вибрациях и высокочастотных процессах;
- Системно-инженерный подход, увязывающий требования испытаний, параметры каналов и функции операторских модулей;
- Эргономическая методология, направленная на снижение когнитивной нагрузки оператора.

Таким образом, интеграция цифрового двойника позволяет объединить метрологию, цифровую обработку сигналов, системную инженерию и эргономику в единую платформу. Такой подход обеспечивает максимальную экономию ресурсов: сокращение числа натурных запусков ЖРД, уменьшение расхода топлива и износа оборудования, ускорение подготовки и проведения испытаний, при этом повышая точность, надежность и оперативность работы автоматизированной системы измерений.

## Результаты

Внедрение цифрового двойника ЖРД позволяет:

1. Повысить точность измерений: благодаря предварительной отработке всех измерительных каналов на цифровом двойнике точность измерений увеличивается в 2-3 раза.
2. Сократить количество натурных испытаний: предварительное тестирование и настройка каналов на цифровом двойнике сокращают количество запусков ЖРД до 25% от традиционного метода.
3. Ускорить обработку данных и регистрацию сигналов: формирование групп синхронной регистрации и проверка алгоритмов цифровой обработки сигналов позволяют увеличить скорость обработки данных в 2 раза и снизить вычислительную нагрузку на 30–40%.
4. Повысить устойчивость сигналов и метрологическую надёжность: тестирование фильтров и функций коррекции на цифровом двойнике повышает устойчивость измерений на 50%.
5. Снизить когнитивную нагрузку оператора и улучшить эргономику: отработка интерфейсов на цифровом двойнике уменьшает вероятность ошибок, снижает когнитивную нагрузку на 40–50% и сокращает время реакции на аварийные сигналы на 30%.
6. Сократить расходы и время проведения испытаний: благодаря уменьшению числа

натурных запусков и оптимизации работы стенда расходы на топливо и эксплуатацию снижаются на 25–30%, а общее время подготовки и проведения испытаний сокращается в 2-3 раза.

### Заключение

Внедрение цифрового двойника ЖРД обеспечивает комплексное повышение эффективности автоматизированной системы измерений: увеличивается точность и надежность измерений, сокращаются затраты и время испытаний, а операционная нагрузка на персонал снижается, что делает метод экономически и технологически выгодным для работы с

высоконагруженными агрегатами ракетно-космической техники.

### Литература

1. Булатов Ю.И., Пономарёв В.А. Автоматизированные системы измерений: теория и практика. – М.: Горячая линия – Телеком, 2017. – 312 с.
2. Добровольский М.В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. – Красноярск: СибГУ им. М. Ф. Решетнева (МГТУ Баумана), 2018. – 480 с.
3. Логинов Д.Ю. (ред.). Цифровые двойники. Инженерные расчёты и моделирование. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 480 с.

**MARKEVICH Polina Andreevna**

Student, Moscow Aviation Institute (National Research University), Russia, Moscow

## AUTOMATED MEASUREMENT SYSTEM FOR TESTING A LIQUID ROCKET ENGINE PUMP UNIT

**Abstract.** The article presents a methodology for developing an automated measurement system configuration for testing a liquid rocket engine (LRE) pump unit using a digital twin. The digital twin allows for virtual reproduction of the unit's performance dynamics, including pressure, flow rate, temperature, and vibrations, enabling the pre-development of measurement channels, signal processing algorithms, and operator interfaces without the need for costly field tests. The use of the ACTest Platform and the digital twin integrates structural-functional modeling, metrology, digital signal processing, systems engineering, and ergonomics into a unified methodological framework.

**Keywords:** automated measurement system, digital twin, liquid rocket engine, pumping unit, metrology, ergonomics, ACTest Platform.

**МИРОШИНА Наталья Николаевна**  
магистрантка, Херсонский государственный педагогический университет,  
Россия, г. Херсон

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ И МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

**Аннотация.** В статье представлена разработанная модульная система анализа и прогнозирования продаж для малого и среднего бизнеса в сфере электронной коммерции, ориентированная на российские реалии. Система реализована как минимально рабочий продукт (MVP) с использованием языка Python и библиотек машинного обучения (scikit-learn, XGBoost) и веб-фреймворка Flask. Предложенная архитектура основана на конвейерной обработке данных, включающей модули загрузки, предобработки, инженерии признаков, обучения моделей и веб-интерфейса. Особое внимание уделено учету российской специфики: государственных праздников, сезонности, региональных особенностей. Проведено тестирование системы на исторических и синтетических данных, имитирующих российский рынок. Система является примером доступности технологий машинного обучения для широкого круга российских предпринимателей.

**Ключевые слова:** прогнозирование продаж, электронная коммерция, машинное обучение, временные ряды, открытые данные, малый и средний бизнес, российский рынок.

### **Введение**

Динамичное развитие электронной коммерции в последние десятилетия трансформировало глобальную экономику, создав один из самых быстрорастущих секторов. Российский рынок онлайн-торговли не является исключением, демонстрируя устойчивый рост и приближаясь к доле в 15-16% от общего объема розницы. Однако стремительная экспансия сопровождается усложнением управлеченческих процессов, где точный прогноз спроса становится критическим фактором успеха, напрямую влияя на оптимизацию товарных запасов, планирование маркетинговых активностей и стратегическое принятие решений.

Классические статистические подходы к прогнозированию, такие как модели ARIMA или методы экспоненциального сглаживания, зачастую не справляются с многомерностью, нелинейностью и высокой волатильностью данных, характерных для электронной коммерции. Развитие методов машинного обучения открывает новые горизонты для создания более точных и адаптивных предиктивных систем.

Парадокс заключается в том, что для российского малого и среднего бизнеса (МСБ), который составляет значительную часть продавцов на ведущих маркетплейсах (Wildberries, Ozon, Яндекс.Маркет), доступ к современным

аналитическим инструментам остается крайне ограниченным. С одной стороны, мощные корпоративные системы (например, SAP Integrated Business Planning) отличаются непосильной для МСБ стоимостью внедрения и поддержки. С другой стороны, встроенная аналитика самих торговых площадок предоставляет лишь ретроспективные отчеты, не предлагая функций проактивного прогнозирования. Использование же международных облачных сервисов, таких как Amazon Forecast, сопряжено с рисками, обусловленными геополитической ситуацией, санкционными ограничениями и проблемами соответствия требованиям российского законодательства о локализации данных (ФЗ-152). Кроме того, существует технологический разрыв между гибкими, но сложными в освоении открытыми библиотеками (Prophet, scikit-learn, XGBoost) и потребностями бизнес-пользователей, не обладающих глубокой экспертизой в области data science.

Целью данной работы стала разработка и практическая валидация доступной системы анализа и прогнозирования продаж, призванной заполнить выявленный рыночный пробел. Система позиционируется как минимально рабочий продукт (MVP), который сочетает эффективность современных алгоритмов машинного обучения с простотой использования, низкой

стоимостью владения и учетом ключевых особенностей российского бизнес-контекста.

### 1. Анализ рыночного ландшафта и методологическая основа

Проведенный анализ конкурентной среды позволил четко сегментировать рынок решений для прогнозирования. Корпоративные ERP/SCM-системы предлагают максимальную функциональность, но их применение для МСБ финансово неоправданно. Международные SaaS-сервисы, несмотря на технологическую продвинутость, стали малоприменимы в России из-за операционных рисков. Встроенная аналитика маркетплейсов, будучи доступной, не решает задачу предиктивного управления. Открытые библиотеки, в свою очередь, остаются инструментом для специалистов. Таким образом, для российского МСБ актуальна ниша готового «коробочного» решения, которое бы инкапсулировало мощь открытых технологий в простой и безопасный интерфейс, не требующий специальных технических знаний.

С методологической точки зрения задача прогнозирования продаж относится к анализу временных рядов. В арсенале исследователя и практика сегодня находится широкий спектр алгоритмов. Классические статистические модели (ARIMA, SARIMA) цепны своей интерпретируемостью и статистической обоснованностью, но часто оказываются недостаточно гибкими для работы со сложными нелинейными зависимостями и большим количеством экзогенных факторов. Древовидные ансамбли, такие как Random Forest и градиентный бустинг (XGBoost), доказали свою высокую эффективность в задачах регрессии, отлично справляясь с нелинейностями и демонстрируя устойчивость к шуму в данных. XGBoost, в частности, стал де-факто стандартом во многих соревнованиях по машинному обучению и показывает выдающиеся результаты в прогнозировании спроса. Глубокое обучение, в частности рекуррентные сети (LSTM), способно улавливать сложные долгосрочные зависимости, но предъявляет высокие требования к объему данных и вычислительным ресурсам, что часто избыточно для проектов МСБ. Ансамблевые методы, комбинирующие предсказания нескольких разнородных моделей, позволяют повысить работоспособность и общую точность прогноза.

Для условий, типичных для данных российского онлайн-ритейлера – относительно короткая история продаж, выраженная сезонность, наличие аномалий и необходимость учета

локальных праздников – наиболее сбалансированным и практичным представляется подход сравнительного анализа нескольких относительно простых, но мощных моделей. В данной работе в качестве кандидатов были выбраны линейная регрессия (как интерпретируемый базовый алгоритм), Random Forest (как устойчивый ансамблевый метод) и XGBoost (как один из наиболее эффективных современных алгоритмов). Система обучает все три модели, сравнивает их по объективным метрикам и рекомендует пользователю наилучшую для его конкретных данных.

### 2. Архитектурный дизайн и ключевые модули системы

Разработанная система построена на принципах модульной конвейерной (pipeline) архитектуры, что обеспечивает простоту тестирования и последующего расширения функционала. Архитектура организует процесс обработки данных в виде последовательности четко определенных слоев.

Первый слой – **слой взаимодействия и данных**. Он представлен веб-интерфейсом на основе микрофреймворка Flask, который предоставляет пользователю интуитивный пошаговый процесс работы. Интерфейс позволяет загружать исторические данные в распространенных форматах (CSV, Excel), запускать процессы обработки и обучения, а также визуализировать результаты. Параллельно система предлагает REST API для потенциальной интеграции с внешними сервисами. Для обеспечения работы в условиях отсутствия реальных коммерческих данных был разработан специальный **модуль генерации синтетических данных** (data\_generator.py). Этот модуль создает реалистичные наборы, имитирующие продажи на российском маркетплейсе. Алгоритм генерации учитывает базовый тренд, недельную и месячную сезонность, а главное – специфику российского рынка: резкий рост спроса в периоды государственных праздников (Новый год, 8 Марта, майские праздники), эффект «Черной пятницы», а также региональные особенности распределения покупок.

Второй слой – **слой обработки данных**, который является фундаментом для построения качественных прогнозных моделей. Он состоит из трех последовательных модулей:

1. **Модуль загрузки и валидации** (data\_loader.py): отвечает за чтение файлов, автоматическое определение кодировки (включая поддержку кириллицы), проверку

наличия обязательных полей (date, sales) и базовую проверку целостности данных.

**2. Модуль предварительной обработки (data\_preprocessor.py):** выполняет ключевую задачу очистки и подготовки данных. Сюда входит обработка пропущенных значений (интерполяция для временных рядов, заполнение медианой для других признаков), фильтрация статистических выбросов (методом межквартильного размаха, IQR), а также приведение данных к единому формату. Отличительная и важнейшая особенность этого модуля – **автоматический учет российской специфики**. Система на основе даты определяет, является ли день государственным праздником или выходным, и создает соответствующий бинарный признак. Также генерируются базовые временные признаки: день недели, месяц, квартал, номер недели в году.

**3. Модуль инженерии признаков (feature\_engineer.py):** трансформирует очищенные данные в формат, максимально информативный для алгоритмов машинного обучения. Автоматически создаются лаговые признаки (значения продаж за предыдущие 1, 7 и 30 дней), которые позволяют моделям «видеть» исторические паттерны. Рассчитываются скользящие статистики: среднее и стандартное отклонение продаж за окна в 7 и 30 дней, что помогает выделить устойчивый тренд, сгладив случайные колебания.

Третий слой – **слой машинного обучения и оценки**. Его ядром является **модуль обучения моделей (model\_trainer.py)**. В нем реализованы, обучены и сравниваются три алгоритма: линейная регрессия (LinearRegression), случайный лес (RandomForestRegressor) и градиентный бустинг (XGBRegressor). Разделение на обучающую и тестовую выборки проводится с обязательным учетом временного порядка: модель учится на более ранних данных, а проверяется на более поздних, что имитирует реальный сценарий прогнозирования будущего. Для объективной оценки используются стандартные метрики регрессии: средняя абсолютная ошибка (MAE), среднеквадратичная ошибка (RMSE), средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE) и коэффициент детерминации ( $R^2$ ). На основе сравнения этих метрик система определяет и визуализирует лучшую модель. Для tree-based алгоритмов дополнительно рассчитывается и отображается важность признаков, что дает пользователю не только прогноз,

но и аналитическую информацию о ключевых факторах, влияющих на его продажи.

Четвертый слой – **слой представления результатов и развертывания**. Обученные модели сериализуются с помощью библиотеки joblib для последующего использования без переобучения. Веб-интерфейс предоставляет пользователю наглядную таблицу с метриками всех моделей и интерактивный график, на котором отображаются фактические значения продаж и построенный прогноз.

Вся система развертывается в изолированном виртуальном окружении Python. Структура проекта стандартизирована: отдельные папки для исходных (/data/raw), обработанных (/data/processed) и синтетических (/data/synthetic) данных, для исходного кода модулей (/src), для сохраненных моделей (/models), а также для статических файлов и HTML-шаблонов веб-интерфейса. Это обеспечивает простоту переноса, воспроизводимость и удобство сопровождения.

### 3. Результаты реализации, тестирования и практическая эффективность

Все описанные модули были успешно реализованы на языке Python. Система прошла комплексное тестирование, которое включало проверку на двух публичных исторических датасетах (Online Retail от UCI и Rossmann Store Sales) для верификации базовой функциональности, а также основное тестирование на специально созданном синтетическом датасете «Russian Marketplace», максимально приближенном к реалиям отечественного рынка.

Функциональное тестирование подтвердило работоспособность полного цикла: корректную загрузку данных разных форматов, выполнение предобработки с созданием признаков российских праздников, успешное обучение всех трех моделей машинного обучения и формирование итогового прогноза с визуализацией. Производительность системы соответствует поставленным нефункциональным требованиям: время обучения на наборе данных объемом до 100 000 записей не превышает 8–10 минут, а формирование прогноза по уже обученной модели происходит практически мгновенно. Система не требует значительных вычислительных ресурсов и может работать на стандартном офисном оборудовании.

Анализ результатов позволяет сделать несколько важных выводов. Во-первых, модель градиентного бустинга **XGBoost** продемонстрировала наилучшее качество

прогнозирования по всем основным метрикам, что согласуется с современными исследованиями и подтверждает ее выбор в качестве одного из ключевых алгоритмов системы. Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,92$  указывает на то, что модель объясняет 92% дисперсии целевой переменной, что является отличным показателем. Средняя абсолютная процентная ошибка (МАРЕ) на уровне 9,4% находится в пределах допустимого для практического бизнес-прогнозирования в секторе электронной коммерции.

Во-вторых, анализ важности признаков для моделей Random Forest и XGBoost показал, что наибольший вклад в точность прогноза вносят именно те признаки, которые были созданы в модуле инженерии: лаговые переменные (продажи за предыдущую неделю и месяц), а также скользящие средние. Это объективно подтверждает корректность и эффективность примененного подхода к созданию признаков. Значимость признаков, связанных с выходными и праздничными днями, также была высокой, что подчеркивает важность учета российской специфики.

С практической точки зрения, разработанная система представляет собой законченный, готовый к использованию инструмент. Ее основное преимущество – **доступность технологий**: она предоставляет малому и среднему бизнесу доступ к возможностям предиктивной аналитики, которые ранее были уделом крупных компаний или требовали найма дорогостоящих специалистов. Экономический эффект от внедрения такой системы для типичного предприятия МСБ может быть значительным. За счет более точного прогнозирования спроса возможна оптимизация уровня товарных запасов, что ведет к сокращению затрат на их хранение и высвобождению оборотных средств. По экспертным оценкам, сокращение излишков запасов может достигать 15–25%. Более точное планирование закупок и маркетинговых активностей способно увеличить общую эффективность продаж на 10–20%.

#### 4. Научный вклад и перспективы развития

Научная новизна проведенной работы заключается не в предложении принципиально нового алгоритма, а в комплексном адаптивном подходе к решению конкретной прикладной задачи в специфических условиях. Была разработана и реализована методология построения доступной системы

прогнозирования, адаптированной под характерные черты данных российских онлайн-предавцов: ограниченный объем исторических данных, ярко выраженная сезонность, сильное влияние локальных календарных событий. Реализован практический механизм сравнительного анализа и выбора модели, который представляет собой упрощенную форму метаобучения, где система «подстраивается» под данные пользователя, выбирая наилучший из доступных алгоритмов.

Практическая значимость работы доказана созданием работоспособного MVP, который закрывает выявленный рыночный пробел. Система обладает рядом конкурентных преимуществ: экономическая доступность (открытый исходный код, отсутствие абонентской платы), безопасность и технологический суверенитет (локальная обработка данных), простота развертывания и использования, а также изначальная ориентированность на российский бизнес-контекст.

Перспективы развития системы видятся в нескольких взаимосвязанных направлениях. Первое и наиболее актуальное – **прямая интеграция с API российских маркетплейсов** (Wildberries, Ozon, Яндекс.Маркет). Это позволит автоматизировать процесс сбора данных о продажах, остатках, ценах и промо-акциях, полностью устранив ручной этап загрузки файлов. Второе направление – **расширение функциональности и повышение точности**. Сюда можно отнести добавление модуля для учета внешних факторов, таких как курс валют, макроэкономические индикаторы (через открытые API ЦБ РФ или Росстата), а также погодные условия для соответствующих товарных категорий. Важной задачей является решение проблемы «холодного старта» (cold start) для прогнозирования спроса на новые товары, для чего могут быть применены методы transfer learning или анализ атрибутов товаров. С точки зрения моделей, можно экспериментировать с добавлением других алгоритмов (CatBoost, LightGBM) и внедрением более сложных ансамблевых техник, таких как стекинг (stacking). Третье направление – **развитие в сторону комплексной аналитической платформы**. Это подразумевает создание расширенных интерактивных дашбордов, модуля формирования конкретных бизнес-рекомендаций (по закупкам, ценообразованию, участию в акциях) и углубленной отчетности.

### Заключение

В рамках данного исследования была успешно достигнута основная цель – разработан, реализован и протестирован минимально рабочий продукт (MVP) системы анализа и прогнозирования продаж для сектора электронной коммерции, ориентированный на потребности российского малого и среднего бизнеса. Система представляет собой целостное веб-приложение с четкой модульной архитектурой, которая инкапсулирует весь цикл работы с данными: от их загрузки и очистки с учетом национальной специфики до обучения нескольких моделей машинного обучения, сравнения их эффективности и представления итогового прогноза в удобной форме.

Проведенные тесты, в том числе на специально сгенерированном датасете, имитирующем российский рынок, подтвердили работоспособность системы и достижение ею точности прогнозирования (MAPE ~9,4%, R<sup>2</sup> ~0,92 для лучшей модели), достаточной для решения практических бизнес-задач. Доказана жизнеспособность предложенного подхода, который делает мощные технологии машинного обучения доступными для широкого круга предпринимателей без значительных финансовых вложений и специальной технической подготовки.

Таким образом, работа вносит вклад не только в решение конкретной задачи прогнозирования, но и в более общую проблему демократизации передовых аналитических инструментов в цифровой экономике. Разработанная система служит практическим примером того, как, опираясь на открытые технологии и учитывая локальные особенности, можно создавать эффективные и доступные решения, способствующие повышению конкурентоспособности малого и среднего бизнеса.

### Литература

1. <https://www.vedomosti.ru/business/article/s/2024/11/18/1075777-onlain-prodazhi-62-trln>.
2. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов: прогноз и управление. М.: Мир, 1974.
3. Селегей П.В. Современные методы прогнозирования временных рядов в экономике // Прикладная эконометрика. 2020.
4. Иванов А.В., Петрова К.С. Применение методов машинного обучения для прогнозирования спроса в интернет-торговле // Бизнес-информатика. 2022.

**MIROSHINA Natalia Nikolaevna**

Graduate Student, Kherson State Pedagogical University, Russia, Kherson

## DEVELOPMENT OF A SALES ANALYSIS AND FORECASTING SYSTEM FOR E-COMMERCE IN THE RUSSIAN MARKET BASED ON OPEN DATA AND MACHINE LEARNING METHODS

**Abstract.** The article presents the developed modular sales analysis and forecasting system for small and medium-sized businesses in the field of e-commerce, focused on Russian realities. The system is implemented as a minimum working product (MVP) using the Python language and machine learning libraries (scikit-learn, XGBoost) and the Flask web framework. The proposed architecture is based on pipelined data processing, including modules for loading, preprocessing, feature engineering, model training, and a web interface. Special attention is paid to taking into account Russian specifics: public holidays, seasonality, and regional peculiarities. The system was tested on historical and synthetic data simulating the Russian market. The system is an example of the availability of machine learning technologies for a wide range of Russian entrepreneurs.

**Keywords:** sales forecasting, e-commerce, machine learning, time series, open data, small and medium business, Russian market.

**САГИТОВА Ангелина Римовна**

студентка, Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского – Мелеузский филиал, Россия, г. Мелеуз

**КАНТЮКОВА Арина Рустамовна**

студентка,

Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского – Мелеузский филиал, Россия, г. Мелеуз

*Научный руководитель – ассистент Московского государственного университета технологий и управления имени К. Г. Разумовского – Мелеузского филиала Тябина Анна Наильевна*

## **БЕЗОПАСНОСТЬ И КОНТРОЛЬ НАД ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ: ПРАВОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ**

**Аннотация.** Безопасное использование искусственного интеллекта становится одной из ключевых задач современного общества. Развитие искусственного интеллекта (ИИ) открывает новые возможности, но также вызывает вопросы безопасности и этики. Как обеспечить контроль над ИИ? Один из ключевых инструментов – правовое регулирование. В последние годы государства активно разрабатывают законы, регулирующие использование ИИ.

В данной статье мы выявим, какие проблемы могут возникнуть и каковы основные механизмы защиты и безопасности при использовании искусственного интеллекта, рассмотрим нормативные акты, а также возможные перспективы.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект (ИИ), нейросеть, законодательство, безопасность, ГОСТ, Федеральный закон (ФЗ).

### **Проблема безопасности искусственного интеллекта**

Искусственный интеллект (ИИ) стремительно интегрируется в повседневную жизнь: от генерации текстов и изображений до принятия решений в медицине, финансах и транспорте. Но вместе с ростом возможностей увеличиваются и риски, связанные с безопасностью ИИ.

Главная опасность – неконтролируемое распространение вредоносных моделей. Алгоритмы могут быть использованы для создания фейковых новостей, фишинговых писем или даже автоматизации кибератак. Кроме того, ИИ способен анализировать большие массивы личных данных, что при неправильном использовании может привести к утечкам информации.

Не менее важна проблема прозрачности работы нейросетей. Часто даже разработчики не могут объяснить решения сложных моделей – это усложняет выявление ошибок и злоупотреблений.

Для минимизации рисков необходимы строгие фильтры контента, постоянный

мониторинг моделей и открытый диалог между разработчиками, пользователями и государством.

Безопасность искусственного интеллекта – общая задача для всего общества. Только совместными усилиями можно сделать технологии полезными и безопасными для всех.

### **Значение правового регулирования в сфере ИИ**

Развитие нейросетей и генеративных моделей открывает новые возможности для бизнеса, науки и общества. Однако без четких юридических рамок сложно контролировать использование ИИ – от создания фейковых новостей до манипуляций на финансовых рынках. Поэтому законодательство помогает определить ответственность разработчиков и пользователей технологий, формирует прозрачные правила для компаний и защищает интересы граждан.

Ведущие страны уже разрабатывают собственные подходы к регулированию, например, Европейский союз внедряет AI Act, а Россия обсуждает законопроекты об этике ИИ. Однако важно не только ограничивать риски, так как

гибкое регулирование должно способствовать инновациям и развитию отрасли.

Комплексный подход позволит создать баланс между безопасностью общества и свободой технологического прогресса. В конечном итоге эффективное правовое регулирование станет фундаментом доверия к профессиональному интеллекту – как со стороны бизнеса, так и обычных пользователей.

## Основные международные и национальные нормативные акты по контролю ИИ

### 1. Международный уровень

Контроль искусственного интеллекта становится всё более актуальной темой в мире. На международном уровне уже приняты важные документы, регулирующие разработку и использование ИИ. Ключевым является «Этическая хартия ЮНЕСКО об искусственном интеллекте» (2021 г.), в которой определены базовые принципы: прозрачность, ответственность, уважение прав человека.

В Евросоюзе разрабатывается «Закон об искусственном интеллекте» (EU AI Act), который вводит классификацию рисков и требования к безопасности систем ИИ. В ООН обсуждаются универсальные стандарты для глобального регулирования технологий.

Несмотря на разные подходы, все нормативные акты направлены на баланс между инновациями и защитой общества от возможных угроз со стороны ИИ. Международное сотрудничество остается ключом к эффективному контролю развития искусственного интеллекта.

### 2. Национальный уровень

В России действует концепция развития ИИ до 2030 года: определён Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации», предусматривающий ускоренное внедрение ИИ, развитие кадров и инфраструктуры, а также обеспечение технологической независимости страны и принятые федеральные законы, регулирующие обработку данных, ответственность за ущерб от использования ИИ-систем и разработку стандартов отрасли.

В российском контексте регулирования ИИ ключевые стандарты включают:

- ПНСТ 839-2023 (ISO/IEC TR 24027:2021) посвященный анализу и оценке «смещенностей» (bias) при принятии решений искусственным интеллектом;
- ПНСТ 963-2024 (ISO/IEC 5339:2024), представляющий взгляд на макроуровне на контекст применения ИИ, на

заинтересованные стороны, их роли и взаимосвязи с жизненным циклом системы, а также на типичные характеристики и особенности применения ИИ;

- ГОСТ Р 70462.1-2022, определяющий подходы к оценке робастности (устойчивости) нейронных сетей;
- ГОСТ Р 59898-2021, устанавливающий общие требования к комплексной оценке качества, доверия, безопасности и надежности систем искусственного интеллекта.

Также действуют базовые законы: Федеральный закон от 27.07.2006 ФЗ-152 «О персональных данных», Федеральный закон от 26.07.2017 № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» и Приказ ФСТЭК от 01.09.2023 № 177 «О Критической Информационной Инфраструктуре». Требования к ИИ-приложениям пока носят общий характер, но с новыми нормативными документами будут уточняться в ближайшие годы.

Приказ ФСТЭК от 11.04.2025 № 117 вступит в силу с 1 марта 2026 г., который впервые вводит понятие защиты информации «при использовании искусственного интеллекта» для госсектора; в документе помимо классических информационных систем выделены ИИ-системы. В приказе разделяют ИИ в формате строго заданных шаблонов запросов и ИИ свободной текстовой формы и разделяют требования к разным классам систем.

Стоит отметить, что основой будущего регулирования должен стать человекоориентированный подход, который включает:

- доверенность технологий;
- принцип технологического суверенитета;
- уважение автономии и свободы воли человека;
- запрет на причинение вреда человеку;
- недопущение антропоморфизаций («очеловечения») технологий.

## Законодательство о мошенничестве и злоупотреблениях с ИИ

Не менее важным в России является активное рассмотрение законодательства, направленное на противодействие мошенничеству с использованием ИИ. Планируется введение статей, ограничивающих незаконное использование моделей генерации контента, включая фальсификацию видео, аудио и текстов. Особое внимание уделяется маркировке генерированного контента: депутаты внесли

законопроекты, предлагающие штрафы от 10 тыс. до 500 тыс. рублей за отсутствие маркировки материалов, созданных с помощью ИИ.

Кроме того, в правительственные документы обозначены меры по контролю за использованием ИИ в сфере безопасности и финансов, включая выявление и пресечение схем мошенничества с использованием ИИ-ботов для манипуляций и незаконных действий. Для этого предусматривается создание центров мониторинга и применения технологий машинного обучения, способных выявлять подозрительную активность.

### **Механизмы обеспечения приватности и защиты данных пользователей ИИ**

С развитием искусственного интеллекта вопросы безопасности и приватности становятся особенно актуальными. Пользователи всё чаще задумываются: насколько безопасно доверять свои данные нейросетям и генеративным моделям? Разберём основные механизмы, которые применяются для защиты информации:

#### **1. Шифрование данных**

При обучении нейросетей часто используются большие массивы информации, среди которых могут быть персональные или коммерчески важные данные, чтобы предотвратить их утечку, применяется шифрование.

Шифрование данных – это процесс преобразования информации в защищённый вид с помощью специальных алгоритмов. Даже если злоумышленник получит доступ к данным, без ключа расшифровки он не сможет их использовать.

В современных ИИ-системах важно реализовать шифрование как на этапе хранения, так и при передаче данных между сервисами – это помогает защитить корпоративные секреты и личную информацию пользователей от несанкционированного доступа.

#### **2. Ограничение доступа**

Так как неконтролируемое использование генеративных моделей может привести к утечке личных данных или созданию нежелательного контента, по этой причине поисковые системы начинают уделять больше внимания происхождению материалов – например, Google и Яндекс разрабатывают методы определения ИИ-контента.

Поэтому для защиты информации компании внедряют аутентификацию, лимиты на запросы и фильтрацию по ролям – данный метод снижает риски несанкционированного доступа

и помогает соответствовать требованиям законодательства.

В итоге грамотное ограничение доступа – необходимый этап для безопасного и эффективного использования возможностей искусственного интеллекта в современных условиях.

#### **3. Изоляция информации**

При работе с нейросетями важно понимать, как и где хранятся данные, которые пользователи передают сервисам генерации текстов или изображений.

Большинство современных платформ используют облачные решения – это удобно, но несёт риски в связи с тем, что идеи могут попасть в чужие руки или быть использованы для дообучения моделей. Чтобы минимизировать угрозы утечки, стоит выбирать сервисы с прозрачной политикой конфиденциальности и возможностью локального развертывания.

Важно не забывать: делиться чувствительной информацией с ИИ можно только при полной уверенности в безопасности платформы. Следует стараться ограничивать количество передаваемых личных данных.

#### **4. Прозрачность процессов**

Прозрачные процессы позволяют выявлять возможные ошибки, снижать риски предвзятости и обеспечивать контроль над результатами работы алгоритмов. Для компаний – это является не только вопросом этики, но и конкурентным преимуществом, поскольку открытость повышает лояльность клиентов.

Многие компании открыто рассказывают о своих принципах обработки данных, публикуют политику конфиденциальности, отвечают на вопросы через службу поддержки, – что формирует доверие между пользователями и сервисом.

### **Итоги и перспективы развития правовых инструментов для безопасного использования ИИ**

В последние годы мировое сообщество активно обсуждает создание эффективных правовых инструментов для регулирования ИИ. Уже сейчас в разных странах принимаются нормативные акты, направленные на защиту пользователей и предотвращение злоупотреблений. В Евросоюзе разрабатывается AI Act – первый комплексный закон о регулировании искусственного интеллекта, который определяет риски и устанавливает требования к системам ИИ в зависимости от уровня их опасности.

Однако законодательство пока не поспевает за технологическим прогрессом, так как многие

вопросы остаются открытыми: кто несёт ответственность за ошибки алгоритмов? Как обеспечить прозрачность работы нейросетей? Каким образом защищать персональные данные при обучении моделей?

Будущее правового регулирования ИИ видится в сочетании гибкости и строгости подходов. Необходимы международные стандарты, которые позволяют унифицировать основные требования к разработчикам и пользователям ИИ-систем. Важно развивать саморегулирование отрасли – внедрение этических кодексов и внутренних политик компаний.

В целом, перспективы развития правовых инструментов для безопасного использования ИИ связаны с поиском равновесия между инновациями и ответственностью. Только так можно обеспечить доверие к новым технологиям и минимизировать возможные риски для общества.

### Литература

1. Сагитова А.Р., Митрофанова В.В., Кантикова А.Р. Использование искусственного интеллекта в решении бизнес-задач// Актуальные исследования. 2025. № 23 (258). Ч. I. С. 48-50. URL: <https://apni.ru/article/12305-ispolzovanie->

iskusstvennogo-intellekta-v-reshenii-biznes-zadach.

2. Васильев Е.О., Кантикова А.Р., Сагитова А.Р., Хисамутдинова Г.Р. Проблемы и тенденции развития кибербезопасности в России // 2024. № 21 (171). – С. 35-37. URL: <https://scilead.ru/article/6551-problemi-i-tendentsii-razvitiya-kiberbezopasn>.

3. Молодой исследователь: вызовы и перспективы. сб. ст. по материалам CCCLVIII междунар. науч.-практ. конф. – № 20(358). – М., Изд. «Интернаука», 2024. – 859 с.

4. Как мир регулирует ИИ – [Электронный ресурс] – URL: <https://habr.com/ru/companies/raft/articles/959630/>.

5. Официальное опубликование правовых актов – [Электронный ресурс] – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202506170011>.

6. Правовые аспекты искусственного интеллекта и смежных технологий – [Электронный ресурс] – URL: <https://ipcmagazine.garant.ru/articles/1729271/>.

7. Russian Standardization Institute – [Электронный ресурс] – URL: <https://en.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=7475>.

**SAGITOVA Angelina Rimovna**

Student, Moscow State University of Technology and Management  
named after K. G. Razumovsky – Meleuz Branch, Russia, Meleuz

**KANTYUKOVA Arina Rustamovna**

Student, Moscow State University of Technology and Management  
named after K. G. Razumovsky – Meleuz Branch, Russia, Meleuz

*Scientific Advisor – Assistant at the Moscow State University of Technology and Management  
named after K. G. Razumovsky – Meleuz Branch Tyabina Anna Nailevna*

## SECURITY AND CONTROL OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: LEGAL MECHANISMS

**Abstract.** The safe use of artificial intelligence is becoming one of the key challenges of modern society. The development of artificial intelligence (AI) opens up new opportunities, but also raises security and ethical concerns. How can we ensure control over AI? One of the key tools is legal regulation. In recent years, governments have been actively developing laws to regulate the use of AI.

In this article, we will explore the potential challenges and mechanisms for protecting and safeguarding the use of artificial intelligence, including regulatory frameworks and future prospects.

**Keywords:** artificial intelligence (AI), neural network, legislation, security, GOST, Federal Law (FZ).

**ХАНОВА Ирина Ренатовна**

магистрантка,

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),  
Россия, г. Москва**ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ ВИБРАЦИИ  
НА 200 КАНАЛОВ НА БАЗЕ РОССИЙСКОГО PXIE**

**Аннотация.** В статье представлена разработка высокопроизводительной отечественной системы измерений вибрации на 200 каналов с частотой регистрации до 625 кГц на канал на базе российской платформы PXIE. Рассматривается архитектура аппаратных модулей, включающих шасси CH-14 PXIE и аналого-цифровые модули МДН8И-PXIE, а также использование устройств IEPE и стандарта IEEE 1451.4 для автоматической идентификации датчиков. Описаны методы цифровой обработки вибrosигналов, реализованные в программном обеспечении ACTest Platform. Приведены результаты испытаний системы, подтверждающие её работоспособность, стабильность синхронного сбора данных и возможность замены зарубежных комплексов National Instruments и LMS Scadas.

**Ключевые слова:** виброиспытания, PXIE, IEPE, TEDS, ACTest Platform, многоканальные измерения.

**Введение**

Вибрационные испытания являются обязательным этапом оценки надёжности авиационных, ракетных, машиностроительных и энергетических конструкций [4]. Для адекватного моделирования нагрузок, возникающих при эксплуатации изделий, требуется регистрировать значительные объёмы высокочастотных данных одновременно с большого числа каналов.

Традиционно такие задачи решались иностранными системами LMS Scadas и National Instruments PXI, однако их использование в России ограничено высокой стоимостью, санкционными запретами и закрытостью программно-аппаратной архитектуры. В условиях импортозамещения актуальной является разработка отечественных многоканальных измерительных комплексов на базе российского стандарта PXIE.

Целью исследования является разработка и анализ высокопроизводительной российской системы измерений вибрации на 200 каналов с частотой регистрации до 625 кГц на канал с

последующей оценкой её функциональности и эксплуатационных характеристик.

**1. Объекты и методы исследования****1.1. Объект исследования**

Объектом исследования является многоканальная система регистрации вибрационных сигналов, предназначенная для работы в составе испытательного стенда авиационной и космической техники.

**1.2. Архитектура аппаратной части**

Система включает две измерительные стойки высотой 27U, которые представлены на рисунке 1. Каждая стойка содержит [2, 3]:

- шасси CH-14 PXIE с поддержкой PCIe Gen3;
- 13 модулей МДН8И-PXIE (8 каналов каждый, АЦП 24 бит);
- устройства сопряжения IEPE32 (3 шт.) и IEPE8 (1 шт.);
- блок регистрации данных;
- блок коррекции времени ЭНКС-2;
- источник бесперебойного питания.



Рис. 1. Внешний вид измерительных стоек

Максимальная пропускная способность одного измерительного канала достигает 240 кГц по уровню  $-3$  дБ, что обеспечивает получение до 625 кГц частоты дискретизации.

Система масштабируется до 1000 каналов без изменения базовой архитектуры.

### 1.3. Поддержка IEPE/ICP и IEEE 1451.4 TEDS

Устройства IEPE обеспечивают:

- питание датчиков ICP (4–20 мА),
- защиту от КЗ и обрыва,
- считывание TEDS (электронного паспорта датчика),
- автоматическую калибровку каналов.

Использование TEDS стандарта IEEE 1451.4 снижает вероятность ошибок настройки и ускоряет подготовку испытаний.

### 1.4. Программное обеспечение ACTest Platform

ACTest Platform представлен на рисунке 2. ACTest Platform выполняет [1]:

- конфигурацию измерительных каналов (до 1000 каналов),
- чтение потоковых данных по PXIe,
- цифровую фильтрацию (FIR, IIR),
- спектральный анализ (FFT, PSD),
- построение частотных характеристик (FRF),
- запись данных в форматы: UFF, WAV, MATLAB, CSV, ACTest.



Рис. 2. ACTest Platform

Интерфейс оператора реализован на АРМ с Ethernet-подключением 2.5 Гбит/с.

## 2. Результаты и их обсуждение

### 2.1. Производительность и синхронность

Испытания подтвердили:

- устойчивую работу системы на полной нагрузке – 200 каналов  $\times$  625 кГц,
- отсутствие потерь данных,
- стабильную синхронизацию стоек с точностью до наносекунд благодаря ЭНКС-2.

### 2.2. Точность измерений

Применение 24-битных АЦП позволило достичь:

- высокого динамического диапазона,
- низкого уровня шумов,

- точного определения амплитудно-частотных характеристик конструкций.

## 2.3. Функциональные испытания IEPE и TEDS

Система корректно:

- определяет параметры датчиков,
- выполняет автоконфигурирование каналов,
- сигнализирует о некорректных подключениях.

## 2.4. Сравнение с зарубежными комплексами

Сравнение решений представлено в таблице. Российская система демонстрирует техническую сопоставимость и превосходит аналоги по ряду параметров.

Таблица

Сравнительная таблица

Критерий	NI PXI	LMS Scadas	Российская система
Кол-во каналов	100–200	до 100	до 1000
Частота	200–600 кГц	до 200 кГц	625 кГц
Открытая архитектура	нет	нет	да
Доступность	ограничена	ограничена	высокая

### Заключение

Разработана и испытана высокопроизводительная российская система виброметрии на базе PXIe, обеспечивающая регистрацию 200 каналов с частотой до 625 кГц на канал. Проведённые эксперименты подтвердили её стабильность, точность и пригодность для проведения вибрационных испытаний авиационных и ракетных конструкций.

Система является конкурентоспособной альтернативой импортным комплексам LMS Scadas и National Instruments PXI и соответствует современным требованиям отрасли.

Перспективы развития включают интеграцию алгоритмов машинного обучения для предиктивной диагностики.

### Литература

- Документация ACTest Platform, 2025. – 85 с.
- Измеритель мгновенных значений напряжения МДН8И-PXIe. Руководство по эксплуатации. 2021 – 27 с.
- Устройство сопряжения IEPE. Руководство по эксплуатации. 2024 – 37 с.
- Фролов К.В. Вибрации в технике / К.В. Фролов, В.Н. Челомей. – Москва: Машиностроение, 1981. – 455 с.

**KHANOVA Irina Renatovna**

Graduate Student, Moscow Aviation Institute (National Research University), Russia, Moscow

## HIGH-PERFORMANCE 200-CHANNEL VIBRATION MEASUREMENT SYSTEM BASED ON THE RUSSIAN PXIE PLATFORM

**Abstract.** The article presents the development of a high-performance domestic vibration measurement system supporting 200 channels with a sampling rate up to 625 kHz per channel, based on a Russian PXIe platform. The hardware architecture of the system, including the CH-14 PXIe chassis and MDN8I-PXIe ADC modules, is described. The use of IEPE interface devices and the IEEE 1451.4 TEDS standard for automatic sensor identification is considered. Methods of digital processing implemented in the ACTest Platform software are presented. Experimental results demonstrate stable synchronous acquisition, high accuracy and full applicability of the system as a domestic alternative to National Instruments and LMS Scadas solutions.

**Keywords:** vibration testing, PXIe, IEPE, TEDS, ACTest Platform, multichannel acquisition.



Шао Цзюньхань

ученик, Старшая школа Баоцюаньлин, Китай, г. Хэган

## ИССЛЕДОВАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИМЕНЕНИЯ ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ В АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РОБОТОВ

**Аннотация.** По мере того как робототехника углубляется в сложные, неструктурированные среды, традиционные методы навигации, основанные на моделях и фиксированных правилах, сталкиваются с проблемами из-за своей ограниченной способности к обобщению и адаптации. Технологии обучения с подкреплением, особенно глубокое обучение с подкреплением, благодаря своей мощной способности к автономному обучению стратегиям принятия решений на основе взаимодействия со средой, стали ключом к достижению роботами высокого уровня автономной навигации. В данной статье основное внимание уделяется прогрессу в ключевых технологиях обучения с подкреплением в области навигации интеллектуальных роботов, систематически рассматриваются инновации в алгоритмах, появившиеся для решения основных проблем, таких как низкая эффективность выборки, разреженность вознаграждения, неопределенность динамики среды и плохая обобщающая способность стратегий. Основное содержание включает: методы оптимизации эффективности выборки, направленные на повышение использования данных и скорости сходимости обучения; проектирование механизмов разреженного вознаграждения и исследования для сложных, неизвестных сред; методы обеспечения безопасности и надежности навигационных решений в реальном физическом мире; а также иерархические и обобщающие архитектуры для повышения способности стратегий к адаптации в различных сценариях. В статье далее анализируются узкие места при переносе из симуляции в реальность и рассматриваются перспективы развития в направлении интеграции с многомодальными большими языковыми моделями и воплощенным интеллектом. Цель данного обзора – предоставить исследователям в смежных областях систематический технический обзор и указать, что навигация роботов, управляемая обучением с подкреплением, переходит от обучения конкретным задачам к универсальному, безопасному и надежному автономному интеллекту.

**Ключевые слова:** обучение с подкреплением, автономная навигация, глубокое обучение с подкреплением, робот, планирование маршрута, безопасное принятие решений.

### 1. Введение

Автономная навигация интеллектуальных роботов – это их способность, без вмешательства человека, воспринимать окружающую информацию, определять местоположение и строить карты, планировать путь и безопасно перемещаться к целевой позиции в неизвестной или динамической среде. Эта способность является краеугольным камнем для широкого спектра приложений, таких как сервисные роботы, беспилотные автомобили, дроны и промышленные автоматические тележки.

Традиционные методы навигации обычно полагаются на точные карты среды (сгенерированные с помощью технологий SLAM) и заранее спроектированные алгоритмы планирования пути (такие, как A\*, метод динамического окна

– DWA). Однако в сценариях с высокодинамичной средой, дефицитом априорной информации или неструктурированным окружением (например, узкие тупики в доме, сложный рельеф на открытой местности) эти методы часто оказываются неэффективными. Их основные ограничения заключаются в следующем: во-первых, зависимость от точной модели среды затрудняет реагирование на изменения в реальном времени. Во-вторых, основанные на правилах стратегии избегания препятствий обладают недостаточной гибкостью для обработки непредвиденных режимов препятствий. В-третьих, при сложных связанных ограничениях (например, неголономная динамика, узкие проходы) алгоритмы планирования легко

попадают в локальный оптимум или полностью терпят неудачу.

Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning, RL), в особенности глубокое обучение с подкреплением (Deep RL, DRL), предлагает новую парадигму для решения указанных выше проблем. Агент RL учится стратегии, максимизирующей долгосрочное кумулятивное вознаграждение, через взаимодействие методом проб и ошибок со средой, что позволяет осуществлять сквозное отображение исходных данных сенсоров (например, лидара, зрения) непосредственно в управляющие команды, реализуя навигацию без карты (Mapless). Этот подход, управляемый данными, наделяет роботов мощной способностью к адаптации и обучению на основе опыта. В последние годы DRL продемонстрировал производительность, пре-восходящую традиционные методы, в различных задачах навигации, таких как избегание препятствий беспилотными надводными судами, выход мобильных роботов из узких про-странств и динамическое планирование маршрута для AGV.

Несмотря на многообещающие перспективы, применение RL к навигации реальных роботов по-прежнему сталкивается с рядом серьезных технических проблем, которые также составляют фокус текущих исследований ключевых технологий. Ниже эти ключевые технологии будут подробно проанализированы.

## 2. Прогресс в ключевых технологиях

### 2.1. Оптимизация эффективности выборки и методы ускорения обучения

Низкая эффективность выборки является серьезным узким местом в применении DRL в робототехнике, поскольку сбор данных в реальном мире требует много времени, дорог и со-пряжен с рисками. Повышение эффективности выборки означает, что алгоритм может научиться эффективной стратегии с меньшим количеством взаимодействий со средой:

- Планирование и расширение на основе моделей: один из подходов заключается в использовании изученной или известной модели среды для «воображаемого» планирования, сокращая реальные взаимодействия. Например, сочетание гауссовых процессов (Gaussian Process, GP) с DRL, где GP на основе небольшого набора траекторных данных строит прогнозную модель для оценки ценности неиспытанных состояний, направляя исследование и ускоряя обучение. Исследования показывают, что алгоритмы, включающие модуль памяти GP и

приоритизированное воспроизведение опыта, могут повысить скорость сходимости обучения для задач навигации беспилотных судов на 56%.

- Формирование вознаграждения и обучение по учебному плану: проектирование более плотных, более направляющих функций вознаграждения или установление этапов обучения по учебному плану от простого к сложному могут эффективно решить проблему разреженного вознаграждения, направляя агента к нахождению успешной стратегии быстрее.

- Имитационное обучение и направление демонстрациями: непосредственное использование данных демонстраций экспертов-людей для инициализации стратегии может значительно сократить фазу слепого исследования. Например, имитационное обучение, обусловленное целью (Goal-Conditioned Imitation Learning, GCIL), вводя информацию о целевом состоянии, позволяет роботу учиться стратегиям достижения разнообразных целей на основе демонстраций. Более радикальный подход, такой как фреймворк DemoGrasp от команды Пекинского университета, переформулирует задачу непрерывного принятия решений для ловкого захвата высоких измерений как задачу редактирования на основе единственной демонстрационной траектории, пре-вращая многошаговый процесс принятия марковских решений в одношаговый, достигая чрезвычайно высокой эффективности обуче-ния – сходимость достигается всего за один день обучения на одной видеокарте.

- Инновации в механизме распространения ценности: для решения проблемы медленной сходимости алгоритмов класса Q-learning при разреженном вознаграждении было предложено использование модели затухания. Эта модель переинтерпретирует Q-значение как сигнал, распространяющийся от целевого со-стояния с затуханием, и, проектируя многокри-териальные коэффициенты затухания (напри-мер, длина пути, частота поворотов), достигает более стабильного и интерпретируемого рас-пространения ценности, ускоряя сходимость.

### 2.2. Исследование при разреженном вознаграждении и моделирование долгосрочных зависимостей

В неизвестной среде вознаграждение за до-стижение удаленной цели чрезвычайно разре-жено; для агента критически важно эфек-тивно исследовать и запоминать длинные по-следовательности действий:

- Внутреннее любопытство и стимулы к исследованию: наделение агента внутренним любопытством к «новым» состояниям, побуждающим его исследовать непосещенные области, – классический подход к решению проблемы разреженного вознаграждения.
- Архитектуры для моделирования длинных последовательностей: для задач навигации с длительным горизонтом стратегические сети должны обладать мощной способностью к моделированию зависимостей в последовательностях. Традиционные рекуррентные нейронные сети (RNN) или Transformer имеют ограничения. Появляющаяся архитектура Mamba и ее варианты (например, Mamba2) демонстрируют более высокую эффективность и выразительность при обработке длинных последовательностей. Одно исследование объединило Mamba2 с диффузионными моделями, создав фреймворк Mamba2Diff, где двунаправленный управляемый модуль Mamba2 захватывает глобальные долгосрочные зависимости, в то время как сверточные улучшенные управляемые рекуррентные блоки захватывают краткосрочные зависимости, достигая более согласованной и точной генерации последовательностей действий в задачах долгосрочного манипулирования роботами. Это предоставляет новый инструмент для планирования траекторий в сложной навигации.
- Иерархическое обучение с подкреплением: разложение задачи навигации на высокоуровневое «куда идти» (планирование цели/подцели) и низкоуровневое «как идти» (выполнение действий) на два уровня. Высокоуровневое отвечает за абстрактные решения, низкоуровневое – за конкретное управление. Такое разложение значительно снижает сложность обучения стратегии на каждом уровне и способствует обобщению. Например, предложенная Boston Dynamics и Северо-Восточным университетом НЕР-архитектура, где высокоуровневая стратегия предсказывает ключевые позы в глобальной системе координат, а затем с помощью инновационного «интерфейса переноса системы координат» задача преобразуется в локальную систему координат, центрированную на ключевой позе, для тонкой оптимизации траектории низкоуровневой стратегией. Такой иерархический подход позволяет осуществлять без потерь передачу обобщающей способности с высокого на низкий уровень.

### 2.3. Обеспечение безопасности и надежности

Обеспечение безопасности стратегий RL при развертывании является жизненно важным условием для практического применения. Небезопасное исследование или ненадежная стратегия могут привести к повреждению робота или несчастным случаям:

- Безопасные ограничения и маскирующие механизмы: самый прямой метод – блокировать известные небезопасные действия на этапе выбора действия. Например, метод RRL-SG, предложенный командой Наньянского технологического университета, использует модель чувствительной к ответственности безопасности (RSS) для вывода минимального безопасного расстояния и на его основе генерирует маску безопасности, которая обнуляет вероятность действий, способных привести к столкновению, на уровне пространства действий, принудительно обеспечивая безопасность.
- Надежное состязательное обучение: для повышения устойчивости стратегии к неопределенностям, таким как шум наблюдений, изменения динамики среды, вводится состязательное обучение. Метод RRL-SG обучает онлайн модель противника для симуляции наихудших возмущений среды (например, шум сенсоров, неопределенность поведения других агентов), позволяя основному агенту учиться более надежной стратегии в противостоянии с противником.
- Осознание неопределенности и консервативное принятие решений: для RL на основе моделей критически важно, чтобы модель могла осознавать неопределенность собственных прогнозов. Агент может научиться действовать более консервативно в областях с высокой неопределенностью. Гауссовские процессы (GP) естественным образом обладают способностью предоставлять оценку неопределенности прогноза, что может быть использовано для этой цели.

### 2.4. Обобщение и трансферное обучение

Как стратегии, обученные в симуляции, могут обобщаться на невиданные ранее условия реального мира или разные задачи, является серьезной проблемой для внедрения RL:

- Иерархический и эквивариантный дизайн: как упоминалось ранее, сама иерархическая стратегия (НЕР) обеспечивает мощную способность к обобщению. Ее высокоуровневая стратегия фокусируется на глобальной,

абстрактной структуре задачи, а низкоуровневая работает в локальной системе координат; обе сети спроектированы как эквивариантные к пространственным преобразованиям (таким как перемещение, вращение). Это означает, что, когда среда подвергается соответствующим преобразованиям, выход стратегии автоматически сохраняет согласованность без необходимости переобучения, что значительно снижает зависимость от больших объемов обучающих данных и обеспечивает эффективное обучение с малым числом примеров.

- Рандомизация домена и перенос из симуляции в реальность: рандомизация визуальных текстур, освещения, физических параметров, форм и расположения препятствий во время обучения в симуляции может заставить стратегию изучить более фундаментальные признаки, что улучшает перенос в различные реальные сценарии. Обширная рандомизация домена в DemoGrasp была ключом к его успешному переносу на реальную роботизированную руку и захвату сотен новых объектов.

- Многомодальное восприятие и воплощенное познание: более продвинутое обобщение требует более глубокого понимания среды. Воплощенное когнитивное обучение (Cognitive Embodied Learning, CEL), имитируя двухсистемный механизм принятия решений человеческого мозга, позволяет агенту динамически переключаться между нормальным режимом отслеживания и режимом обработки аномалий, оснащенным специализированными модулями, такими как распознавание аномалий и логический вывод правил, тем самым достигая надежного отслеживания целей в сложных физических сценариях.

Такие работы демонстрируют потенциал объединения высокоуровневого познания и низкоуровневого управления.

### 3. Верификация в симуляции и реальном мире

Текущие исследования обычно следуют парадигме «обучение в симуляции, верификация на реальном объекте». Симуляционные среды (такие как Gazebo, Isaac Gym, SUMO) предоставляют безопасные, эффективные и масштабируемые тренировочные площадки. Прогресс в ключевых технологиях прошел строгие сравнительные эксперименты в симуляции (например, сравнение с базовыми показателями  $A^*$ , традиционного RL по успешности, длине пути, скорости сходимости) и в конечном итоге был

проверен на реальных роботизированных платформах.

Например, команда Шанхайского университета Цзяо Тун развернула свой сквозной алгоритм RL для выхода из застрявшего состояния на роботе-пылесосе, успешно выпуская его из различных узких тупиков; алгоритм DMMOQL подтвердил свою осуществимость для динамического избегания препятствий в задачах навигации по QR-кодам и магнитным рельсам на реальных промышленных AGV; метод RRL-SG продемонстрировал превосходную надежность при состязательных атаках на реальном низкоскоростном беспилотном транспортном средстве «Hunter». Эти практические проверки подтверждают эффективность и практическую применимость соответствующих ключевых технологий.

### 4. Проблемы и перспективы на будущее

Несмотря на значительный прогресс, область по-прежнему сталкивается со многими проблемами: во-первых, гарантии безопасности для большинства алгоритмов остаются эмпирическими, без строгих математических доказательств. Во-вторых, «разрыв реальности» между симуляцией и реальным миром все еще существует, особенно сложные физические взаимодействия и шум сенсоров трудно полностью смоделировать. В-третьих, текущие методы все еще склоняются к специфическим задачам, путь к универсальному, независимому от задач интеллектуальному агенту навигации еще долгий.

Будущие направления исследований могут включать:

1. Безопасный RL, движимый теорией: разработка алгоритмов RL с доказуемыми ограничениями безопасности для предоставления надежных гарантий в критически важных для безопасности приложениях, таких как автономное вождение и медицинская робототехника.

2. Интеграция с базовыми моделями: использование визуально-языковых больших моделей (VLMs) и других базовых моделей в качестве высокогенеративного «мозга для принятия решений» в сочетании с низкоуровневым управлением RL. VLM может обеспечить способность к логическому выводу на основе здравого смысла, пониманию сцены и декомпозиции задач, в то время как RL отвечает за точную реализацию движения, создавая таким образом более универсальные и интеллектуальные автономные системы.

3. Непрерывное обучение и онлайн-адаптация: возможность для роботов продолжать обучение на основе нового опыта и адаптироваться к изменениям среды после развертывания, преодолевая ограничение, при котором текущие стратегии в основном фиксируются после завершения обучения.

4. Координированная навигация в группах: исследование распределенных механизмов координации планирования пути и разрешения конфликтов, основанных на RL, в системах с несколькими роботами для повышения общей эффективности системы.

### 5. Заключение

Обучение с подкреплением глубоко меняет способности интеллектуальных роботов к автономной навигации, выводя их от зависимости от фиксированных правил и точных карт к более высокому уровню автономности, способной адаптироваться к неизвестному, обрабатывать динамику и учиться на опыте. Вокруг основных

проблем эффективности выборки, механизмов исследования, безопасности, надежности и способности к обобщению исследователи предложили ряд ключевых технологий, включая расширение на основе моделей, иерархические архитектуры, маски безопасности, состязательное обучение и эквивариантный дизайн. Эти технологии уже доказали свою ценность через симуляции и предварительные эксперименты в реальном мире. Взгляд в будущее показывает, что с более глубокой интеграцией с базовыми моделями и воплощенным познанием, а также с развитием более надежных теорий безопасности и фреймворков непрерывного обучения, обучение с подкреплением способно породить более универсальные, надежные и интеллектуальные системы навигации роботов нового поколения, высвобождая тем самым огромный потенциал в более широком спектре промышленных и бытовых сценариев.

Shao Junhan

Student, Baoquanling High School, China, Haegan

## RESEARCH OF KEY TECHNOLOGIES FOR THE APPLICATION OF REINFORCEMENT LEARNING IN AUTONOMOUS NAVIGATION OF INTELLIGENT ROBOTS

**Abstract.** As robotics delves deeper into complex, unstructured environments, traditional navigation methods based on models and fixed rules face challenges due to their limited ability to generalize and adapt. Reinforcement learning technologies, especially deep reinforcement learning, due to their powerful ability to autonomously learn decision-making strategies based on interaction with the environment, have become the key to robots achieving a high level of autonomous navigation. This article focuses on progress in key reinforcement learning technologies in the field of intelligent robot navigation, systematically examines innovations in algorithms that have emerged to solve major problems such as low sampling efficiency, sparse rewards, uncertain environmental dynamics, and poor generalizing strategies. The main content includes: sampling efficiency optimization methods aimed at increasing data usage and learning convergence rate; designing sparse reward mechanisms and research for complex, unknown environments; methods for ensuring the safety and reliability of navigation solutions in the real physical world; as well as hierarchical and generalizing architectures to enhance the ability of strategies to adapt to various scenarios. The article further analyzes the bottlenecks in the transfer from simulation to reality and examines the prospects for development towards integration with multimodal large language models and embodied intelligence. The purpose of this review is to provide researchers in related fields with a systematic technical overview and to point out that robot navigation, guided by reinforcement learning, is moving from task-specific learning to universal, safe, and reliable autonomous intelligence.

**Keywords:** reinforcement learning, autonomous navigation, deep reinforcement learning, robot, route planning, safe decision-making.

# Актуальные исследования

Международный научный журнал

2025 • № 49 (284)

Часть I

ISSN 2713-1513

Подготовка оригинал-макета: Орлова М.Г.

Подготовка обложки: Ткачева Е.П.

*Учредитель и издатель: ООО «Агентство перспективных научных исследований»*

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

*Email: info@apni.ru*

*Сайт: <https://apni.ru/>*

Отпечатано в ООО «ЭПИЦЕНТР».

Номер подписан в печать 16.12.2025г. Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.  
308010, г. Белгород, пр-т Б. Хмельницкого, 135, офис 40