МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донской государственный технический университет»
в г. Шахты Ростовской области
(ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты)

# НАУЧНАЯ ВЕСНА – 2026

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Сборник научных трудов**

***Научное электронное издание***

ШАХТЫ
ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты
2026

УДК 004+534+621+624+656+687+7.036
ББК 30

**Редакционная коллегия:**
***С.А. Масленников, Д.В. Русляков, Т.В. Зайцева,***
***Ж.В. Горностаева, Л.А. Спектор, И.В. Куренова***

**Научная весна – 2026. Технические науки :** сборник научных трудов : научное электронное издание / редкол. : С.А. Масленников [и др.] ; Ин-т сферы обслуж. и предпринимательства (филиал) федер. гос. бюдж. образоват. учреждения высш. образования «Донской гос. техн. ун-т» в г. Шахты Рост. обл. (ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты). – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2026. – 1 CD-ROM. – Систем. требования : Pentium III 866 МГц ; 5,76 Мб RAM ; Windows XP ; Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов PDF) ; CD-ROM дисковод ; мышь. – Загл. с экрана. – ISBN 978-5-907579-47-7. – Текст : электронный.

В сборник вошли материалы лучших докладов по итогам работы секций и направлений Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная весна – 2026».

**Конференция проведена в соответствии с приказом № 41-А от 24 февраля 2026 г.**

**Материалы в сборнике публикуются в авторской редакции. Ответственность за аутентичность цитат, приводимых имен и дат, а также за точность употребляемой терминологии несут сами авторы.**

© ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2026

---

Подписано к использованию 29.05.2026

Объем 5,76 Мб

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты
346500, г. Шахты, Ростовская обл., ул. Шевченко, 147

## СОДЕРЖАНИЕ

**Асцатуров Ю.Г., Димитров О.В.** Совершенствование технологии применения и переработки смазочно-охлаждающих технологических средств ..... 7
**Ашихин И.М., Гавлицкий А.И.** Исследование влияния языков программирования и архитектурных подходов на результирующую производительность программных интерфейсов ..... 14
**Ашихин И.М., Гавлицкий А.И.** Разработка архитектуры высокопроизводительного конструктора запросов на основе рекурсивного обхода структур и его реализация на языке Go ..... 23
**Ашихин И.М., Михайлов К.А.** Автоматизация документооборота: интеллектуальное склонение сущностей с использованием NLP-библиотек и нейросетевых подходов ..... 31
**Вовк А.М., Рыжиков В.А., Туркеничева О.А.** Экспериментальные исследования демпфирующего устройства автомобильных весов ..... 36
**Галенко А.П., Дмитриенко В.А.** Эффективность звукоизоляции светопрозрачных конструкций ..... 41
**Галушкин Д.Н., Кривоусов А.П., Дмитриенко А.С., Дмитриенко В.С.** Исследование процесса накопления водорода в никель-кадмиевых аккумуляторах с учетом срока службы ..... 47
**Дмитриенко В.А., Бородин С.В.** Исследование свойств грунтов нарушенного сложения ..... 52
**Дудниченко В.Д., Дудниченко Е.Н.** Анализ целесообразности установки зарядных станций для электромобилей ..... 59
**Енина В.В., Войнова О.А.** Средства индивидуальной мобильности в жизни современных детей: результаты опроса ..... 67
**Заикин И.Д., Михайлов К.А.** Разработка локального приложения для распознавания текста с использованием библиотек EASYOCR и PADDLEOCR ..... 74
**Калюжный В.Д., Кожемяченко А.В., Карелин А.Е.** Состояние вопроса о необходимости триботехнических методов в обеспечении жизненного цикла бытовых машин ..... 80
**Карелин А.Е., Лемешко М.А., Кожемяченко А.В.** Системный подход к автоматизации процессов сортировки твердых коммунальных отходов ..... 86
**Клименко Е.Д., Колесник С.А.** Выбор ткани для проектирования женской домашней одежды ..... 94
**Климов М.С., Козырева Т.И., Бугакова А.В.** Факторы, о граничивающие цифровую трансформацию МСБ: от дефицита компетенций до зависимости от платформенных решений ..... 98

**Климов М.С., Бугакова А.В.** Анализ информационных моделей ERP и CRM систем для формирования стратегии их интеграции в условиях цифровой трансформации ..... 108
**Кожемяченко А.В., Чернокнижников К.М.** Определение диагностических параметров технического состояния дросселей малых холодильных машин компрессионного типа ..... 114
**Комлева Е.З., Коринтели А.М.** Роль визуальных образов в современной культуре и моде ..... 122
**Костромина Е.И., Торопова А.А., Уткина Е.Э.** Вакуумные звукоизолирующие панели: перспективы развития и практическое применение ..... 127
**Куренова С.В., Плужникова К.А.** Разработка рекомендаций по комплектованию пакетов материалов при проектировании функциональной одежды для людей с ограниченной мобильностью ..... 134
**Кушнарев В.Э., Кушнарева И.В.** Использование федеративного обучения для выявления аномалий в реальном времени ..... 140
**Лемешко М.А., Кавинская О.О.** Обеспечение чистой питьевой водой в домовладениях частного сектора ..... 147
**Лемешко М.А., Кавинская О.О., Назаренко П.В.** Использование вакуумных теплоизолирующих конструкций при строительстве зданий и сооружений ..... 154
**Лемешко М.А., Пашалиев Р.А.** Снижение себестоимости теплоизолирующих материалов и конструкций ..... 160
**Лемешко М.А., Салеев С.В.** Обеспечение безопасности труда в опасных зонах промышленных предприятий ..... 166
**Лемешко М.А., Торопова А.А., Уткина Е.Э.** Использование вакуума для улучшения звукоизолирующих ограждений ..... 174
**Макаренко Е.Н., Сергеенко М.А., Клейменкин Д.В.** Транскондуктивный арсенид-галлиевый операционный усилитель с расширенным диапазоном изменения выходного напряжения ..... 182
**Маков С.В., Кокенко В.В., Бережной А.Р.** Обзор интерфейсов передачи видео ..... 189
**Малай Р.В., Кузнецов Д.В.** Инженерное проектирование алгоритмов ..... 195
**Масленников П.А.** Оптимизация процессов коммуникации и выполнения заданий на международной платформе бизнес-образования ..... 202
**Масленников П.А.** Анализ инструментов автоматизации бизнес-процессов в образовательных онлайн-платформах ..... 208
**Медведев Д.В., Спасский Е.Н., Соколенко К.С., Дудник А.С.** Применение волнового алгоритма для детектирования графических объектов ..... 218

**Медведев Д.В., Спасский Е.Н., Соколенко К.С., Дудник А.С.** Адаптивный алгоритм выбора консенсуса в сетях блокчейн ..... 222
**Меренкова Н.В., Кулишенко А.О.,** Проектирование ферменных конструкций для подпорных стен ..... 226
**Меренкова Н.В., Торопова А.А.** Экосистемный баланс современного мегаполиса ..... 232
**Митрохина Т.А., Сушкова А.С.** Искусственный интеллект в индустрии моды, преимущества и риски ..... 237
**Михайлов К.А., Назаров К.Р.** Применение алгоритмов нечеткого сравнения строк для автоматизации импорта данных в информационных системах ..... 244
**Мойся Д.Л., Бобров В.В., Асцатуров Ю.Г.** Анализ применимости математических моделей движения сочлененного автобуса в установившемся режиме ..... 251
**Морозов С.А., Морозова Н.И.** Уязвимость open source библиотек – основная причина атак на цепочки поставок программного обеспечения ... 260
**Назаренко Е.В., Сосикова М.Д.** Особенности проектирования корсетов на женские фигуры больших размеров ..... 266
**Овчинников Н.А., Войнова О.А.** Арендные и частные электросамокаты. Сравнительный анализ аспектов эксплуатации ..... 271
**Окорочков А.И., Еременко Д.А., Билалов И.И.** Оценка и повышение устойчивости ResNet-18 к шуму и расфокусировке на наборе STL-10 ..... 275
**Окорочков А.И., Колбин Г.И.** Применение дронов в электроэнергетике ..... 280
**Пашкова О.В., Ивахнюк К.Д., Яценко М.А.** Влияние глубины отбора проб на физические свойства грунтов ..... 282
**Петрова Д.С., Коринтели А.М.** Изучение технологических решений по снижению жесткости швов в спецодежде ..... 288
**Рамазанова Т.М., Бойкова А.В.** Разработка авторской коллекции на основе изучения традиционной одежды коренных народов Севера России ..... 296
**Русляков Д.В., Волошин О.В.** Анализ и пути совершенствования технологических процессов транспортно-технологического участка в условиях нефтегазового производства ..... 302
**Семенов Н.Н., Торопова А.А.** Экологическая проблема накопления пластиковых отходов в мировом океане: факторы роста и пространственное распределение мусорных скоплений ..... 308
**Сирота Е.Н., Первухина И.С., Черунова И.В.** Оценка влияния технологической функциональности гидроодежды на реализацию предпочтений потребителей ..... 313

**Смирнов В.В., Окорочков А.И., Нарышкина А.Е.** Анализ систем управления шаговым двигателем ..... 318
**Сорокин Д.В., Маков С.В.** Методы параметрического моделирования и визуализации цифровых сигналов в программных средах ..... 325
**Старухин Д.Н., Дудниченко Е.Н.** Анализ мультимодальных перевозок в Ростовской области: современное состояние, вызовы и перспективы развития ..... 330
**Торопова А.А., Молев М.Д.** Экологические факторы риска населения, обусловленные глобальным потеплением на земле ..... 337
**Умнов И.В., Русаков А.Е., Молев М.Д.** Оценка безопасности жизнедеятельности профессорско-преподавательского состава вузов с использованием информационных технологий ..... 343
**Федосова А.А., Коринтели А.М.** Исследование и разработка системы барьерной защиты человека в условиях воздействия рабочей среды ..... 349
**Халина Е.В., Морозов С.А.** Применение систем сетевого мониторинга для обеспечения требований законодательства о персональных данных в распределенной информационной системе вуза ..... 355
**Черунова И.В.**, **Митрохина Т.А.** Разработка дизайна швейного изделия на основе ретроспективного костюма в этническом стиле ..... 361
**Швец В.Б., Галушкин Д.Н.**
Анализ современного этапа проектирования радиотехнических систем и устройств ..... 369
**Шарапов И.А., Овчинников Н.А.** Повышение доступности транспортной инфраструктуры городских пассажирских маршрутов г. Шахты ..... 374

УДК 621.895
**Ю.Г. Асцатуров[1], О.В. Димитров[2]**
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Обучающийся
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

# IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF APPLICATION AND PROCESSING OF LUBRICANTS AND COOLING TECHNOLOGICAL AGENTS

***Аннотация.*** *Статья посвящена вопросам совершенствования технологии применения и переработки смазочно-охлаждающих технологических средств. В работе проанализированы физико-химические механизмы деградации эмульсий и предложена интегрированная система управления жизненным циклом СОТС, включающая блоки подготовки, эксплуатации, механической очистки, регенерации и мониторинга. Рассмотрены сравнительные характеристики методов центрифугирования, флотации и электрокоагуляции. Особое внимание уделено автоматизации контроля параметров СОТС с использованием ПЭВМ.*
***Ключевые слова:*** *смазочно-охлаждающие технологические средства, эмульсия, регенерация, система, эффективность.*

***Summary.*** *The article is devoted to the improvement of the technology of application and processing of lubricant-coolant technological agents. The paper analyzes the physical and chemical mechanisms of degradation of emulsions and proposes an integrated system for managing the life cycle of lubricant-coolant technological agents, which includes blocks for preparation, operation, mechanical cleaning, deep regeneration, and intelligent monitoring. The paper also discusses the comparative characteristics of centrifugation, flotation, and electrocoagulation methods. Special attention is given to the automation of monitoring the parameters of lubricant-coolant technological agents using a personal computer.*
***Keywords:*** *lubricating and cooling agents, emulsion, regeneration, system, efficiency.*

В современных условиях интенсификации машиностроительного производства приоритетной задачей является переход к ресурсосберегающим и экологически безопасным технологическим циклам. Особое место в этом процессе занимают вопросы рационального использования смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС), поскольку традиционные методы их эксплуатации характеризуются высокой скоростью деградации рабочих свойств и значительными объемами токсичных отходов [1].

В процессе механической обработки металлов СОТС подвергаются комплексному деструктивному воздействию. Эти процессы приводят к ухудшению качества обработанных деталей и уменьшению производительности механической обработки, а также ведут к увеличению расхода

СОТС. При этом, устойчивость эмульсий утрачивается вследствие испарения дисперсионной среды, накопления шлама и интенсивного микробиологического заражения, что сопровождается появлением характерного гнилостного запаха [2-3].

Сброс отработанных эмульсий в общезаводские сточные воды недопустим, так как высокая стабильность эмульгированных фаз препятствует их осаждению в первичных отстойниках и снижает эффективность фильтрационных систем доочистки. При этом экономический потенциал регенерации велик: содержание минерального масла в отработанных составах достигает 50 г/л, а суточные объемы сбросов на крупных предприятиях могут составлять до 300 м³.

Для выделения масляной фазы и подготовки водной основы к повторному использованию применяются следующие физико-химические методы очистки (разрушения) СОТС, представленные в таблице 1. В современной практике машиностроения выбор метода определяется требуемой степенью очистки, экономической целесообразностью и возможностью повторного использования компонентов.

Таблица 1

**Методы очистки (разрушения) СОТС**

| Метод очистки | Физико-химический принцип действия | Технологические преимущества | Ограничения и ресурсные затраты |
|---|---|---|---|
| Центрифугирование | Сепарация фаз под действием центробежных сил, основанная на разности плотностей воды и масла | Обеспечивает высокую степень очистки (от 90 до 100 %). Позволяет восстанавливать дефицитный шлам | Для разрушения гидратных оболочек мицелл требуется предварительная корректировка pH среды кислотой |
| Реагентная коагуляция | Дестабилизация эмульсии путем введения солей алюминия или железа с последующим фазовым разделением | Эффективное разрушение коллоидных систем при использовании в сочетании с известью или щелочью | Высокий выход труднообрабатываемого осадка (20–30 %). Доза реагентов достигает 7-8 г/л |
| Напорная флотация | Вынос загрязнений на поверхность в виде пенного слоя с помощью микропузырьков воздуха при перепаде давления | Значительное удобство удаления шлама по сравнению с простым отстаиванием | Требует использования химических реагентов в тех же дозах, что и при коагуляции |
| Электрокоагуляция | Анодное растворение железных или алюминиевых электродов под воздействием постоянного тока | Практически исключает потребность в закупке и хранении химических реагентов | Характеризуется существенным потреблением электроэнергии и расходом металла электродов |

Помимо указанных, в современных малоотходных технологиях применяются следующие методы:

– ультрафильтрация – ситовая фильтрация, работающая за счет давления, задерживающая макромолекулы и микроорганизмы;

– обратный осмос – технология мембранного разделения, при которой вода из более концентрированного раствора попадает в менее концентрированный, используя внешнее давление;

– термическая обработка – деструкция состава под воздействием высоких температур;

– бактерицидная обработка – продувка воздухом и введение добавок для предотвращения микробиологического загнивания.

На наш взгляд, наиболее перспективным методом для регенерации СОТС с целью их возврата в производственный цикл является центрифугирование, так как оно обеспечивает максимальную чистоту продукта при возможности утилизации твердой фазы. Для полной утилизации истощенных эмульсий целесообразно использовать флотационные установки, обеспечивающие эффективное отделение масляного шлама.

Была разработана малоотходная технология применения СОТС при механической обработке, включающая в себя следующие технологические этапы: подготовку СОТС к эксплуатации; поддержание ее стабильного работоспособного состояния; регенерацию и утилизацию СОТС, исчерпавшей свой ресурс [4]. Функциональная схема системы реализации малоотходной технологии применения и переработки СОТС представлена на рисунке 1.

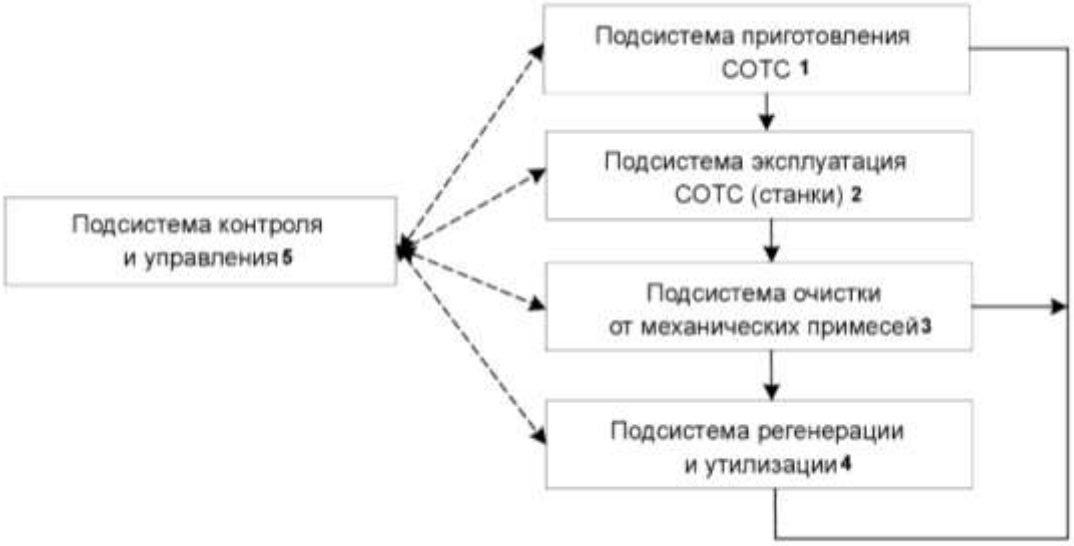



Рис. 1. Функциональная схема системы реализации малоотходной технологии применения и переработки СОТС

Система управления жизненным циклом СОТС (рис. 1) представляет собой пятиконтурную структуру, где потоки материала (эмульсии) неразрывно связаны с потоками информации (данных мониторинга).

Подсистема приготовления СОТС 1 представляет собой блок подготовки и стабилизации СОТС. Здесь происходит первичный синтез эмульсии из концентрата и подготовленной воды. Подсистема получает команды от блока управления на корректировку состава (добавление присадок или воды) для поддержания расчетных параметров.

Подсистема эксплуатации СОТС 2 представляет собой блок технологической эксплуатации. Это зона непосредственного контакта СОТС с инструментом и деталью на станках. Здесь эмульсия подвергается температурной и механической деградации.

Подсистема очистки от механических примесей *3* представляет собой блок механической сепарации, где происходит очистка СОТС от стружки и шлама. Основной метод – центрифугирование, обеспечивающее возврат до 100 % очищенной жидкости обратно в рабочую зону.

Подсистема регенерации и утилизации *4* представляет собой блок физико-химической регенерации. Здесь происходит «глубокая» очистка истощенных составов. Данная подсистема включает каскад из сепараторов и флотаторов для выделения масляной фазы и подготовки водной фазы к повторному использованию.

Подсистема контроля и управления *5* представляет собой блок интеллектуального мониторинга (ПЭВМ), являющийся «мозгом» системы. Данная подсистема собирает данные со всех этапов (pH, концентрация, ионная активность) и осуществляет обратную связь, управляя исполнительными механизмами в блоках *1, 3* и *4*.

Была предложена технологическая схема регенерации и утилизации смазочно-охлаждающих технологических средств (подсистема регенерации и утилизации), входящая в систему реализации малоотходной технологии применения и переработки СОТС (рис. 2) [4].

Отработанная СОТС из цеха поступает в отстойник *1*, куда из дозатора 8 подается серная кислота. Эмульсия перемешивается с серной кислотой при помощи сжатого воздуха. Смесь отстаивается от масла и взвесей, попавших в СОТС при работе металлообрабатывающих станков и другого оборудования.

Всплывшее масло направляется в сборник масла *7*, осевший шлам – в сборник шлама *5*, а эмульсия – на сепаратор *2*, где происходит ее разрушение с извлечением до 90 % поступающего масла. Частично освобожденная от пены (очищенная) СОТС подается на флотационную установку *4*, где осуществляется дальнейшая очистка – коагуляция и флотация раствора. Реагенты из дозировочных бачков *9, 10, 11* смешиваются до определенной концентрации с водой, а затем и друг с другом.

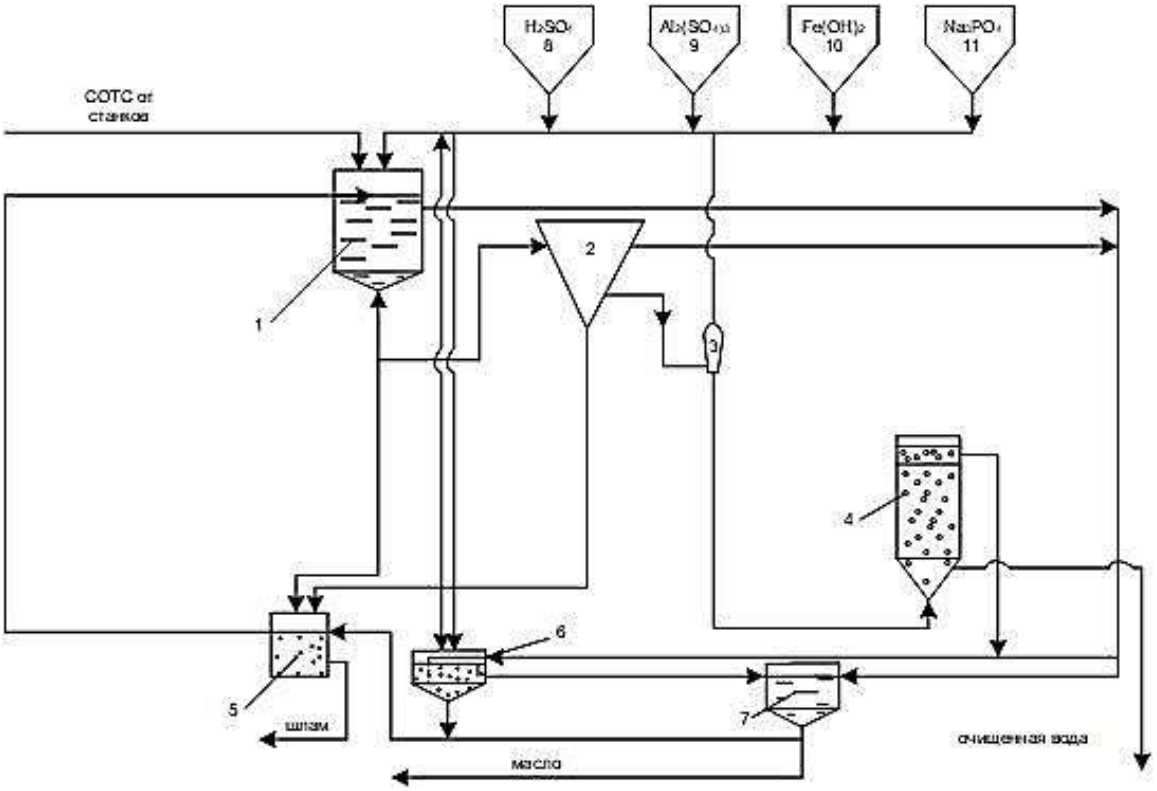



Рис. 2. Технологическая схема регенерации и утилизации СОТС:
*1* – отстойник; *2* – сепаратор; *3* – ресивер; *4* – флотатор; *5* – сборник шлама; *6* – сборник пены; *7* – сборник масла; *8* – дозатор серной кислоты; *9, 10, 11* – дозировочные бачки реагентов

Эта смесь подается в ресивер *3* для насыщения воздухом, после чего направляется во флотатор *4*. В результате перепада давления во флотаторе растворенный воздух выделяется в виде пузырьков, которые прилипают к частицам осадка и выносят их на поверхность, образуя при этом пену, которая подается в сборник пены *6*. Здесь пена отстаивается и уплотняется 36 ч, а затем обрабатывается серной кислотой с перемешиванием в течение 40 мин. и вновь отстаивается 36 ч для отделения всплывшего масла. Минеральные масла и органические кислоты всплывают на поверхность, отстаиваются и направляются на регенерацию. Очищенная вода поступает в подсистему *1*, где используется для приготовления новой СОТС (или разбавления концентрата).

Анализ представленной на рисунке 1 схемы показывает, что ключевым звеном в обеспечении замкнутого цикла является именно подсистема *5*. Без оперативного контроля ионного состава процессы коагуляции могут начаться стихийно непосредственно в станках, что приведет к засорению систем подачи.

Регламент функционирования подсистемы непрерывной диагностики СОТС обеспечивает поддержание СОТС в работоспособном состоянии и минимизацию отходов за счет своевременной корректировки состава.

Данная подсистема *5* осуществляет количественную оценку физико-химических показателей в реальном времени; выполняет автоматическую коррекцию состава через обратную связь с подсистемой приготовления; определяет момент необходимости регенерации или полной утилизации состава. Диагностика базируется на использовании измерительных комплексов на базе ПЭВМ.

Контролируемые параметры и методы измерения представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Контролируемые параметры и методы измерения**

| Параметр контроля | Метод/Индикатор | Технологический норматив |
|---|---|---|
| Концентрация эмульсола | Оптическая плотность, рефрактометрия | Согласно паспортным данным марки СОТС |
| Водородный показатель (pH) | Электрометрический (pH-метрия) | Предотвращение закисления и коррозии |
| Содержание ионов металлов | Электропроводность | Исходно 1–3 ммоль/л; предел 40–60 ммоль/л |
| Механические примеси | Датчики мутности/ Очистка в подсистеме 3 | Удаление до достижения предельных потерь свойств |
| Биопоражение | Оценка окислительно-восстановительного потенциала/Запах | Недопущение появления гнилостного запаха |

Подсистема *5* функционирует в циклическом режиме, взаимодействуя с другими блоками системы и осуществляет следующие технологические этапы:

1. Мониторинг этапа подготовки. Осуществляется контроль качества воды в подсистеме 1 (фильтрация от посторонних примесей). Реализуется ограничение концентрации солей жесткости для предотвращения истощения СОТС.

2. Оперативная коррекция. При отклонении параметров (например, падении концентрации) ПЭВМ подает сигнал в подсистему 1 на введение необходимых присадок или концентрата.

3. Управление очисткой. При накоплении шлама и стружки активируется интенсивная циркуляция через центрифуги подсистемы *3* для удаления до 90–100 % примесей.

4. Режим регенерации. Если диагностика фиксирует критическое истощение эмульсионной фазы, поток направляется в подсистему *4*.

Для эффективной реализации данной малоотходной технологии измерительный комплекс должен отвечать следующим требованиям:

– иметь высокое быстродействие;

– иметь высокую чувствительность, т.е. способность фиксировать минимальные изменения концентрации солей и биопоражения на ранних стадиях;

– обладать информационной поддержкой, т.е. иметь в наличии базы данных по режимам эксплуатации и диагностируемым параметрам конкретных марок СОТС.

Переход к автоматизированному управлению позволяет не только улучшить экологические показатели, но и существенно оптимизировать социальные условия труда за счет устранения неприятных запахов и токсичных испарений. Внедрение такой замкнутой структуры позволяет практически полностью исключить несанкционированные сбросы эмульсий в общезаводскую канализацию, превращая отработанный продукт в источник вторичного сырья (минерального масла и технической воды). Учитывая, что объем сбрасываемых СОТС на крупных предприятиях достигает 300 м³/сут., внедрение такой системы позволяет ежегодно возвращать в производство десятки тонн минерального масла. Экономическая целесообразность возрастает при использовании дорогостоящих и дефицитных обрабатываемых материалов, так как система очистки позволяет восстанавливать шлам и стружку в качестве оборотного продукта.

Цифровая трансформация процессов мониторинга СОТС является фундаментом для экологической модернизации цехов металлообработки, а внедрение автоматизированного контроля параметров (pH, оптическая плотность) обеспечивает переход от регламентной замены СОТС к обслуживанию по фактическому состоянию, что значительно повышает экономическую эффективность металлообрабатывающих производств.

## Список литературы

1. Смазочно-охлаждающие технологические средства и их применение при обработке резанием : справочник / Л.В. Худобин [и др.] ; под редакцией Л.В. Худобина. – Москва : Машиностроение, 2006. – 544 с. – ISBN 5-217-03328-2.– Текст : непосредственный.

2. Пальгунов, П.П. Утилизация промышленных отходов / П.П. Пальгунов, М.В. Сумароков. – Москва : Стройиздат, 1990. – 347 с. – ISBN 5-274-00440-7. –Текст : непосредственный.

3. Асцатуров, Ю.Г. Разработка экологически безопасной технологии применения и переработки смазочно-охлаждающих технологических сред / Ю.Г. Асцатуров, Ю.Б. Ханжонков, В.В. Семенов . – Текст : непосредственный // Экология и жизнь : сборник статей XIV Международной научно-практической конференции / под редакцией В.В. Арбузова. – Пенза : Приволжский Дом знаний, 2008. – С. 208–210.

4. Ханжонков, Ю.Б. Экологически безопасная технология применения смазочно-охлаждающих технологических сред с использованием оптико-электронных средств контроля. / Ю.Б. Ханжонков, Ю.Г. Асцатуров, В.В. Семенов. – Текст : непосредственный // Успехи современного естествознания. –2012. – № 3. – С. 84–85.

В начало к содержанию

УДК 004.2
**И.М. Ашихин[1], А.И. Гавлицкий[2]**
[1]Магистрант
[2]Канд. техн. наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И АРХИТЕКТУРНЫХ ПОДХОДОВ НА РЕЗУЛЬТИРУЮЩУЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРОГРАММНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ

# A STUDY OF THE INFLUENCE OF PROGRAMMING LANGUAGES AND ARCHITECTURAL APPROACHES ON THE RESULTING PERFORMANCE OF PROGRAM INTERFACES

***Аннотация.*** *В статье представлено сравнительное исследование влияния языков программирования и их архитектурных подходов на результирующую производительность серверных программных интерфейсов (API). Объектами анализа выступают приложения, реализованные с использованием ASP.NET Core с применением JIT-компиляции, Express Node.js и фреймворка Fiber для языка Go. Исследование ориентировано на выявление закономерностей изменения производительности в условиях возрастающей нагрузки и длительности времени функционирования системы.*
***Ключевые слова:*** *ASP.NET, Express, Node.js, Go, Fiber, языки программирования.*

***Summary.*** *This article presents a comparative study of the impact of programming languages and their architectural approaches on the resulting performance of server-side application programming interfaces (APIs). The objects of analysis are applications implemented using ASP.NET Core with just-in-time compilation, Express Node.js, and the Fiber framework for the Go language. The study aims to identify patterns of performance changes under increasing load and system uptime.*
***Keywords:*** *ASP.NET, Express, Node.js, Go, Fiber, programming languages.*

Производительность серверных API является ключевым фактором отказоустойчивости и масштабируемости современных информационных систем. Из-за роста числа пользователей, цифровизации экономики, усложнения бизнес-логики и постоянно растущими потребностями в обработке данных выбор технологической системы приобретает весомое значение. Языки программирования, модели и архитектурные подходы напрямую влияют на использование вычислительных ресурсов, задержку обработки, эффективность и экономическую значимость системы.

В исследовании рассматриваются три фреймворка, реализующих разные технологические решения: ASP.NET Core, использующий JIT-компиляцию (just-in-time); серверная реализации Express Node.js; Fiber для языка программирования Go. Данный набор бы рассмотрен из-за их широкого распространения в промышленной, научной и потребительской разработке, а также именно они реализуют основных моделей выполнения: JIT-компиляция, однопоточный цикл событий и компилируемая параллельная модель с экопотоками.

Целью данного исследования является определение различий в языках программирования и как их архитектурные подходах влияют на динамическую производительность API при различной нагрузке в рамках времени работы программы.

Основой для сравнительного анализа производительности фреймворков являются различия в их архитектурных подходах к выполнению кода и управлению ресурсами. Платформа ASP.NET Core [1] основана на среде выполнения CoreCLR [2], которая управляется компилятором «на лету» (JIT), а именно современным компонентом RyuJIT. В отличие от интерпретируемых сред выполнения, исходный код сначала преобразуется в представление Common Intermediate Language (CIL), а затем компилируется непосредственно в машинные инструкции во время выполнения.

Современные версии .NET используют многоступенчатый механизм компиляции. На первом этапе методы компилируются максимально быстро без обширных оптимизаций для обеспечения быстрого запуска приложения. Если система обнаруживает часто вызываемые, так называемые «горячие» участки кода, они перекомпилируются на более высоком этапе с использованием агрессивного инлайнинга (вставки метода или функции непосредственно в месте их вызова) и векторизации. Это приводит к характерному «эффекту прогрева», то есть в течение первых нескольких минут работы или первых вызовов методов наблюдаются повышенные вычислительные затраты и нестабильное время отклика, но производительность стабилизируется после оптимизации кода [3]. Стоит отметить, что такому эффекту подвержен все виды приложений .NET, которые используют JIT-компиляцию, а то насколько быстро и от каких событий будет зависеть прогрев зависит от настроек, так как имеются «ленивые» оптимизации (зависят от времени работы приложения, более плавные по потреблению и производительности) и агрессивные (оптимизация происходит при первом вызове метода, эффективно для систем без пиковой нагрузки, так как при оптимизации с данным подходов увеличивается расход ресурсов).

Express [4] является фреймворком, который базируется на среде Node.js [5] основана на движке V8 [6] и библиотеке libuv [7], которая реализует цикл событий. Данный подход позволяет использовать скриптовый язык JavaScript или TypeScript для написания кода. Основная идея схожа с JIT тем, что код компилируется и оптимизируется во время работы программы, но сам код проходит множество этапов оптимизации (вплоть до удаления кода), которые реализует движок V8: удаление ненужного кода, анализ возможного типа переменной (V8 по коду программы пытается понять, что в переменной Number будет целое число или с плавающей точкой), сборка в промежуточный язык, кеширование собранных функций и другие операции. Код программы может и не оптимизироваться при сборке проекта и остаться в удобном для человека формате, но это увеличит

время прогрева. Также одним из основных преимуществом подхода Node.js является использование неблокирующего ввода-вывода, что позволяет эффективно обрабатывать множество одновременных соединений в одном потоке. Однако эта архитектура из-за изначально скриптовой и однопоточной природы движка при выполнении ресурсоемких CPU задач начинает ограничиваться скоростью обработки одного потока. Любая длительная операция, например: сложный анализ JSON; криптографические вычисления; массовые ветвления; рекурсии; работа с большими списками и тому подобные; полностью блокирует цикл событий и значительно увеличивает задержку для всех остальных пользователей. Эффективность платформы напрямую зависит от того, насколько атомарно и быстро выполняются операции в основном потоке, что свойственно простым сервисам, которые обмениваются данными из внешних источников (база данных, облачное хранилище и другие) и пользователями, выполняя роль прослойки. При добавлении уже сложной бизнес обработки скорость значительно падает.

Язык программирования Go (Golang) [8] предлагает альтернативную парадигму, которая основана на парадигмах языка Си и требованиям к простоте разработки. В отличие от упомянутых платформ, Go использует статическую компиляцию, что приводит к тому, что программы поставляются в виде исполняемого машинного кода, что исключает необходимость в оптимизации «на лету» (JIT) или анализа полноценного анализа кода (Node.js) и обеспечивает предсказуемую производительность с самого начала. Параллельная обработка в Go реализована с помощью экопотоков и планировщика M:N, который распределяет миллионы ресурсоэффективных потоков по ядрам процессора. То есть имеется наличие параллельности, как в обеих платформах, но в отличии от ASP.NET, в котором поток является нативным, в Go задачу распределения перенесли на планировщика, а не операционную систему. Использование фреймворка Fiber [9] дополнительно снижает накладные расходы благодаря мощному HTTP-движку fasthttp, разработанному для минимального потребления памяти. Его основой идей является анализ потребления памяти методом, чтобы сразу выделить для экопотока нужный объем и не освобождение ее для сохранения при повторном вызове, что минимизирует затраты на выделение памяти по мере работы метода.

Для исследования данных решений требуется определить следующие параметры: нагрузка процессора, объем оперативной памяти, задержка запроса. В качестве задачи будем использовать тривиальную нагрузку с наличием обращения к памяти и нагрузку на процессор. Для этого хорошо подходит чтение из базы данных дерева с последующим созданием из него вложенного объекта Json. Данная задача хорошо показывает поведение сборщика мусора при ожидании ответа от базы, наличие словарей и масси-

вов с операцией сравнения, которая покажет, как хорошо происходит обращение к памяти и эффективность алгоритмов языков и фреймворков при выделении памяти.

Для тестирования используется инструмент k6 [10], который является стандартом для анализа работы веб приложений. Он будет симулировать подключение к API и кол-во пользователей. Для его работы был составлен следующий файл настроек test.js, обладающий 10 этапами тестирования, каждый этап имеет длительность 1 мин., так как этого времени достаточно для прогрева, 10с для плавного перехода нагрузки и увеличением стадии на 10 клиентов каждую итерацию.

К сожалению, k6 не обладает возможностью следить за процессом, поэтому требуется создание небольшого скрипта, который будет следить за потреблением ресурсов сервера. Для этого был использован PowerShell, так как он обладает нужными встроенными функциями и имеет низкую задержку при работе.

Для отрисовки данных использовался скрипт на Python при помощи библиотеки matplotlib и seaborn. Так как данные требуется синхронизировать в рамках временных диапазонов, и разбить на этапы, то наилучшем решением будет использование pandas, так как данная библиотека умеет читать данные из csv и проводить операции над табличными данными.

В качестве источника данных была выбрана база данных Postgres, так как она является открытой и простой для развертывания. В ней была создана таблица для дерева, использующая в качестве ключа UUID, который является стандартом для высоконагруженных и распределенных систем. А также является хорошим показателем для сравнения данных. По итоге заполнения данными в таблице находится 10100 строк, что является большой нагрузкой для постоянного вызова в условиях отсутствия кэширования.

Для всех программ был создан однотипный код, который читает все строки из таблицы и формирует вложенный объект, после чего собирает из него json и отправляет в качестве ответа.

Первым был рассмотрен сервис, написанный на Fiber Golang. Ожидается, что данный сервис будет ориентирован на процессор из-за агрессивности сборщика мусора и в меньшей степени потреблять оперативную память. По итогам тестирования видно, что есть прямая корреляция – чем больше нагрузка, тем больше потребление, при этом разницы между началом и концом уровня нагрузки не наблюдается. Результаты представлены на тепловых картах, где X – время, Y – количество клиентов, а цвет – нагрузка. На рисунках 1-3 представлены результаты работы.

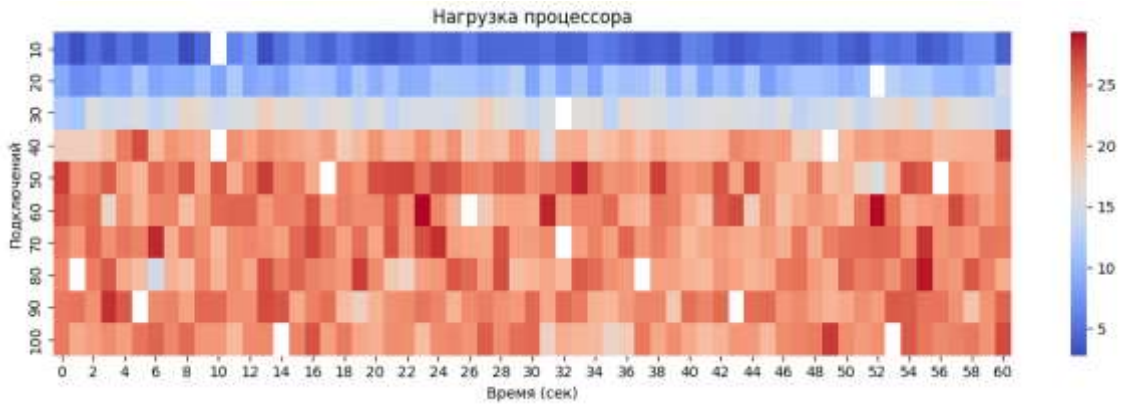



Рис. 1. Нагрузка процессора сервиса на Fiber

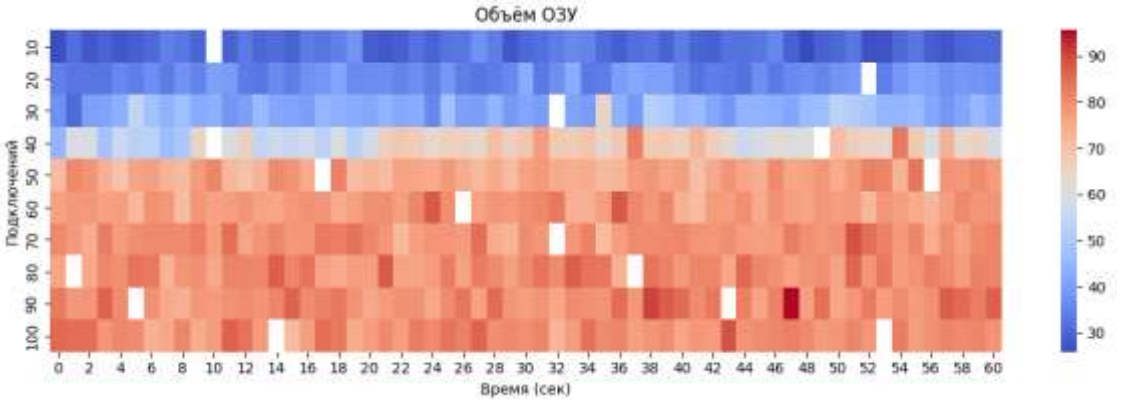



Рис. 2. Потребляемый объем памяти в мегабайтах сервиса на Fiber

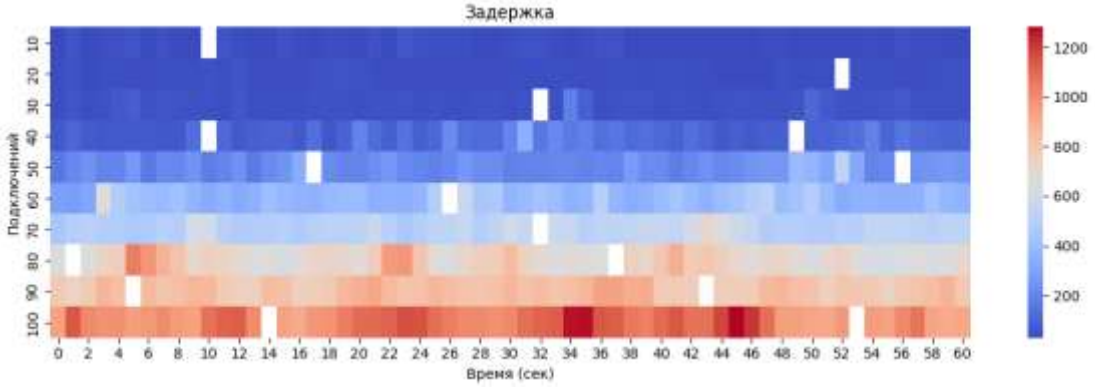



Рис. 3. Задержка запроса в миллисекундах сервиса на Fiber

По итогам работы видно, что ожидания, согласно архитектуре, оправдались и сервис пытается минимизировать задержку крайне эффективно, при этом видно, что деградация системы происходит при критической нагрузке на процессор, в свою очередь память не является узким местом системы, имея плавное распределение с редкими всплесками. Для более явной результативности следует также получить средние и медианные

показатели всех исследуемых параметров. Для фреймворка Fiber получены следующие результаты: задержка имеет среднее значение 379,28 мс, медианная – 348,26 мс; нагрузка процессора среднее – 19,8 %, пиковая 31,6 %; расход оперативной памяти имеет среднее – 63,8 Мб, максимальная 93,2 Мб.

Следующим для рассмотрения был выбран сервис на ASP.NET, ожидается, что он должен показать похожий или лучший показатель задержки, но потреблять больше ресурсов, особенно ОЗУ (рис. 4-6).




Рис. 4. Нагрузка процессора сервиса на ASP.NET

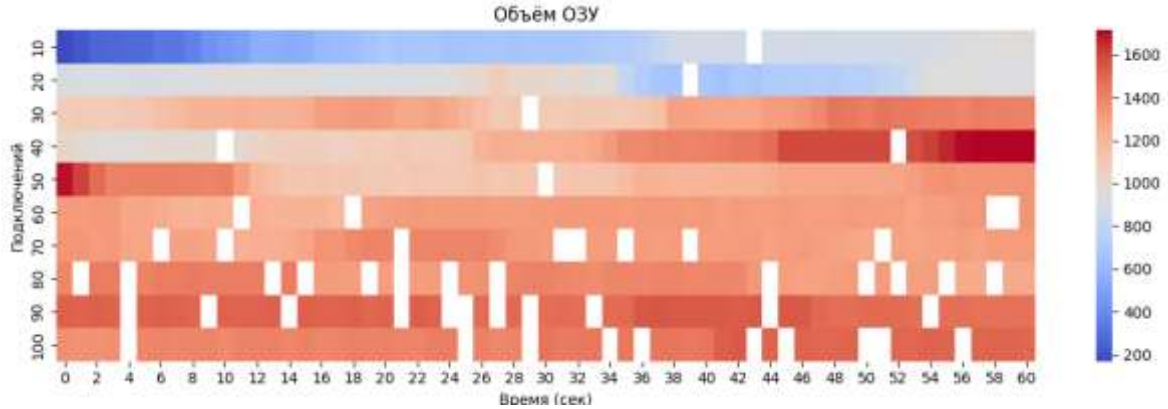



Рис. 5. Потребляемый объем памяти в мегабайтах сервиса на ASP.NET

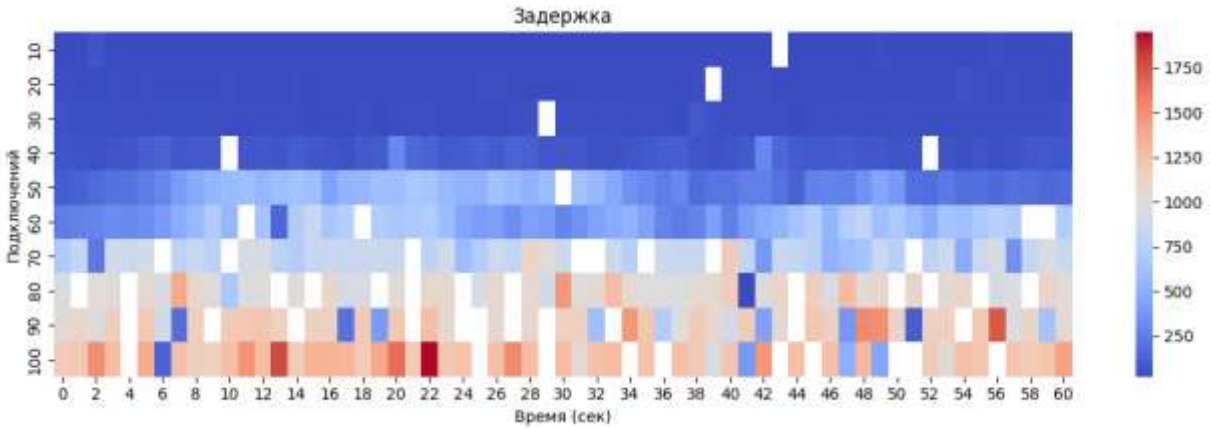



Рис. 6. Задержка запроса в миллисекундах сервиса на ASP.NET

Таким образом, можно сделать следующие выводы: с точки зрения нагрузки на процессор ASP NET лучше, чем Fiber, но это было достигнуто за счет расхода оперативной памяти, которая, судя по графикам очищалась крайне лениво, что при пиковых нагрузках может вызвать перегрузку сервера. Также графики (особенно график нагрузки памяти) показывают эффект прогрева, при повышении количества запросов, происходит спад за счет работы оптимизатора сборщика мусора. ASP.NET оказался хуже по средней задержке, особенно при росте количества клиентов, график показывает, что задержка меняется не монотонно. По итогу работы были получены следящие значения: задержка имеет среднее значение 548,24 мс, медианная – 484,65 мс; нагрузка процессора среднее – 8,6 %, пиковая 25,2 %; расход оперативной памяти имеет среднее – 1198,1 Мб, максимальная 1749,9 Мб.

Последним для рассмотрения был выбран Express Node.js, ожидается, что он будет потреблять меньше ОЗУ и CPU за счет использования одного вычислительного потока, но будет иметь высокую задержку из-за простоя остальных ядер процессора (рис. 7-9).

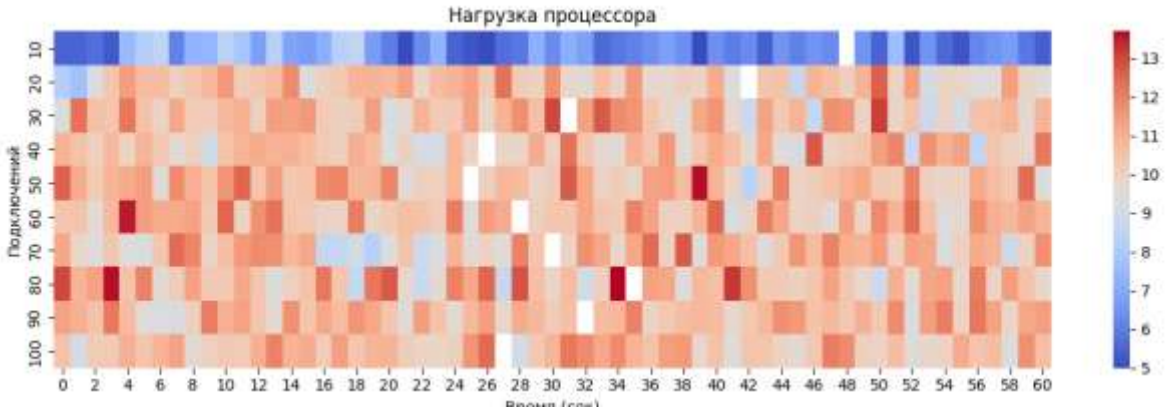



Рис. 7. Нагрузка процессора сервиса на Express

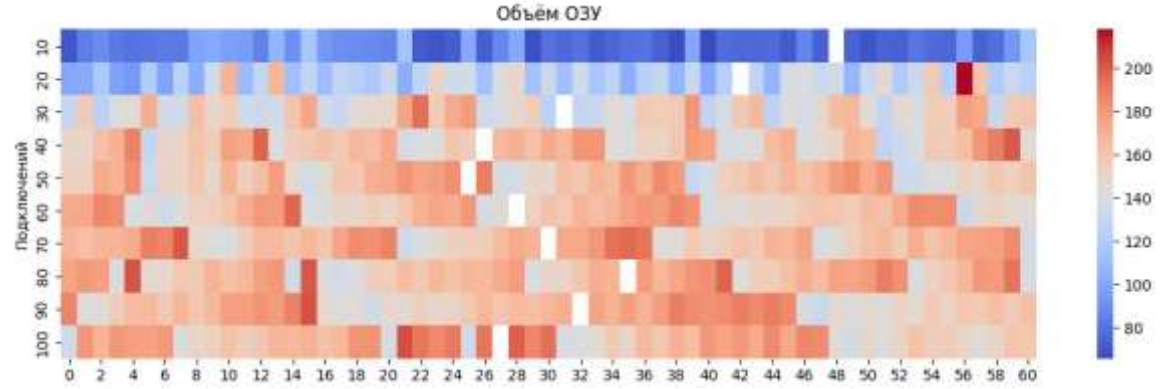



Рис. 8. Потребляемый объем памяти в мегабайтах сервиса на Express

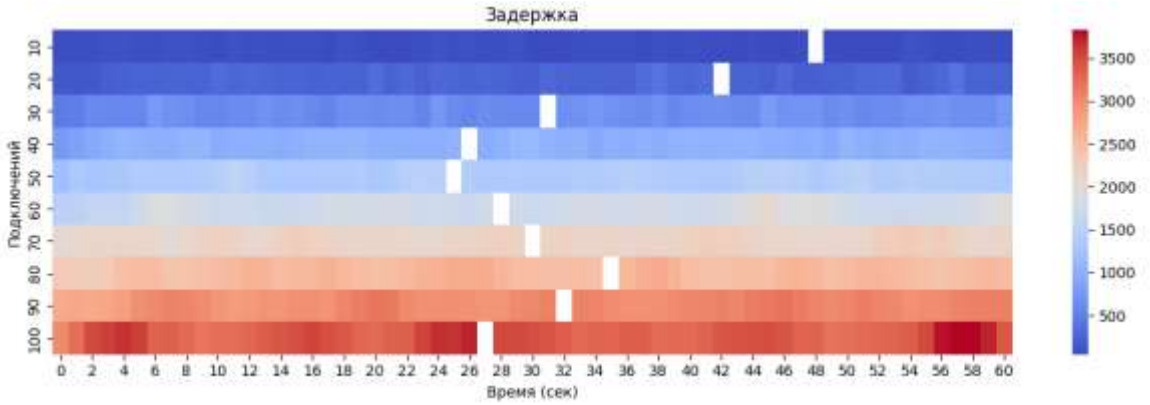



Рис. 9. Задержка запроса в миллисекундах сервиса на Express

Анализ подтверждает ожидания, так как потребление оперативной памяти и процессора остались низкими, но задержки были максимальными из всех рассмотренных технологий. Разработчики Node.js рекомендуют в таком случае использовать кластер для запуска, чтобы задействовать все ядра, но это имеет ряд ограничений и даже при такой конфигурации оказывается хуже, чем альтернативные рассмотренные решения, т.к. этот метод уже будет основан на межпроцессном взаимодействии, либо через сетевые вызовы, что по определению медленнее, чем прямое использование памяти. По итогу работы были получены следящие значения: задержка имеет среднее значение 1660,29 мс, медианная – 1669,82 мс; нагрузка процессора среднее – 10 %, пиковая 13,7 %; расход оперативной памяти имеет среднее – 148,4 Мб, максимальная 218,1 Мб.

Для подведения итогов составлена таблица, которая показывает лидеров в каждом из параметров.

Таблица

**Сводная таблица расчетных значений**

| Название | Задержка ср., мс | Задержка мед., мс | Проц. ср, % | Проц. пик., % | ОЗУ ср., Мб | ОЗУ макс., Мб |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Fiber Go | 379,28 | 348,26 | 19,8 | 31,6 | 63,8 | 93,2 |
| ASP.NET | 548,24 | 484,65 | 8,6 | 25,2 | 1198,1 | 1749,9 |
| Express Node.js | 1660,29 | 1669,82 | 10 | 13,7 | 148,4 | 218,1 |
| Лидер | Fiber Go | Fiber Go | ASP.NET | Express Node.js | Fiber Go | Fiber Go |

Исследование показало, что выбор языка программирования и архитектурной модели оказывает огромное влияние на производительность API. Без учета типа нагрузки невозможно однозначно определить самое оптимальное решение, так надо учитывать не только производительность языков, но и тип задач, время разработки и размер штата программистов.

ASP.NET Core обеспечивает высокую производительность после начального этапа прогрева и отлично подходит для долгоживущих сервисов со стабильной нагрузкой, где у сервера имеется большое количество оперативной памяти, что подходит для монолитных приложений. Node.js подходит для систем, ориентированных на ввод-вывод, где минимальная задержка при асинхронной обработке имеет решающее значение, при этом отсутствует сложная бизнес-логика на уровне сервиса. Go Fiber обеспечивает наиболее предсказуемое и стабильное поведение под нагрузкой и поэтому предпочтительнее для микросервисных систем с высокой нагрузкой и небольшим объемом оперативной памяти, что особенно актуально для новых серверов на процессорах с архитектурой ARM.

## Список литературы


1. Общие сведения об ASP.NET Core. – Текст : электронный // Microsoft : официальный сайт, 2026. – URL: https://learn.microsoft.com/ru-ru/aspnet/core/overview?view=aspnetcore-8.0 (дата обращения: 14.02.2026).
2. Что такое управляемый код? Текст : электронный // Microsoft : официальный сайт, 2026. – URL: https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/standard/managed-code (дата обращения: 14.02.2026).
3. Тауб, С. Performance Improvements in .NET 8. – Текст : электронный // NET Blog : официальный сайт, 2026. – URL: https://devblogs.microsoft.com/dotnet/performance-improvements-in-net-8/ (дата обращения: 14.02.2026).
4. Express – Fast, unopinionated, minimalist web framework for Node.js. – Текст : электронный // Express : официальный сайт, 2026. – URL: https://expressjs.com/ (дата обращения: 14.02.2026).
5. Introduction to Node.js. – Текст : электронный // Node.js : официальный сайт, 2026. – URL: https://nodejs.org/en/learn/getting-started/introduction-to-nodejs (дата обращения: 14.02.2026).
6. Documentation V8. – Текст : электронный // Google : официальный сайт, 2026. – URL: https://v8.dev/docs (дата обращения: 14.02.2026).
7. Welcome to the libuv documentation. – Текст : электронный // libuv : официальный сайт, 2026. – URL: https://docs.libuv.org/en/v1.x/# (дата обращения: 14.02.2026).
8. The Go Programming Language Specification. – Текст : электронный // go : официальный сайт, 2026. – URL: https://go.dev/ref/spec (дата обращения: 14.02.2026).
9. Fiber Web Framework. – Текст : электронный // Fiber : официальный сайт, 2026. – URL: https://docs.gofiber.io/ (дата обращения: 14.02.2026).
10. Overview, Grafana k6. – Текст : электронный // Grafana labs : официальный сайт, 2026. – URL: https://grafana.com/docs/k6/latest/ (дата обращения: 14.02.2026).


В начало к содержанию

УДК 004.4
**И.М. Ашихин[1], А.И. Гавлицкий[2]**
[1]Магистрант
[2]Канд. техн. наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО КОНСТРУКТОРА ЗАПРОСОВ НА ОСНОВЕ РЕКУРСИВНОГО ОБХОДА СТРУКТУР И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ НА ЯЗЫКЕ GO

# DEVELOPMENT OF THE ARCHITECTURE OF A HIGH-PERFORMANCE QUERY CONSTRUCTOR BASED ON RECURSIVE STRUCTURE TRAVEL AND ITS IMPLEMENTATION IN THE GO LANGUAGE

***Аннотация.*** *В статье рассматривается разработка гибких механизмов генерации запросов к базам данных для серверных информационных систем. Анализируются ограничения статических SQL запросов и ORM-фреймворков при работе со сложными вложенными динамическими условиями. Представлена программная реализация генератора на языке Golang, основанная на рекурсивном обходе типизированных структур данных. Подробно описаны алгоритмы генерации выборок данных и метод проверки существования записей в базе данных. Реализация предложенной архитектуры обеспечивает высокую производительность и гибкость при динамической генерации сложных SQL-запросов.*
***Ключевые слова:*** *SQL, Go, рекурсия, динамические данные, конструктор запросов, оптимизация.*

***Summary.*** *This article examines the development of flexible database query generation mechanisms for server-based information systems. It analyzes the limitations of static SQL queries and ORM frameworks when working with complex, nested dynamic conditions. A Go-lang implementation of the generator, based on recursive traversal of typed data structures, is presented. Algorithms for generating data samples and a method for checking the existence of records in the database are described in detail. The implementation of the proposed architecture ensures high performance and flexibility in the dynamic generation of complex SQL queries.*
***Keywords:*** *SQL, Go, recursion, dynamic data, query builder, optimization.*

Большинство современных цифровых систем используют реляционные базы данных для хранения. Доступ к информации осуществляется с помощью структурированного языка запросов SQL [1]. При разработке прикладных систем часто возникает необходимость динамически генерировать запросы на основе параметров, определяемых пользователем или другими компонентами системы.

В простых системах запросы могут быть определены статически и храниться непосредственно в исходном коде программы. Однако этот подход достигает своих пределов при увеличении числа параметров фильтрации или требовании поддержки разных система хранения, что приводит к

различию синтаксиса. При большом количестве динамических условий, поддержка нескольких статических запросов с возможностью подстановки становится крайне сложной задачей.

Распространенным подходом решения этой проблемы является использование ORM (объектно-реляционных отображений) [2], которые сопоставляют программные объекты с таблицами базы данных. Эти решения упрощают разработку программного обеспечения и обеспечивают доступ к базе через объектную модель. Однако, использование ORM тоже имеет некоторые ограничения. Дополнительный уровень абстракции между приложением и базой данных может негативно влиять на производительность и усложнять оптимизацию SQL-запросов. При работе со сложными динамическими фильтрами код ORM часто становится избыточным и менее читаемым, а также фреймворк транслятора запросов начинает снижать свою эффективность из-за архитектуры.

Альтернативой является использование специализированных генераторов запросов, которые позволяют программно генерировать SQL-запросы. Этот подход обеспечивает гибкость в генерации и позволяет полностью контролировать их структуру [3].

Целью настоящей работы является разработка архитектуры генератора SQL-запросов на основе рекурсивного обхода структур данных, реализованной на языке программирования Golang [4].

Конструктор запросов предназначен для динамической генерации SQL-запросов на основе структурированного описания фильтров. Основная идея архитектуры заключается в представлении условий фильтрации в виде вложенных структур данных, где каждое условие фильтра содержит следующие элементы: имя поля; оператор сравнения; значение; список вложенных условий. Такое представление позволяет формировать древовидную структуру, где каждый узел может содержать дополнительные вложенные фильтры. Подобная модель широко применяется при обработке сложных логических выражений в ORM, но в них имя поля определяется не заранее, а при помощи рефлексии при работе программы. Структура фильтра реализована на языке программирования Go.

```
// Логический оператор
type LogicalOperator string
// Значения логического оператора
const (
    OpAnd LogicalOperator = "AND"
    OpOr  LogicalOperator = "OR"
)

// Оператор сравнения
type ComparisonOperator string
// Значения оператора сравнения
const (
```

```
    Eq      ComparisonOperator = "eq"
    NotEq   ComparisonOperator = "neq"
    Gt      ComparisonOperator = "gt"
    Gte     ComparisonOperator = "gte"
    Lt      ComparisonOperator = "lt"
    Lte     ComparisonOperator = "lte"
    In      ComparisonOperator = "in"
    NotIn   ComparisonOperator = "not_in"
    Like    ComparisonOperator = "like"
    IsNull  ComparisonOperator = "is_null"
    NotNull ComparisonOperator = "not_null"
)
// Корневой элемент фильтра
type Filter struct {
    //Оператор (И, ИЛИ)
    Op LogicalOperator `json:"op"`
    //Условия
    Conditions []Condition `json:"conditions,omitempty"`
}
// Простое условие или вложенный фильтр
type Condition struct {
    //Простое условие
    //Поле
    Field string `json:"field,omitempty"`
    //Оператор
    Operator ComparisonOperator `json:"operator,omitempty"`
    //Значение
    Value any `json:"value,omitempty"`
    //Вложенный фильтр
    Filter *Filter `json:"filter,omitempty"`
}
}
```

Использование структур данных для описания фильтров позволяет отделить логику формирования условий от логики генерации SQL-запроса, что позволит позднее использовать данное условие в макетах представлений или иных сложных запросах, что позволяет повысить гибкость метода относительно ORM, в которых процесс генерации условий скрыт.

Одним из основных компонентов системы является генератор условий WHERE. Его задача заключается в преобразовании структуры фильтра в SQL-выражение. Для обработки вложенных условий используется рекурсивный алгоритм обхода структуры фильтра. Рекурсивные алгоритмы широко применяются при работе с древовидными структурами данных, поскольку позволяют естественным образом обрабатывать вложенные элементы. Алгоритм выполняет следующие действия: анализ текущего условия; генерация SQL-фрагмента; рекурсивная обработка вложенных условий; объединение условий с использованием логических операторов. Если текущий элемент фильтра содержит вложенные условия, выполняется рекурсивный вызов функции обработки для каждого из них.

```
// Собрать условие
func BuildWhere(filter *Filter, dbType string) (string, []any, error) {
    if filter == nil || (len(filter.Conditions) == 0) {
        return "", nil, nil
    }
    var args []any
    query, err := buildRecursive(filter, dbType, &args)
    if err != nil {
        return "", nil, err
    }
    return query, args, nil
}
// Построить запрос
func buildRecursive(filter *Filter, dbType string, args *[]any) (string, error) {
    var parts []string
    for _, cond := range filter.Conditions {
        // Если это вложенный фильтр
        if cond.Filter != nil {
            subQuery, err := buildRecursive(cond.Filter, dbType, args)
            if err != nil {
                return "", err
            }
            if subQuery != "" {
                parts = append(parts, "("+subQuery+")")
            }
            continue
        }
        // Если это простое условие
        part, err := buildCondition(cond, dbType, args)
        if err != nil {
            return "", err
        }
        parts = append(parts, part)
    }
    if len(parts) == 0 {
        return "", nil
    }
    // Соединяем условия оператором (AND/OR)
    joiner := fmt.Sprintf(" %s ", filter.Op)
    return strings.Join(parts, joiner), nil
}
// Построить условие
func buildCondition(cond Condition, dbType string, args *[]any) (string, error) {
    //Маппинг операторов сравнения в SQL синтаксис
    sqlOp := ""
    switch cond.Operator {
    case Eq:
        sqlOp = "="
    case NotEq:
        sqlOp = "<>"
```

```
    case Gt:
        sqlOp = ">"
    case Gte:
        sqlOp = ">="
    case Lt:
        sqlOp = "<"
    case Lte:
        sqlOp = "<="
    case Like:
        sqlOp = "LIKE"
    case In:
        sqlOp = "IN"
    case NotIn:
        sqlOp = "NOT IN"
    case IsNull:
        return fmt.Sprintf("%s IS NULL", cond.Field), nil
    case NotNull:
        return fmt.Sprintf("%s IS NOT NULL", cond.Field), nil
    default:
        return "", fmt.Errorf("unknown operator: %s", cond.Operator)
    }
    //Переваривaем значения
    *args = append(*args, cond.Value)
    //Формируем поля
    placeholder := getPlaceholder(dbType, len(*args))
    //Формирование условия
    return fmt.Sprintf("%s %s %s", cond.Field, sqlOp, placeholder), nil
}
// Получить пункт параметра
func getPlaceholder(dbType string, index int) string {
    switch dbType {
    case "pgx":
        return fmt.Sprintf("$%d", index)
    case "sqlserver":
        return fmt.Sprintf("@p%d", index)
    default:
        return "?"
    }
}
```

Результатом работы функции является строковое представление SQL-условия, которое используется при формировании итогового запроса.

После формирования условий фильтра выполняется генерация полного SQL-запроса. Конструктор принимает набор параметров, определяющих структуру запроса. К основным параметрам относятся: список столбцов для оператора SELECT; условия фильтрации; параметры сортировки (ORDER BY); ограничение количества записей (LIMIT); смещение результатов (OFFSET). Итоговый запрос формируется путем последовательного объединения отдельных частей запроса.

```
// Направление сортировки
type SortDir string
const (
    SortAsc  SortDir = "ASC"
    SortDesc SortDir = "DESC"
)
// Обработка NULL-значений при сортировке
type NullsOrder string
const (
    NullsFirst NullsOrder = "NULLS FIRST"
    NullsLast  NullsOrder = "NULLS LAST"
)
// Параметр сортировки
type SortField struct {
    //Имя поля
    Field string
    //Направление
    Dir SortDir
    //Обработка NULL-значений
    Nulls NullsOrder
}
// Параметр запроса
type QueryParams struct {
    //Список полей
    Select []string
    //Join
    Joins string
    //Фильтр
    Filter string
    //Имя таблицы
    TableName string
    //Получить строк
    Top int
    //Пропустить
    Skip int
    //Тип БД
    DBType string
    //Сортировки
    Sort []SortField
}
// Сформировать запрос для плоской таблицы
func BuildFlatQuery(p *QueryParams) (string, error) {
    var sb strings.Builder
    //Формируем Select
    fields := "*"
    if len(p.Select) > 0 {
        fields = strings.Join(p.Select, ", ")
    }
    //Формируем TOP
    if p.DBType == "sqlserver" && p.Top > 0 && p.Skip == 0 {
```

```
    sb.WriteString(fmt.Sprintf("SELECT TOP %d %s ", p.Top, fields))
} else {
    sb.WriteString(fmt.Sprintf("SELECT %s ", fields))
}
//Указываем таблицу
sb.WriteString(fmt.Sprintf("FROM %s ", p.TableName))
//Добавляем join
if p.Joins != "" {
    sb.WriteString(p.Joins + " ")
}
//Добавляем фильтр
if p.Filter != "" {
    sb.WriteString("WHERE " + p.Filter + " ")
}
if len(p.Sort) > 0 {
    var sortClauses []string
    for _, s := range p.Sort {
        dir := string(s.Dir)
        if dir != string(SortAsc) && dir != string(SortDesc) {
            dir = string(SortAsc)
        }
        clause := s.Field + " " + dir

        // Добавляем NULLS FIRST / NULLS LAST только для PostgreSQL
        if p.DBType == "pgx" && s.Nulls != "" {
            if s.Nulls == NullsFirst || s.Nulls == NullsLast {
                clause += " " + string(s.Nulls)
            }
        }
        sortClauses = append(sortClauses, clause)
    }
    sb.WriteString("ORDER BY " + strings.Join(sortClauses, ", ") + " ")
}
//Добавляем пагинацию
switch p.DBType {
case "pgx":
    if p.Top > 0 {
        sb.WriteString(fmt.Sprintf("LIMIT %d ", p.Top))
    }
    if p.Skip > 0 {
        sb.WriteString(fmt.Sprintf("OFFSET %d ", p.Skip))
    }
case "sqlserver":
    // Если есть смещение (Skip), SQL Server требует ORDER BY и OFFSET/FETCH
    if p.Skip > 0 {
        if len(p.Sort) == 0 {
            sb.WriteString("ORDER BY (SELECT NULL) ")
        }
        sb.WriteString(fmt.Sprintf("OFFSET %d ROWS ", p.Skip))
        if p.Top > 0 {
```

```
            sb.WriteString(fmt.Sprintf("FETCH NEXT %d ROWS ONLY ", p.Top))
        }
    }
  }
  return strings.TrimSpace(sb.String()), nil
}
```

Разделение генерации условий и генерации SQL-запроса позволяет повысить модульность архитектуры. Одной из особенностей конструктора является высокая производительность для достижения которой используются особенности языка программирования Go. При формировании SQL-запросов применяется структура strings.Builder, позволяющая эффективно работать со строками и минимизировать количество операций выделения памяти. Дополнительным фактором повышения производительности является минимизация количества промежуточных объектов и использование линейного алгоритма генерации условий.

Разработанная архитектура конструктора SQL-запросов, основанная на рекурсивном обходе структур данных, позволяет описывать сложные фильтры в виде вложенных структур и автоматически преобразовывать их в SQL-выражения, а использование рекурсивного алгоритма обеспечивает поддержку произвольной глубины вложенности условий. Конструктор запросов поддерживает генерацию различных типов SQL-запросов, включая выборку данных, сортировку, и проверку существования записей. Разработанная архитектура обеспечивает гибкость, расширяемость и высокую производительность при работе с динамическими фильтрами, что полезно для гибких API и, особенно, микросервисных систем, где требуется гибкость в общении между модулями.

## Список литературы

1. Postgresql. Documentation. – Текст : электронный // The PostgreSQL Global Development Group : официальный сайт, 2026 – URL: https://www.postgresql.org/docs/ (дата обращения: 28.02.2026).

2. GORM Guides. – Текст : электронный // GORM : официальный сайт, 2026 – URL: https://www.postgresql.org/docs/ (дата обращения: 28.02.2026).

3. Фаулер, М. Шаблоны корпоративных приложений : пер. с англ. М. Фаулер. – Москва : Вильямс, 2018. – 544 с. – Текст : непосредственный.

4. The Go Programming Language Specification. – Текст : электронный // Google : официальный сайт, 2026. – URL: https://go.dev/ref/spec (дата обращения: 28.02.2026).

В начало к содержанию

УДК 004.827
**И.М. Ашихин[1], К.А. Михайлов[2]**
[1]Магистрант,
[2]Канд. физ.-мат. наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА: ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ СКЛОНЕНИЕ СУЩНОСТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ NLP-БИБЛИОТЕК И НЕЙРОСЕТЕВЫХ ПОДХОДОВ

# DOCUMENT WORKFLOW AUTOMATION: INTELLIGENT ENTITY INFERENCE USING NLP LIBRARIES AND NEURAL NETWORK APPROACHES

***Аннотация.*** *В статье рассмотрена проблема автоматизации подготовки данных для юридически значимых документов в корпоративных системах документооборота, а именно: приведение названий организаций, имен собственных, словосочетаний к нужному склонению в условиях аппаратных ограничений работы программного обеспечения. Описана архитектура программы, сочетающая в себе детерминированные лингвистические правила и нейронные сети, обеспечивающие высокую точность работы, оптимизацию работы и возможность ручной правки ответов модели при исключительных случаях. Описан процесс внедрения в программный продукт ООО Лаборатории ММИС.*
***Ключевые слова:*** *автоматизация документооборота, NLP, морфологический анализ, склонение, нейронные сети, Python.*

***Summary.*** *This article examines the problem of automating data preparation for legally significant documents in corporate document management systems, specifically, converting organization names, proper nouns, and phrases to the required declension under hardware limitations of software. The program architecture is described, combining deterministic linguistic rules and neural networks, ensuring high accuracy, optimization, and the ability to manually edit model responses in exceptional cases. The development process in the software product of MMIS Laboratories LLC is described.*
***Keywords:*** *document automation, NLP, morphological analysis, declension, neural networks, Python.*

Данная работа посвящена созданию функционала для склонения по падежам названий организаций, фамилий, имен и отчеств при работе над выходными документами в образовательной среде. Описан процесс внедрения данного функционала в макете АС «Учебные планы» от ООО Лаборатории ММИС [1].

В условиях цифровизации множества государственных и частных секторов объем генерируемой документации растет с каждым годом, в том числе и в сфере образования. Одной из распространенных проблем является приведение названий организаций и ФИО к нужному падежу, как того требует стандарт документа. В большинстве информационных систем дан-

ная информация храниться в именительном падеже, что ограничивает автоматизацию при подстановке данных в шаблон, требуя от составителя последующей правки документа. Традиционным решением является создание различных видов справочников, где описанная выше информация будет храниться во всех падежах. При этом внесение информации в данный справочник также будет весьма трудоемким процессом, сопряженным с возможностью возникновения ошибок, связанных с человеческим фактором.

В работе изложен процесс создания программного обеспечения по автоматическому приведению названий организаций, имен собственных к склонению в нужном падеже. Особое внимание уделено иностранным студентам, чьи части ФИО могут быть составными или иметь особые правила склонения.

Поставленная задача должна быть решена в рамках существующего программного продукта АС «Учебные планы» [2]. Поэтому имеется ряд технических ограничений, который повлиял на создание архитекторы приложения. Одним из основных требований является работа приложения, в том числе на устройствах с небольшим объемом оперативной памяти, а также работа на операционных системах, таких как Windows XP. Одним из ограничений также является возможное отсутствие доступа к сети интернет, что перечеркивает использование открытых словарей и нейронных сетей.

Для снижения нагрузки архитектура модуля представляет собой гибрид решений и подходов. Так как фреймворк основного приложения слишком устаревший и не обладает нужными библиотеками, то для разработки используется подход с созданием автономного exe-файла. Дополнительно потребуется разработка библиотеки интерфейса, которая будет мостом между основным приложением и exe-файлом.

Основой решения являются специализированные библиотеки для морфологического разбора, которые используют жесткую логику. Для получения качественного результата используется комбинация работы нескольких подобных библиотек. Для изменения словосочетаний, слов, названий организаций использовалась библиотека Pymorphy2 [3], на 32-х битную версию Python, которая поддерживается Windows XP. Для аналогичной версии языка используется библиотека Pytrovich [4], которая нужна для работы с ФИО.

С учетом морфологической сложности русского языка возникла необходимость внедрения методов Natural Language Processing (обработка естественного языка, NLP). С помощью этих инструментов удалось решить проблемы с опечатками во входных данных, обработкой редких фамилий, особых правил, контекста (пола), ФИО контрагента с лингвистическими аномалиями, не поддерживающие алгоритмы стандартной морфологии.

Для реализации методов NLP применялась библиотека Scikit-learn [5], которая использует классические паттерны машинного обучения и обучаемую модель на основе банных из открытых источников с конечной точ-

ностью 98,6 %. Обучение модели до 100 % точности вряд ли возможно и для поставленной задачи необязательно.

Для оптимизации вычислительной мощности и минимизации времени обработки данных система реализует механизм кэширования. Этот метод основан на создании словаря, содержащего предварительно скомпилированные парадигмы склонения лексем. При итерации по программному модулю система осуществляет поиск в кэше, исключая ресурсоемкие процедуры, такие как доступ к алгоритмам морфологического анализа или вызов нейронных сетей. В текущей реализации в качестве формата хранения используется файл формата XML, что обусловлено архитектурными особенностями целевого приложения и необходимостью сохранения состояния между сессиями.

Архитектура модуля обеспечивает высокую гибкость, реализуя механизм кэширования согласно настройкам. Это позволяет адаптировать систему к различным условиям, обеспечивая возможность переключения между файловым хранилищем, оперативной памятью (кэширование в памяти) или реляционными базами данных в зависимости от требований к задержке и объему обрабатываемых данных. Схема работы представлена на рисунке 1.

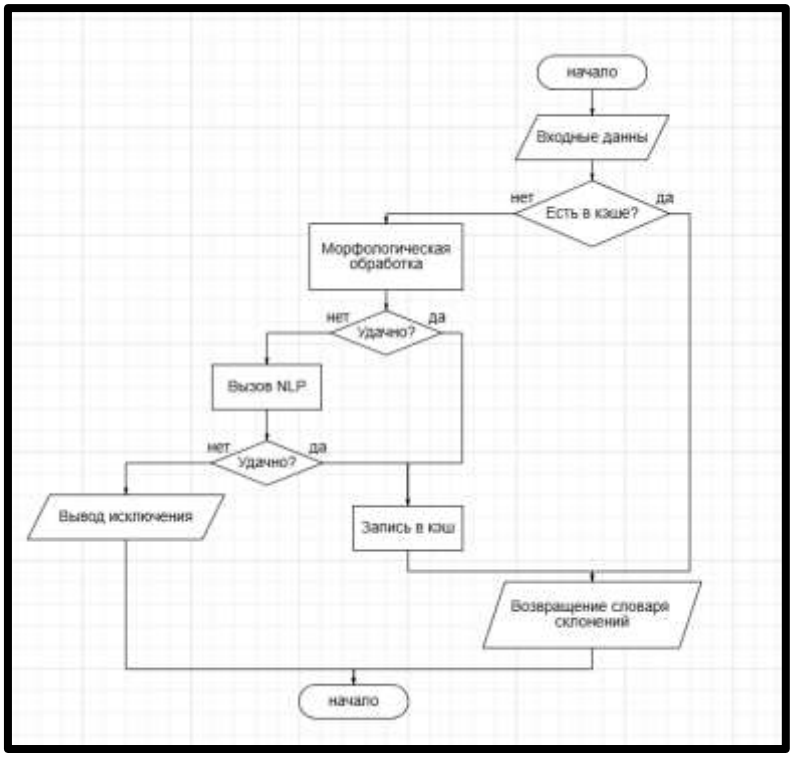



Рис. 1. Схема работы библиотеки

В отличии от АС «Учебные планы» разработанный функционал написана на языке программирования Python и требует параметризированного вызова exe-файла. Для обеспечения сборки требуется использовать

сборщик, который сможет включить все статичные файлы словарей, модели нейронной сети в единый exe-файл. Для этого использовался транспайлер Nuitka [6], который имеет достаточный функционал для автономной сборки файла. Это обеспечит пользователю отсутствие дополнительных установок вспомогательных библиотек.

Далее требуется написание удобной обертки, которая будет следить за наличием файла программы, отправлять к нему команды с параметрами запуска и обрабатывать ответ в удобном формате словаря объектов. Для этого была реализована библиотека на Net Framework 3.1. Сам exe-файл является статичным файлом библиотеки, которая при старте api генерирует или проверяет файл в папке временных файлов, после чего вызывает его, передавая параметры согласно схеме.

Опишем схему передачи параметров и получения результата работы рассматриваемого функционала. Для обработки ФИО нужно передать атрибут -f и через пробел передать фамилию имя и отчество с соответствующими флагами (-s, -f, -p), где все параметры, кроме фамилии являются опциональными. Для обработки организации используется параметр –o, для словосочетаний, фраз, слов -w аналогично с организацией. В качестве результата работы программы получается готовый словарь склонений, где в качестве ключа является падеж, что упрощает работу по использованию результата в основном приложении АС «Учебные планы».

На рисунке 2 представлен интерфейс АС «Учебные планы» для информации о обучающемся.

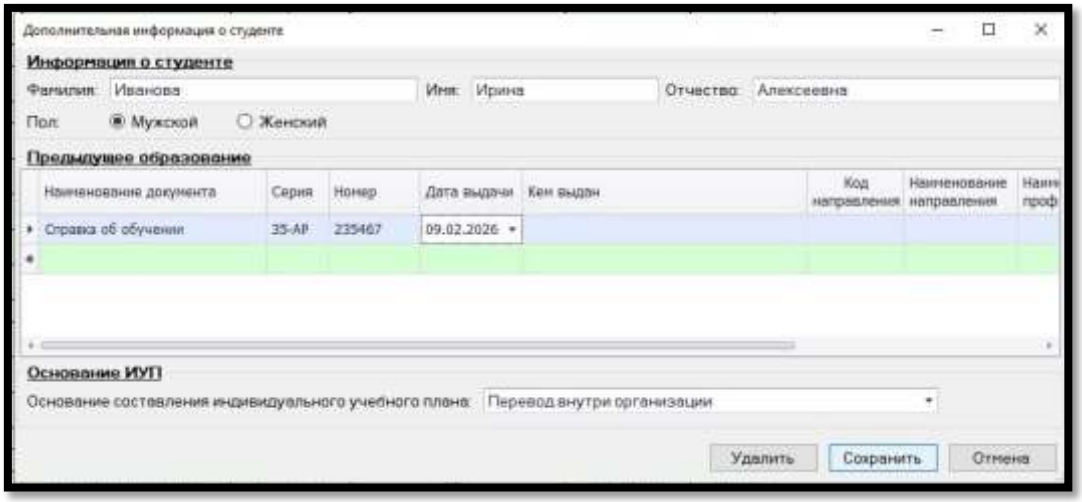



Рис. 2. Форма информации о студенте

В качестве примера результата работы функционала по склонению фамилии обучающегося является таблица с заполненными данными по всем падежам (рис. 3).

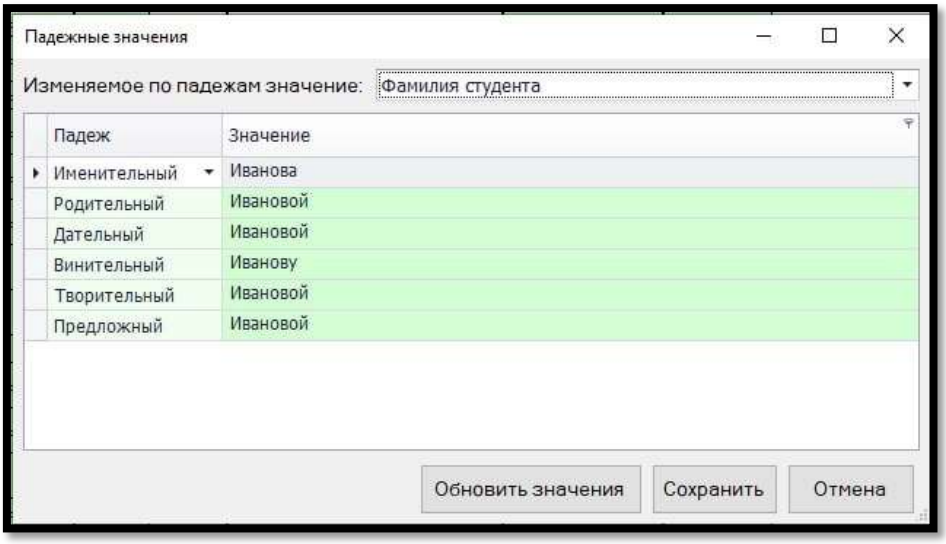



Рис. 3. Склонение фамилии обучающегося

На рисунке 4 представлен результат склонения документа об образовании для словосочетания «справка об обучении».

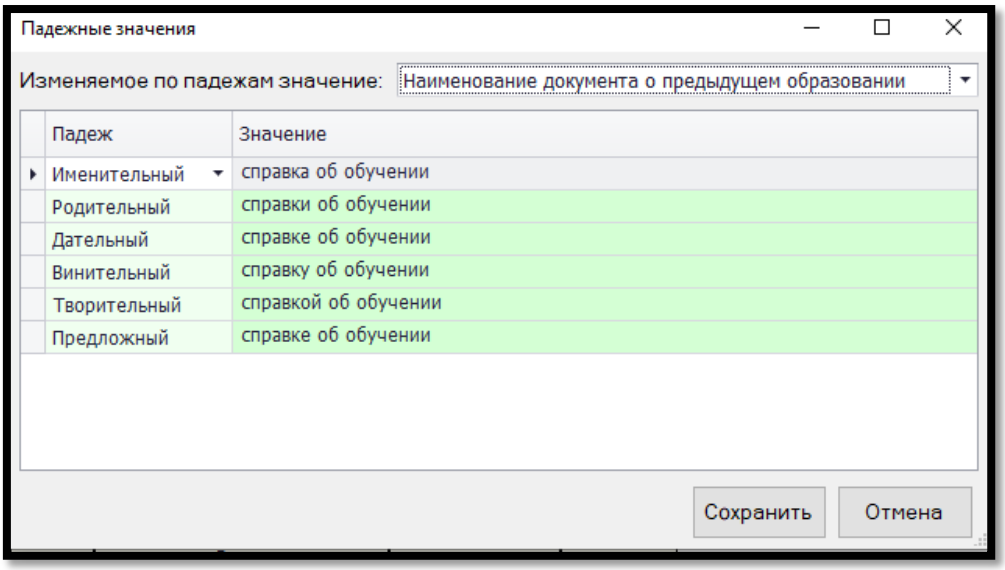



Рис. 4. Склонение документа об образовании

В рамках настоящего исследования была разработана библиотека для склонения ФИО, названия организаций, слов, словосочетаний, работающая в условиях ограничений вычислительных ресурсов конечного потребителя и отсутствия работы с сетью. Данное решение внедрено и успешно используется в макете АС «Учебные планы» и способствует повышению продуктивности работы сотрудников при заполнении выходной документации.

**Список литературы**

1. Главная. – Текст : электронный // ООО Лаборатория ММИС : официальный сайт, 2026. – URL: https://www.mmis.ru (дата обращения: 2.03.2026).

2. Планы. – Текст : электронный // ООО Лаборатория ММИС : официальный сайт, 2026. – URL: https://www.mmis.ru/programs/plany (дата обращения: 2.03.2026).

3. Docs. Морфологический анализатор pymorphy2. – Текст : электронный // Pymorphy2.readthedocs : официальный сайт, 2020 – URL: https://pymorphy2.readthedocs.io/en/stable/# (дата обращения: 2.023.2026).

4. Pytrovich. – Текст : электронный // Petrovichn : официальный репозиторий, 2026/ – URL: https://github.com/petrovich/pytrovich (дата обращения: 2.03.2026).

5. Api Reference. – Текст : электронный // Scikit-learn readthedocs : официальный сайт, 2025. – URL: https://scikit-learn.org/stable/api/index.html (дата обращения: 2.023.2026).

6. Nuitka User Manual. – Текст : электронный // Nuitka : официальный сайт, 2026. – URL: https://nuitka.net/user-documentation/user-manual.html (дата обращения: 2.023.2026).

В начало к содержанию

УДК 629.331

**А.М. Вовк[1], В.А. Рыжиков[2], О.А. Туркеничева[3]**

[1]Обучающийся

[2]Д-р техн. наук, профессор

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

[3]Канд. техн. наук, доцент

Ростовский государственный университет путей сообщения

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕМПФИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ВЕСОВ

# EXPERIMENTAL STUDIES OF THE DAMPING DEVICE OF VEHICLE SCALES

***Аннотация.*** *Представлены результаты экспериментальных исследований влияний демпфирующего устройства для автомобильных весов проездного типа. В соответствии с методикой экспериментальных исследований разработана модельная установка, позволяющая исследовать процесс взвешивания груза, движущегося по гру-*

*зовой платформе электронных весов без демпфера и с интегрированным демпфером. Результаты экспериментальных исследований показали эффективность применения демпфирующего устройства в конструкции автомобильных весов. Максимальные зафиксированные показания индикатора уменьшилась с 890 г (без демпфера) до 803 г (с демпфером), при массе автомобиля с грузом 741 г. Погрешность измерений массы груза сократилась на 58 %, что существенно повышает точность измерений массы движущегося транспорта и эксплуатационную надежность.*

***Ключевые слова:*** *автомобиль, груз, весы, экспериментальные, исследования, точность.*

***Summary.*** *The results of an experimental study examining the effects of a damping device on a drive-through vehicle scale are presented. In accordance with the experimental research methodology, a model setup was developed to study the weighing process of a load moving along the platform of an electronic scale, both without a damper and with an integrated damper. Experimental studies demonstrated the effectiveness of using a damping device in the vehicle scale design. Maximum recorded indicator readings decreased from 890 g (without a damper) to 803 g (with a damper), for a vehicle with a load of 741 g. The error in load measurement was reduced by 58 %, significantly improving the accuracy of vehicle mass measurements and operational reliability.*

***Keywords:*** *car, cargo, scales, experimental, research, accuracy.*

Основным фактором, ограничивающим точность автомобильных весов проездного типа, являются значительные динамические нагрузки, возникающие при наезде транспортного средства на весовую платформу. Это вызывает появление ударных нагрузок, вызывающие колебания весовой платформы и приводят к появлению ошибки при взвешивании груза. Ударные нагрузки возникают из-за наличия зазоров между листами металлоконструкции и жестких опор весовой платформы. Увеличение скорости движения автомобиля в свою очередь, также приводит к увеличению ударных нагрузок. Основным элементом любого типа весового контроля, являются электронные весы [1-3]. Они содержат весовую платформу, оборудованную датчиками различного типа, определяющими вес автомобиля с грузом. Поступающие с датчиков сигналы, передаются на электронную схему, которая переводит их в цифровые значения. Результаты измерений веса груза формируются на цифровых индикаторах [4, 5].

Пиковая динамическая нагрузка может существенно превышать статический вес, создавая циклические перегрузки в силовых элементах и тензометрических датчиках, что увеличивает погрешность измерений и снижает их ресурс.

Целью работы является экспериментальная оценка эффективности трехточечной демпфирующей системы в снижении пиковой динамической нагрузки на весовую платформу автомобильных весов при проезде транспортного средства.

Основными задачами экспериментальных исследований являлось:

– определение величины максимального отклонения показаний весов от статического веса модели автомобиля с грузом с демпфирующим устройством и без него;

– оценка величины амплитуды колебаний выходного сигнала под воздействием демпфирующего устройства;

– анализ влияния демпфирующего устройства на характер изменения показаний при нагружении весовой платформы.

Для решения поставленных задач была разработана экспериментальная установка автомобильных весов [6, 7]. На рисунке 1 показана схема весов с демпфирующим устройством.

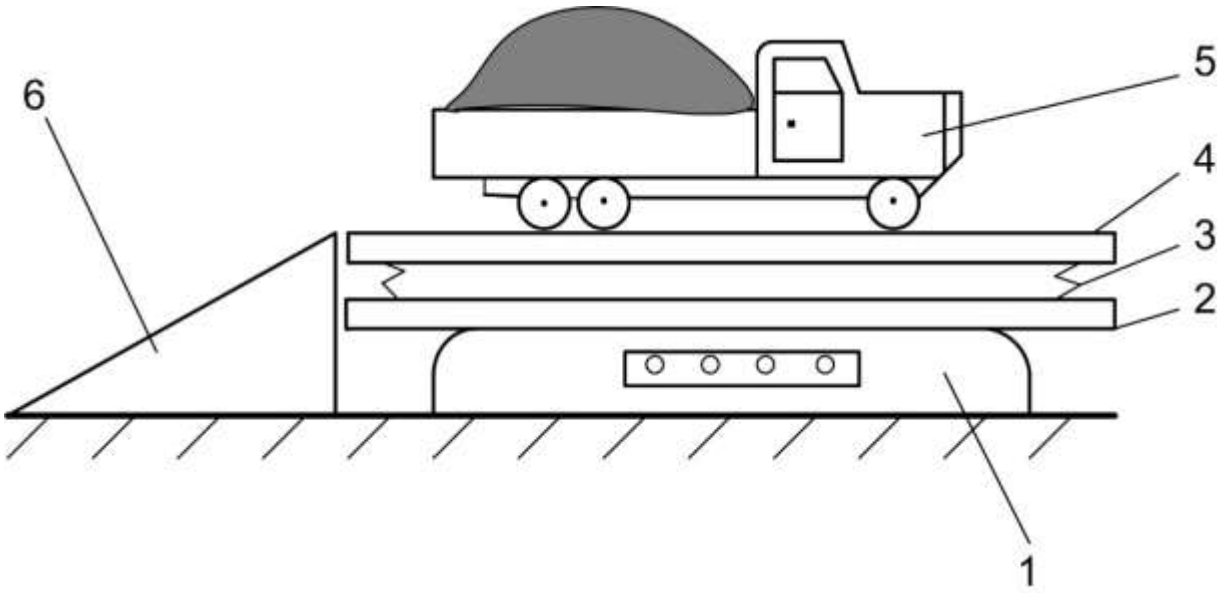



Рис. 1. Схема весов с демпфирующим устройством датчиков усилий:
*1* – электронные весы; *2* – опорная плита; *3* – пружина; *4* – весовая платформа; *5* – автомобиль; *6* – направляющая поверхность

На измерительную опорную поверхность электронных весов *1* была жестко установлена опорная плита *2*. На опорную плиту *2* с помощью пружин *3* в трех точках устанавливалась весовая платформа *4*. Заезд автомобиля *5* с грузом на весовую платформу *4* осуществлялся по направляющей поверхности *6*. При заезде автомобиля, на весовую платформу *4*, происходило ее опускание и сжатие пружин *3*. В дальнейшем происходило растяжение пружин до тех пор, пока их усилие не компенсировало вес груза на весовой платформе *4*. Показания электронных весов фиксировалось с помощью кинокамера на протяжении всего цикла заезда автомобиля на весовую платформу. Считывание показаний проводилось в замедленном

времени с шагом трека 0,4 секунды, что позволяло с большой точностью определять изменения показаний веса груза на протяжении всего времени. Общий вид модельной установки показан на рисунке 2.



Рис. 2. Общий вид модельной установки

Результаты экспериментальных исследований демпфирующего устройства для автомобильных весов проездного типа показали, что при массе автомобиля 841 г, время его движения по грузовой платформе составило 1,8 секунды. Максимальные зафиксированные показания индикатора составили с 890 г в конце движения без использования демпфирующего устройства. При использовании демпфирующего устройства максимальные зафиксированные показания индикатора составили 833 г. Погрешность измерений массы груза сократилась на 6,8 %, что повышает точность измерений массы движущегося транспорта. В таблице показаны результаты определения веса груза. На рисунке 3 показан график изменения показаний весов без демпфирующего устройства – $m$, и с использованием демпфирующего устройства – $m_д$.

Таблица

**Результаты определения веса груза**

| $T$, с | 0,4 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 2,0 |
|---|---|---|---|---|---|
| $m$, г | 30 | 608 | 719 | 748 | 890 |
| $m_д$, г | 184 | 789 | 756 | 707 | 833 |

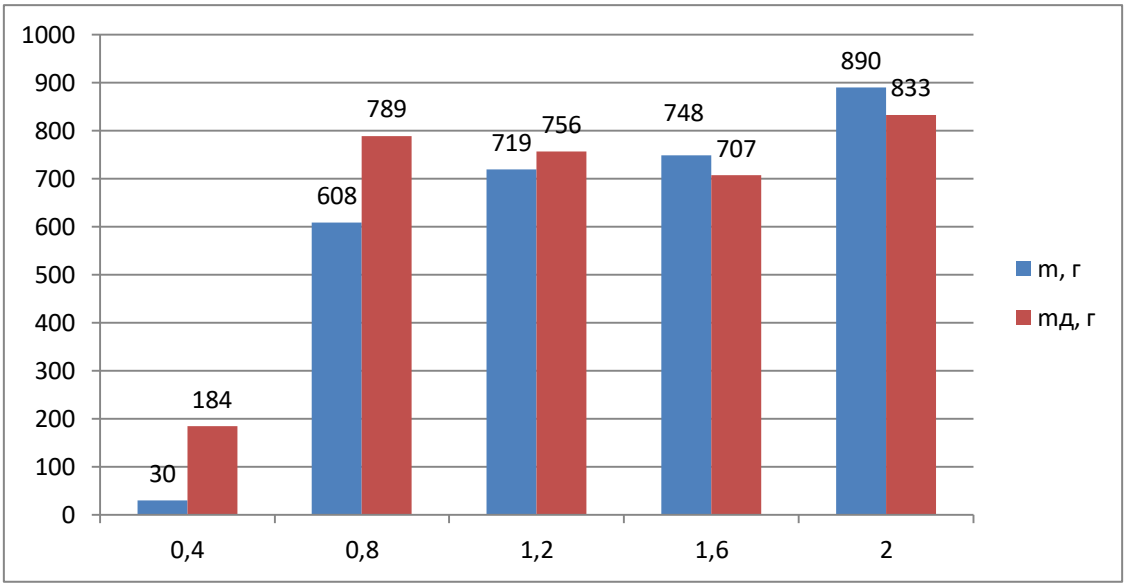



Рис. 3. График изменения показаний весов

Внедрение демпфирующих систем в конструкцию автомобильных весов проездного типа представляет собой перспективное направление для повышения точности и надежности динамических измерений за счет комплексного поглощения ударных воздействий и стабилизации измерительной платформы.

## Заключение

1. Известные конструкции автомобильных весов обладают погрешностью измерений веса движущегося автомобиля с грузом, вследствие возникновения ударных нагрузок, действующих на датчики измерительных звеньев.

2. Предложены электронные весы, грузовая платформа которых, установлена на трех опорах, оборудованных тензометрическими датчиками усилий, установленных на подпружиненных основаниях. Датчики усилий оборудованы гидравлическими амортизаторами, поглощающие колебания весовой платформы при установке автомобиля и повышающие точность взвешивания груза.

3. Для значительного снижения погрешностей взвешивания, датчики давления подключаются последовательно в одном плече мостовой измерительной схемы, что позволяет определить суммарное показание измерений датчиков в каждой опоре.

## Список литературы

1. Морозова, В.С. Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства : учебное пособие / В.С. Морозова, В.Л. Поляцко. – Челябинск : Издский центр ЮУрГУ, 2010, – С. 20–22. – Текст : непосредственный.

2. Калмыкова, О.М. Организация и безопасность движения : учебно-методическое пособие / О.М. Калмыкова, Б.Ю. Калмыков, Н.А. Овчинников ; Донской гос. техн. ун-т. – Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2019. – 86 с. – ISBN 978-5-7890-1679-4. – Текст : непосредственный.

3. Калмыков, Б.Ю. Аспекты безопасной эксплуатации автомобильного транспорта : монография / Б.Ю. Калмыков, В.А. Рыжиков, Н.А. Овчинников – Донской гос. техн. ун-т. – Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2018. – 124 с. – ISBN 978-5-7890-1404-2. – Текст : непосредственный.

4. Датчик давления: информационный портал : [сайт]. – Москва. – URL: http://kyowa.ru/produktsiya/datchiki/datchiki-davleniya.html (дата обращения: 01.02.2026). – Текст : электронный.

5. Методы определения количества груза : [сайт]. – Москва. – URL: https://sea-man.org/massa-gruza.html (дата обращения: 01.02.2026 г.). – Текст : электронный.

6. Вовк, А.М. Электронные автомобильные весы с демпфирующим устройством датчиков усилий / А.М. Вовк, В.А. Рыжиков, О.А. Туркеничева. – Текст : электронный // Научная весна – 2025. Технические науки : сборник научных трудов. Науч. электр. изд. – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты. – 2025. – С. 45–49.

7. Рыжиков, В.А. Автомобильные весы с уравновешенной системой датчиков / В.А. Рыжиков, Е.А. Козырева, А.М. Берков, О.А. Туркеничева // Грузовик, Москва – 2024. – № 7. – С. 3-8. – Текст : непосредственный.

В начало к содержанию

УДК 699.844.3

**А.П. Галенко[1], В.А. Дмитриенко[2]**
[1]Студент
[2]Канд. техн. наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

## EVALUATION OF SOUND INSULATION OF TRANSPARENT STRUCTURES

***Аннотация.*** *В статье представлены результаты исследования звукоизоляции светопрозрачных конструкций. Экспериментальные исследования выполнялись на специальном стенде, включающем звукоизолированную камеру, в которой располагался генератор гармонических колебаний и усилитель низкой частоты. Источником звука частотой 1000 Гц, являлся громкоговоритель 4ГД-35. Испытаны четыре варианта моделей светопрозрачных конструкций, по результатам которых установлено оптимальное конструктивное решение звукоизоляции.*

***Ключевые слова:*** *шум, светопрозрачные конструкции, звукоизоляция, звукоизолирующие материалы.*

***Summary.*** *The article presents the results of a study of sound insulation of translucent structures. Experimental studies were carried out on a special stand, which included a sound-insulated chamber with a harmonic oscillator and a low-frequency amplifier. The sound source with a frequency of 1000 Hz was a 4GD-35 loudspeaker. Four variants of translucent structures were tested, and the results showed the optimal design for sound insulation.*

***Keywords:*** *noise, translucent structures, sound insulation, sound-insulating materials.*

Действующие санитарные нормы для создания комфортных условий проживания требуют обеспечивать регламентированный уровень звукоизоляции [1, 2]. Ограждающие конструкции жилых зданий включают не только массивные стеновые, как правило каменные конструкции, но и светопрозрачные элементы. Оконные блоки, представленные легкими многослойными системами, чаще всего являются основным каналом проникновения уличного шума в помещения, что обусловливает значительный уровень шума, а также необходимость поиска и оптимизации конструктивных решений по его снижению [3]. Поэтому в современном градостроительстве защита внутренних пространств зданий от проникновения внешнего шума сохраняет высокую актуальность [4].

В оконных блоках звук проходит через: неплотности, щели и поры (воздушный перенос), через материал конструктивных элементов в виде продольных колебаний их частиц (материальный перенос) и передача колебаний посредством собственных колебаний стекла (мембранный перенос) [5]. В реальных условиях звуковые колебания передаются через светопрозрачные системы всеми тремя способами.

Воздушный перенос шума снижается путем надежной герметизации всех зазоров, трещин и узлов соединений оконных блоков со стеновыми ограждающими конструкциями.

Для уменьшения переноса звука через элементы блоков требуются слоистые конструкции, причем материалы слоев подбираются с резко отличающимися акустическими сопротивлениями, например, дерево-пенополистирол. То есть необходимо между рамными конструкциями устраивать поглощающий слой между ними [6]. Для уменьшения мембранного переноса стекла целесообразно снижать резонансную частоту. Для этого необходимо выбирать стекла большей толщины и размеров [7].

Так как аналитические расчеты распространения звука в многоэлементных конструкциях очень сложны, то решено провести экспериментальные акустические исследования влияния конструктивных особенностей моделей оконных рам на их звукоизолирующие характеристики. Для достижения поставленной цели разработана специальная методика проведения экспериментальных исследований, суть которой заключается в определении снижения звукового давления колебаний частотой 1000 Гц, прошедших через модели окон.

Исследования выполнялись на специальном измерительном стенде, включающем: камеру с многослойным звукоизолирующим покрытием; модель оконного блока; генератор звуковых колебаний; усилитель низкой частоты; источник звука (излучатель) и измеритель звукового давления.

Для анализа формирования и прохождения звуковых колебаний были изготовлены и исследованы четыре образца: рама с однокамерным остеклением; конструкция из двух независимых рам с остеклением; двухслойная конструкция со звукоизолирующим заполнителем между рамами из пенополистирола; рамы с герметизацией стекла по контуру полимерным герметиком.

Принцип работы измерительного комплекса (рис. 1) заключался в следующем: электрические колебания формировались низкочастотным генератором, которые затем усиливались и преобразовывались в механические колебания громкоговорителем ГД-4. Этот комплект оборудования размещался в помещении с хорошей звукоизоляцией.

Контроль звукового давления осуществлялся анализатором спектра «ЭКОФИЗИКА-110А», расположенном на расстоянии от излучателя 2,6 м. Прибор позволял фиксировать среднеквадратичные, эквивалентные и пиковые уровни звука. Для снижения влияния отраженных от пола волн, шумомер закреплялся на штативе на высоте 1,1 м.

Размер моделей рам, установленных в перегородке с деревянным каркасом (рис. 2) с заполнением волокнистым материалом толщиной 100 мм, составлял 0,55×1,80 м.

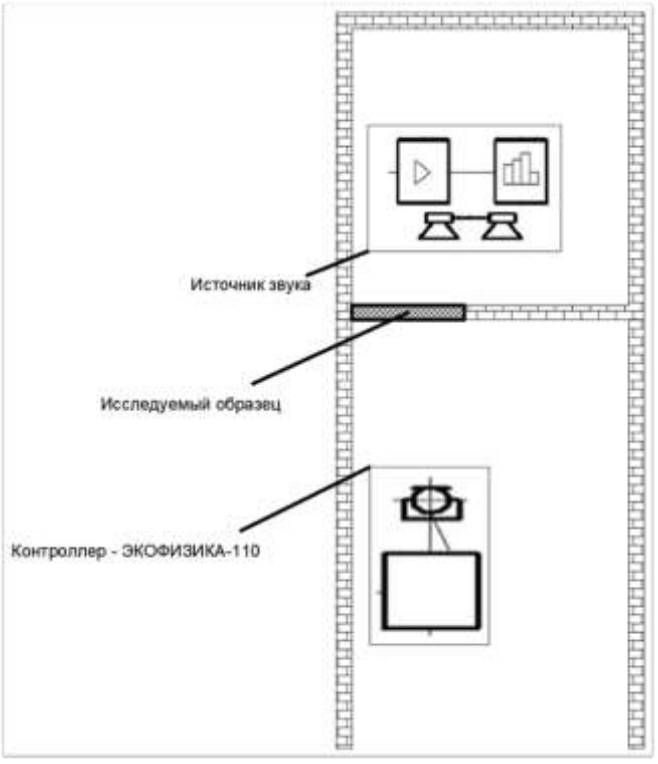



Рис. 1. Схема проведения измерений



Рис. 2. Контроль прохождения звука модели окна с одним стеклом

Для уменьшения структурного шума, создаваемого вибрациями элементов каркаса, между моделями и перегородкой устанавливались виброизолирующие прокладки.

При таких решениях изоляции звуковых колебаний падение звуковых волн с определенной интенсивностью на какое-либо препятствие больших размеров по сравнению с длиной волны, интенсивность звука с другой стороны перегородки в условиях отсутствия отражения звука в пространстве за препятствием будет определяться только звукопроводностью модели окна. То есть процесс измерения звукового давления максимально приближен к реальным условиям.

Порядок измерений был принят следующим. На шкале генератора устанавливалась частота гармонических колебаний 1000 Гц. Выход генератора подключался к усилителю низкой частоты. Микрофон шумомера располагался в 10 см от динамика усилителя. Без включения генератора измерялся фон помещения, который в среднем составил 24,0 дБ. После включения генератора и стабилизации сигнала усилителем устанавливалось звуковое давление регистрируемое шумомером на уровне 84 дБ. Затем регистратор шума перемещался на штатив и определялось звуковое давление на расстоянии 2,6 м от излучателя, при этом фиксировался уровень звука без сопротивления моделей окон, который составлял в среднем 61,5 дБ. Такой режим исследований поддерживался при проведении трех экспериментов.

По результатам проведенной серии опытов были получены среднестатистические значения снижения уровня звука для каждой модели (табл.). На основании полученных результатов построена диаграмма, приведенная на рисунке 3.

Таблица

**Уровни прохождения звука через конструкции**

| Уровень звукового давления (дБ), прошедший через конструкцию: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| фон | без стекла | с 1 стеклом | с 2 стеклами | с 1 стеклом на герметике | с 2 стеклами и изоляцией рам |
| 24,4 | 57,9 | 41,1 | 50,6 | 49,7 | 46,4 |
| 23,6 | 61,1 | 43,6 | 51 | 49,7 | 47,2 |
| 23,7 | 62,1 | 43,2 | 51 | 49,9 | 41,1 |
| 23,8 | 62,4 | 45,2 | 50,7 | 45 | 39,2 |
| 25,9 | 60,9 | 38,5 | 50,9 | 44,9 | 34,7 |
| 26,1 | 65,5 | 42,2 | 50,7 | 42,2 | 36,9 |
| 23,6 | 59,4 | 41,6 | 50,6 | 43,8 | 29,4 |
| 23,6 | 61,9 | 47,6 | 51,1 | 52,2 | 38,4 |
| 23,8 | 61,9 | 45,7 | 50,6 | 53,5 | 47,5 |
| 23,7 | 62,2 | 42,4 | 50,8 | 51,1 | 29,7 |
| 23,4 | 59,5 | 43,7 | 51 | 53,5 | 30,1 |
| 23,6 | 62,2 | 44,3 | 50,5 | 46,8 | 31,2 |
| 24 | 62,4 | 42,3 | 51,1 | 51,4 | 30,8 |
| Средние значения | | | | | |
| 24,03 | 61,50 | 43,19 | 50,82 | 48,75 | 37,12 |

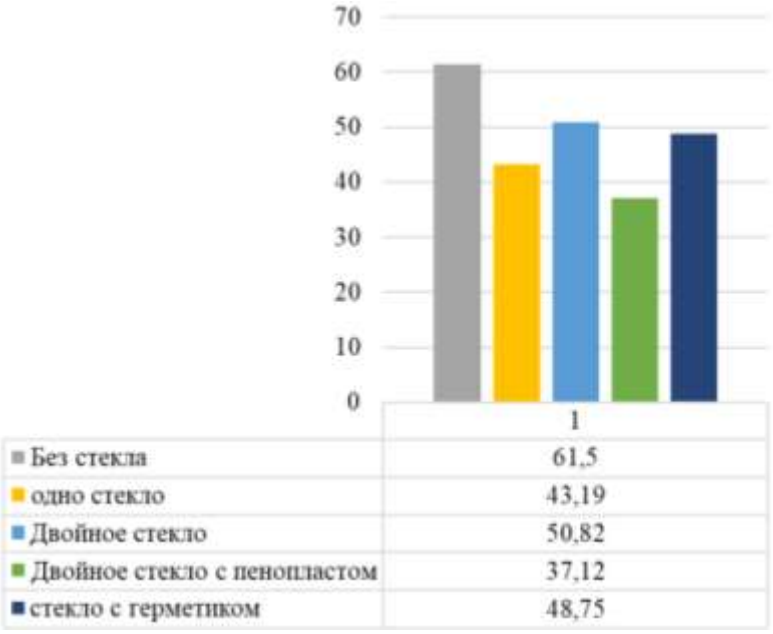



Рис. 3. Диаграмма звукового давления при испытании разных моделей

Анализ приведенных данных позволяет сделать следующие выводы.

Двойное остекление с пенополистиролом продемонстрировало наивысшую звукоизолирующую способность. Полученный эффект объясняется комплексным действием двух факторов: увеличением воздушной прослойки и наличием пористого ячеистого материала между рамами, который значительно снижает уровень энергии структурной звуковой волны.

Плотное соединение двух рам без изоляционного материала показал наихудшие результаты среди вариантов с двумя стеклами. Отсутствие звукоизоляционного материала между рамами привело к возникновению резонансных колебаний, что снизило общую эффективность звукоизоляции системы.

Однокамерное остекление с герметиком не показало значимого улучшения по сравнению с двойным остеклением. Более того, анализ спектральных характеристик указывает на проявление «мембранного эффекта», так как после полимеризации герметик создал жесткую связь между стеклом и рамой, превратив стеклянный лист в подобие мембраны, способной к резонансным колебаниям, что в отдельных частотных диапазонах могло ухудшить звукоизолирующие свойства.

## Список литературы


1. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003: введен в действие с 20 мая 2011 г. – Текст : электронный // Стандартинформ : [сайт]. – URL: https://www.abok.ru/SP/51_13330.pdf. (дата обращения: 19.12.2025).
2. СП 275.1325800.2016. Конструкции ограждающие жилых и общественных зданий: введен в действие с 17 июня 2017 г. – Текст : электронный // Стандартинформ : [сайт]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/456050583 (дата обращения: 19.12.2025).
3. ГОСТ 23166-2019. Блоки оконные. Общие технические условия: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 29 января 2021 г. № 136-П): введен в действие с 1 ноября 2021 г / разработан частным учреждением – Центр по сертификации оконной и дверной техники (ЦС ОДТ), Обществом с ограниченной ответственностью «Века Рус» (ООО «Века Рус»). – Текст : электронный // Стандартинформ : [сайт]. – URL: http://td-dsd.ru/blog/zvukoizolyatsiya-okonnogo-bloka/ (дата обращения: 9.01.2026).
4. Макриненко, Л.И. Акустика помещений общественных зданий / Л.И. Макриненко. – Москва : Стройиздат, 1986. – 173 с. – Сетевой ресурс (7187 КБ). – URL: https://www.trombon.org/files/docs/akustika_makrinenko_1986.pdf (дата обращения: 10. 01.2026). – Текст : электронный.
5. Проблема защиты от шума / Н.И. Иванов, М.В. Буторина, Н.Н. Минина. – Текст : электронный // ВЕСТНИК МГСУ 3. 1. 2011. – С. 135–145. – URL: https: //elibrary.ru/item.asp?id=17636721 (дата обращения: 10. 01.2026).
6. Расчет звукоизоляции элементов двойного остекления систем шумозащиты на участке испытаний двигателей транспортных машин / И.В. Колесников, Ю.И. Багиев, П.Д. Мотренко. – Текст : непосредственный // Вестник Донского государственного технического университета (ДГТУ), 2011.11, № 8-2 – С. 1436–1440.

7. Пузанков, А.Н. Исследование влияния краевого демпфирования светопрозрачных ограждений на их звукопроницаемость / А.Н. Пузанков, Д.Л. Щеголев. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2012. – № 6. – С. 38–39. – ISSN 0585-430X.

В начало к содержанию

УДК 621.355

**Д.Н. Галушкин[1], А.П. Кривоусов[2], А.С. Дмитриенко[2], В.С. Дмитриенко[2]**

[1]Д-р тех. наук, зав. кафедрой «Радиоэлектронные и электротехнические системы и комплексы»

[2]Обучающийся

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАКОПЛЕНИЯ ВОДОРОДА В НИКЕЛЬ-КАДМИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРАХ С УЧЕТОМ СРОКА СЛУЖБЫ

# STUDY OF THE PROCESS OF HYDROGEN ACCUMULATION IN NICKEL-CADMIUM BATTERIES TAKING INTO ACCOUNT THEIR SERVICE LIFE

***Аннотация.*** *В данной работе рассматривается накопление водорода в никель-кадмиевых (Ni–Cd) аккумуляторах в ходе эксплуатации. Понимание механизмов генерации водорода имеет большое значение для разработки систем мониторинга и управления батареями. В исследовании применялись методы термического разложения и объемного газового анализа для оценки количества накопленного водорода в электродах аккумуляторов с течением времени. При исследовании аккумуляторов типов KSL-15 и KPL-14 с периодом эксплуатации от 0 до 10 лет обнаружена прямая зависимость между объемом водорода и сроком службы, а также определены места его накопления в электродах. Полученные результаты имеют большое значение для технологий автоматизированного управления батареями. Было показано, что водород преимущественно аккумулируется в кадмиевых и оксидно-никелевых электродах, объемы которого достигают до 290 л в ряде конфигураций. Эти данные позволяют разрабатывать новые алгоритмы мониторинга, предсказывать деградацию и потенциальные риски безопасности.*

***Ключевые слова:*** *аккумуляторы, анализ, экспериментальные исследования, общепринятый механизм, механизм накопления, заряд, разряд.*

***Summary.*** *This paper examines hydrogen accumulation in nickel-cadmium (Ni-Cd) batteries during operation. Understanding the mechanisms of hydrogen generation is essential for the development of battery monitoring and management systems. Thermal decomposition and volumetric gas analysis were used to estimate the amount of hydrogen accumulated in battery electrodes over time. A study of KSL-15 and KPL-14 batteries with service lives ranging from 0 to 10 years revealed a direct relationship between hydrogen volume and ser-*

*vice life, and identified the locations of hydrogen accumulation in the electrodes. The results obtained have significant implications for automated battery management technologies. Hydrogen was shown to accumulate primarily in cadmium and nickel oxide electrodes, with volumes reaching up to 290 liters in some configurations. These data enable the development of new monitoring algorithms and the prediction of degradation and potential safety risks.*

***Keywords:*** *accumulators, analysis, experimental researches, generally accepted mechanism, accumulation mechanism, charging, discharging.*

Старение аккумуляторов – большая проблема, тесно связанная с деградацией электролита и выделением газов. К факторам, приводящим к тепловому разгону аккумуляторов, относятся: перезаряд, короткие замыкания, производственные дефекты и механические повреждения. При перезаряде растет напряжение на электродах и выделяется избыточное тепло, что может вызывать разложение электролита и газообразование, способное привести к дальнейшему нагреву и возможному взрыву. Короткое замыкание создает путь для большого тока и для быстрого нагрева. Производственные дефекты, например, загрязнение электролита или ненадежная герметизация элементов, также создает риск теплового разгона. Как только запускается процесс теплового разгона, его трудно остановить: высвобождаемое тепло усиливает последующие реакции, что может привести к быстрому неконтролируемому росту температуры и разрушению.

В литературе мало работ, посвященных этому явлению для щелочных аккумуляторов. Недостаток исследований теплового разгона щелочных аккумуляторов можно объяснить множеством гипотез о механизмах его возникновения и отсутствием единой экспериментальной интерпретации. В работах [1, 2] показано, что неконтролируемый процесс теплового разгона в никель-кадмиевых батареях сопровождается активным выделением ранее накопленного водорода. Эксперименты [3, 4], посвященные термическому разрушению образцов электродов Ni–Cd аккумуляторов, показали, что водород, зарегистрированный в экспериментах, находился в электродах еще до начала термического разложения. Настоящее исследование нацелено на количественный анализ содержания водорода, накапливаемого в электродах никель-кадмиевых аккумуляторов в ходе их эксплуатации.

Анализируются возможные источники образования водорода в материалах электродов Ni–Cd аккумуляторов. Первая гипотеза – технологические процессы при производстве электродов. Вторая гипотеза – накопление водорода в процессе разряда/заряда в ходе эксплуатации [5, 6]. Предполагается, что накопление водорода в электродах – постепенный процесс, связанный с длительной эксплуатацией, и объем накопленного водорода зависит от срока службы аккумулятора. Пример: аккумулятор KSL-15, работающий 6 часов при токе зарядки 3,8 А, подвергается перезаряду в 1,52 раза от номинальной емкости; при номинальной емкости 7,8 А·ч это приводит к разложению воды электролита с выделением водорода и кислорода.

Исходя из приведенных расчетов, становится необходимым определить связь между объемом накопленного водорода в электродах и временем эксплуатации. Главная цель исследования – проанализировать связь между объемом водорода, накопленного в электродах аккумуляторов, и их сроком службы, а также локализовать места его накопления.

Эксперименты проводились на аккумуляторах KSL-15 со сроком службы от 0 до 7 лет, а также на аккумуляторах KPL-14 со сроком службы от 0 до 10 лет. Щелочной никель-кадмиевый аккумулятор состоит из положительных оксидно-никелевых и отрицательных кадмиевых электродов, разделенных пластиковыми сепараторами, которые поддерживают межэлектродный зазор и свободную циркуляцию электролита.

Конструктивно KSL-15 – блок положительных и отрицательных электродов в корпусе; отрицательный вывод соединен с корпусом, а положительный – с изолированным клеммовым выводом. Дизайн включает металлокерамические положительные электроды и прессованные отрицательные электроды. Сепаратор – волокнистый полипропилен. Активные материалы: для положительного электрода – гидроксид никеля $Ni(OH)_2$, для отрицательного – гидроксид кадмия $Cd(OH)_2$. Электролит – раствор технического гидроксида калия с плотностью 1.22 г/см³ с добавлением технического гидроксида лития.

Аккумулятор KPL-14 – блок пластинных положительных и отрицательных электродов, разделенных рамочным пластиковым сепаратором; блок помещен в прямоугольный бак и изолирован винилпластиковыми уплотнениями. Крышка бака приварена по периметру. При нормальной эксплуатации используется электролит – гидрат оксида калия с плотностью 1,19 г/см³ и добавлением (20 ± 1) г/л гидрата оксида лития; при отрицательных температурах – гидрат оксида калия плотностью 1,26 г/см³ без добавки гидрата оксида лития.

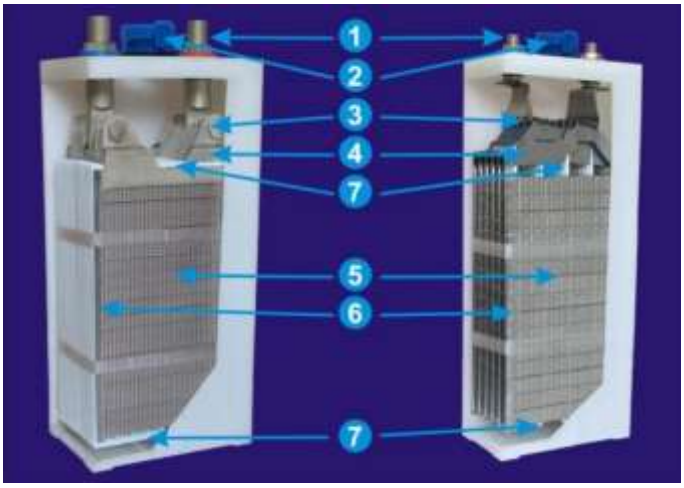



Рис. 1. Конструкция щелочного Ni–Cd аккумулятора:
1 – токопроводящая шина; 2 – пробка для заливки электролита и отвода газов;
3 – соединение электродов; 4 – контактные полосы; 5 – электрод;
6 – ребро; 7 – сепаратор

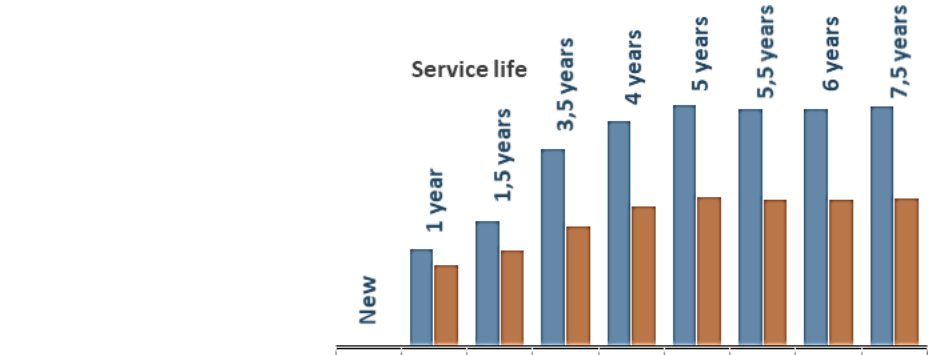
Герметичная термокамера для термического разложения электродов представляет собой металлический цилиндр длиной 18 см и диаметром 2 см. Один конец цилиндра герметично закрыт, а в другой вставлена каучуковая пробка с газоотводной трубкой. Запечатанный конец помещен в муфельную печь. Газ, образующийся при нагреве в термокамере, после прохождения через стандартизированную спираль направляется в измерительный сосуд. Для экспериментов электрод предварительно формовался в патрон и помещался в термокамеру; это облегчало извлечение образца после разложения, которое проводилось при температуре 800 °C. Температуру для термического разложения определяли экспериментально: установлено, что значительное газовыделение начинается при температуре свыше 740 °C, поэтому оптимальная температура экспериментов была выбрана 800 °C.

Каждый электрод подвергался термическому разложению индивидуально. Процесс считали завершенным, когда объем выделяющейся газа в сутки становился менее 100 мл. Для никель-оксидного электрода термическое разложение велось в течение двух недель по 11 ч в сутки: в первый день было извлечено 5,5 л газа с никель-оксидного электрода и 3,5 л с кадмиевого. Теоретически при термическом разложении возможен выход водяного пара, водорода и кислорода вследствие разложения воды, и оксидов в электродах, а также продукты горения сепаратора. Для количественного определения состава газа использовали объемный оптический газоанализатор ВОГ-2М. Устройство позволяет определять содержание $CO_2$, $O_2$ и CO методом объемного анализа; определение метана проводится по смещению интерференционной картины. Результаты экспериментов приведены на рисунках 2 и 3 для аккумуляторов KSL-15 и KPL-14 соответственно.

Перед введением новых аккумуляторов в эксплуатацию проводили 2 обучающих цикла: заряд током 0,2 С в течение 10 ч в первом цикле и 8 ч во втором, разряд током 0,2 С в течение 4 ч в первом цикле и до 1,0 В во втором. Затем выполнялся контрольный цикл: заряд 0,2 С 8 ч, пауза 1 ч, разряд 0,2 С до 1,0 В; далее – заряд 0,2 С 10 ч. После завершения зарядки аккумулятор отключали от зарядного устройства.

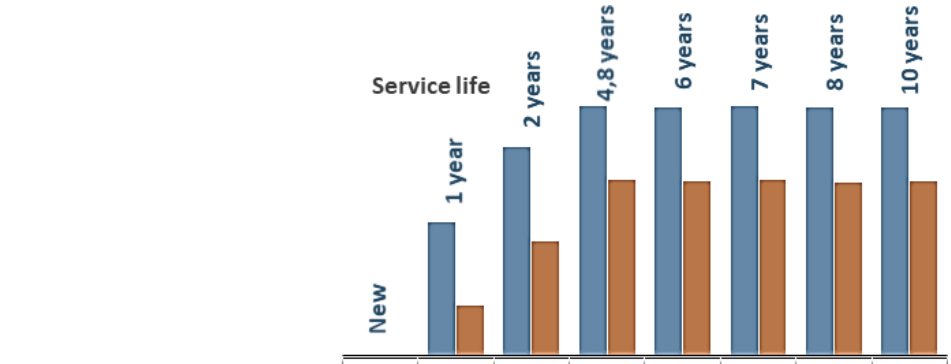
При термическом разложении электродов новых аккумуляторов KSL-15 при указанной температуре выделилось около 160 мл смеси водорода и воздуха. Интересно, что при нагреве термокамеры без электрода в сосуде также наблюдалось ~130 мл воздуха за счет расширения воздуха в камере. Поэтому для определения начального выхода, при первичном термическом разложении из установки было удалено 170 мл газа, что задает точность измерения накопленного водорода в электродах.

Анализ показал, что выделяемый газ был только водородом. Абсолютная погрешность процентного содержания – 0,3–0,5 %. Результаты экспериментов представлены на рисунках 2 и 3. Относительная погрешность данных на рисунках 2 и 3 – 5–6 %.




| № battery | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Amount of gas released from the nickel oxide electrode, l | 0 | 13 | 16,7 | 26,3 | 29,9 | 32 | 31,5 | 31,6 | 31,9 |
| Amount of gas released from the cadmium electrode, l | 0 | 11 | 12,8 | 16,1 | 18,7 | 20 | 19,5 | 19,5 | 19,8 |

Рис. 2. Среднее содержание водорода в электродах аккумулятора KSL-15




| № battery | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Amount of gas released from the nickel oxide electrode, l | 0 | 19,9 | 30,9 | 37 | 36,9 | 37,1 | 36,8 | 36,9 |
| Amount of gas released from the cadmium electrode, l | 0 | 7,7 | 17,2 | 26,1 | 25,9 | 26,1 | 25,8 | 25,9 |

Рис. 3. Среднее содержание водорода в электродах аккумулятора KPL-14

Установлено, что при зарядке Ni–Cd аккумуляторов на кадмиевых электродах образуется газообразный водород. Полеченные данные свидетельствуют о том, что водород накапливается как в кадмиевых, так и в оксидно-никелевых электродах. Вероятная причина – плотная упаковка спекаемых электродов в конструкциях KSL-15 и KPL-14, что позволяет водороду, образующемуся на кадмиевом электроде, диффундировать в оксидно-никелевые электроды и аккумулироваться в них. Исследования также показали, что концентрация водорода в системе электродов увеличивается при длительной эксплуатации. Полученные результаты важны для понимания процессов деградации Ni–Cd батарей и могут быть использованы при разработке методов продления срока службы и оптимизации конструкции электродов.

**Список литературы**

1. Thermal runaway features of large format prismaticlithium ion battery using extended volume accelerating rate calorimetry / X. Feng, M. Fang, X. He, M. Ouyang [at al.] // Journal of Power Sources. – 2014. – Vol. 255. – P. 294–301.
2. Thermal runaway risk evaluation of Li-ion cells using a pinch-torsion test / F. Ren, T. Cox, H. Wang // Journal of Power Sources. – 2014. – Vol. 249. – P. 156–162.
3. Two-dimensional ion chromatography for the separation of ionic organophosphates generated in thermally decomposed lithium hexafluorophosphate-based lithium ion battery electrolytes. / V. Kraft, M. Grutzke, W. Weber [at al.] // Journal of Chromatography A. – 2015. – Vol. 1409. – P. 201–209.
4. Impact of cycling at low temperatures on the safety behavior of 18650-type lithium ion cells: Combined study of mechanical and thermal abuse testing accompanied by post-mortem analysis. / A. Friesen, F. Horsthemke, X. Monnighoff [at al.] // Journal of Power Sources. – 2016. – Vol. 334. – P. 1–11.
5. A review of lithium deposition in lithium-ion and lithium metal secondary batteries. / Z. Li, J. Huang, B. Yann Liaw, V. Metzler, J. Zhang // Journal of Power Sources. – 2014. – Vol. 254. – P. 168–182.
6. Thermal behavior of solid electrolyte interphase films deposited on graphite electrodes with different states-of-charge. / H. Park, T. Yoon, Y. Kim [at al.] // Journal of The Electrochemical Society. – 2015. – Vol. 162, Issue 6. – P. A892.

В начало к содержанию

УДК 624.131
**В.А. Дмитриенко[1], С.В. Бородин[2]**
[1]Канд. техн. наук
[2]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГРУНТОВ НАРУШЕННОГО СЛОЖЕНИЯ

## RESEARCH OF THE PROPERTIES OF BROKEN SOILS COMPOSITION

***Аннотация.*** *Статья направлена на исследование механических свойств насыпного грунта. Испытания образцов грунта, имеющих разную влажность и плотность, проводились на приборе компрессионного сжатия ГТ 1.1.10. Описана методика проведения и результаты компрессионных испытаний. Представлены графики зависимости вертикальных деформаций от напряжений и график зависимости модуля деформаций от плотности уплотненного грунта. Отмечено, что путем моделирования в лабораторных условиях можно прогнозировать диапазон оптимальной влажности при механическом уплотнении грунта.*

***Ключевые слова:*** *грунт, механические свойства, влажность, плотность.*

***Summary.*** *This article examines the mechanical properties of filled soil. Tests of soil samples with varying moisture content and density were conducted using a GT 1.1.10 compression tester. The methodology and results of the compression tests are described. Graphs of vertical strain versus stress and a graph of the deformation modulus versus density of the compacted soil are presented. It is noted that laboratory modeling can be used to predict the optimal moisture content range for mechanical soil compaction.*

***Keywords:*** *soil, mechanical properties, humidity, and density.*

Одним из важных этапов при проектировании подземных сооружений является определение прочностных свойств основания [1, 2], которое представляет среду нарушенного грунтового массива. Образование таких грунтов происходит искусственным образом, путем насыпи или намыва. Главная особенность насыпных грунтов заключается в новой плотности, проектное значение которой можно достичь уплотнением [3]. Чтобы определить степень уплотнения основания для передачи расчетных нагрузок от конструкций, необходимо выявить значения проектных сопротивлений на сжатие и срез [4].

Механические свойства массива зависят от следующих параметров: гранулометрического состава, влажности, угла внутреннего трения, коэффициента сцепления, сжимаемости. Вышеперечисленные параметры определяются по результатам испытаний грунтов на компрессионное сжатие и одноплоскостной срез.

Результаты испытаний образцов грунта имеют большой разброс по сравнению с факторами однородности одного массива. Еще больший диапазон изменений характеристик грунтов нарушенного сложения при их уплотнении, так как на этот процесс влияет много факторов. При этом особое значение имеет влажность, поскольку наибольших значений уплотнения можно добиться только при оптимальном ее значении.

Анализ результатов исследований, выполненных ранее сотрудниками кафедры «Строительство и техносферная безопасность» показывает, что в полевых условиях выявить величину влажности для максимального уплотнения довольно сложно из-за большого разброса получаемых результатов. Это обстоятельство очень затрудняет разработку мероприятий по улучшению свойств грунтов при подготовке оснований фундаментов зданий путем замены грунта или формированием грунтовых свай.

С целью уменьшения разброса экспериментальных значений в процессе исследований и снижения влияния различных факторов, принято решение выполнить испытания путем моделирования грунтовых условий участка строительства, т.е. грунт отбирается непосредственно из массива, а в лаборатории при различных значениях влажности и давления уплотнения изготавливаются образцы для испытаний.

На первом этапе решено провести оценку адекватности результатов исследований образцов грунта, изготовленных при одинаковых значениях влажности и уплотняющей нагрузки. Последовательность проведения испытаний заключалась в следующем.

Для получения образцов требуемой плотности и влажности выполнялся расчет необходимого количества твердых частиц и воды. В навеску высушенного и измельченного порошка грунта, заливалось расчетное количество воды. Полученная масса тщательно перемешивалась до однородного состояния и помещалась в герметичный полиэтиленовый пакет. В таком состоянии выдерживалась не менее суток для равномерного распределения влаги по всему объему смеси.

Далее, осуществлялось послойное уплотнение смеси в специальной обойме при расчетной нагрузке, которая определяет конечную плотность. Из обоймы грунт вырезается стандартным кольцом для испытаний на приборе компрессионного сжатия. Для испытаний использовался прибор компрессионного сжатия ГТ 1.1.10 (рис. 1), состоящий из одометра *2*, его элементов, датчиков нагрузки и деформаций *5*, нагрузочной штанги.

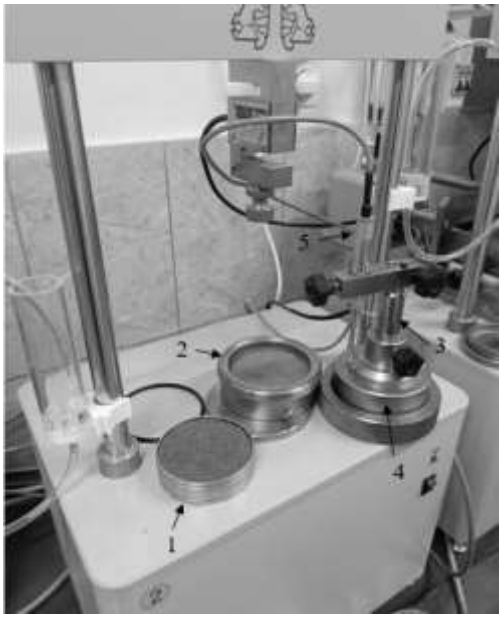



Рис. 1. Прибор компрессионного сжатия ГТ 1.1.10:
*1* – рабочее кольцо с образцом; *2* – основание с фильтром;
*3* – шток со штампом; *4* – крышка; *5* – датчик перемещений

Проведение испытаний происходит в следующей последовательности. В основание одометра *2* устанавливается сетчатый металлический фильтр. На него укладывается кольцо с образцом *1*, с двух сторон закрытое фильтрованной бумагой. Сверху надевается перфорированный штамп *3* и закрывается крышкой *4* с резиновой манжетой. На шток прикручивается датчик перемещений *5*. Собранный узел помещается под нагрузочную штангу.

В программном комплексе задаются параметры испытаний для стадии рекомпрессии (табл. 1).

Таблица 1

**Значения параметров для стадии рекомпрессии**

| Бытовое давление, кПа | Количество ступеней | Время стабилизации, мин. | Параметр стабилизации, мм |
|---|---|---|---|
| 500 | 5 | 60 | 0,1 |

С учетом пористости образца и типа фильтрации, которые определяются исходными данными (табл. 2), программа прибора автоматически создает этапы стадии консолидации.

Таблица 2

**Значения параметров для стадии консолидации**

| Вертикальная нагрузка, кПа | Время нагружения, мин. | Параметр стабилизации, мм |
|---|---|---|
| 50 | 5 | 0,01 |

Результаты выводятся прибором в виде таблицы значений нагрузки и соответствующих абсолютных и относительных деформаций. Автоматически происходит построение графика зависимости перемещений от ступенчатого приложения напряжений (рис. 2).




Рис. 2. График зависимости вертикальных деформаций от напряжений

При моделировании отмечено, что степень консолидации грунтовой смеси даже при одинаковых напряжениях уплотнения существенно отличаются и получить образцы с одинаковой плотностью не предоставляется возможным. Поэтому испытывались образцы желто-бурого суглинка влажностью 15 %, плотность которых в сухом состоянии варьировалась от 1560 до 1720 кг/м$^3$.

По полученным результатам выполненных расчетов относительных деформаций построены графики их зависимости от напряжений, представленные на рисунках 3-7.

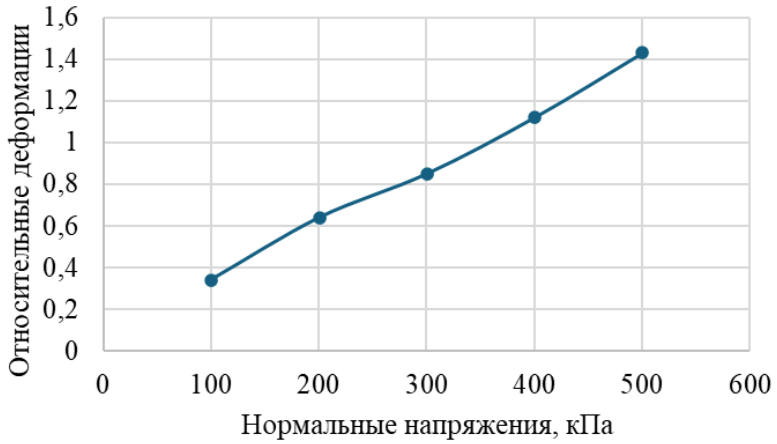



Рис. 3. График зависимости относительных деформаций от нормальных напряжений при плотности грунта 1560 кг/м$^3$

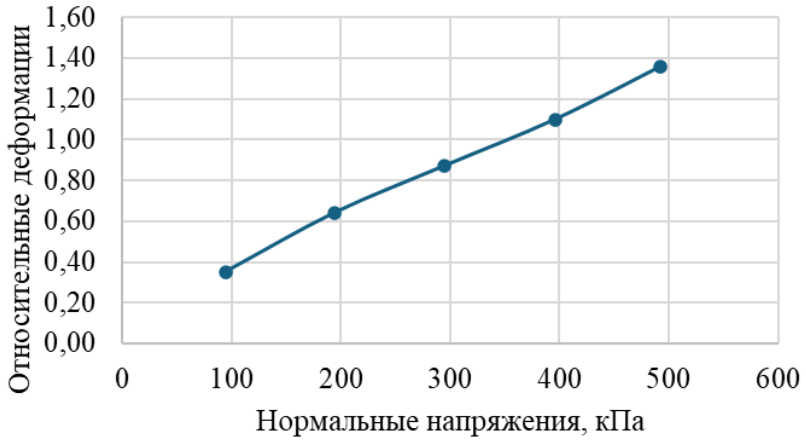



Рис. 4. График зависимости относительных деформаций от нормальных напряжений при плотности грунта 1604 кг/м$^3$

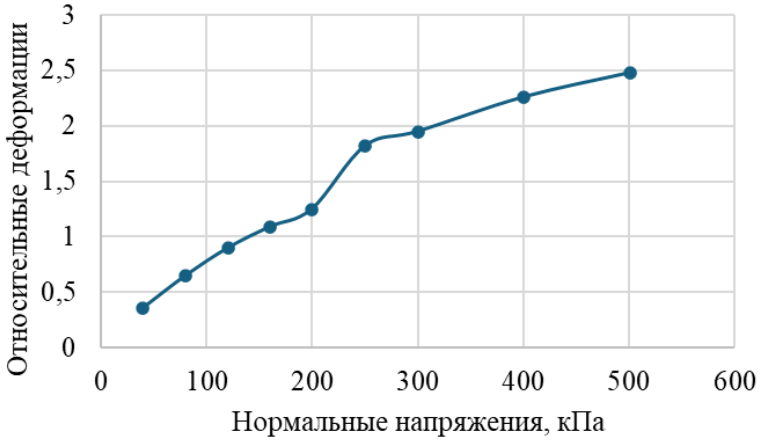



Рис. 5. График зависимости относительных деформаций от нормальных напряжений при плотности грунта 1637 кг/м$^3$

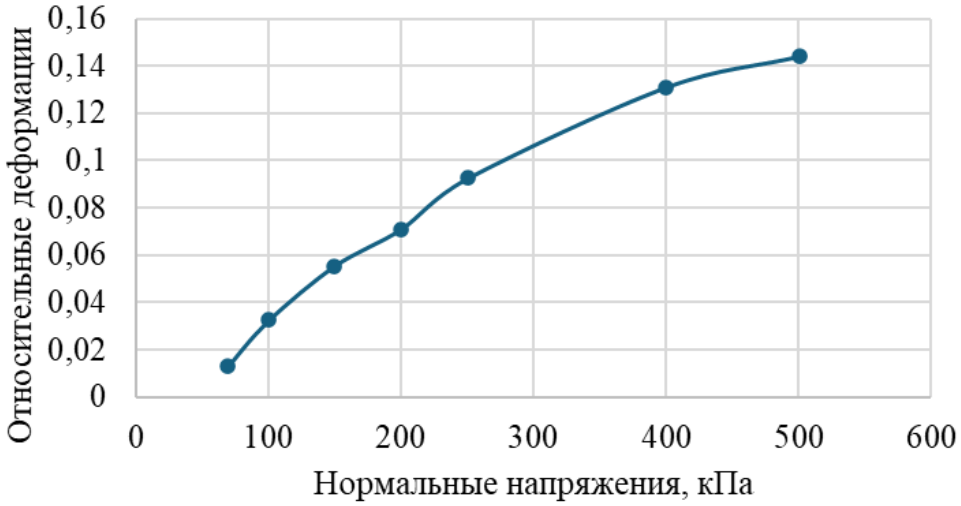



Рис. 6. График зависимости относительных деформаций от нормальных напряжений при плотности грунта 1652 кг/м$^3$

По результатам сравнения полученных зависимостей с испытаниями грунтов естественного сложения плотностью 1640 и 1723 кг/м$^3$, отмечено отклонение 12,2 и 18,6 % соответственно. Учитывая варьирование результатов испытаний грунтов естественного сложения, достигающих почти 23 %, полученные результаты можно считать удовлетворительными.




Рис. 7. График зависимости относительных деформаций от нормальных напряжений при плотности грунта 1673 кг/м$^3$

На основании представленных на рисунках 3–7 зависимостей выполнены расчеты модуля общей деформации образцов и построен график зависимости модуля общей деформации от плотности грунта (рис. 8).

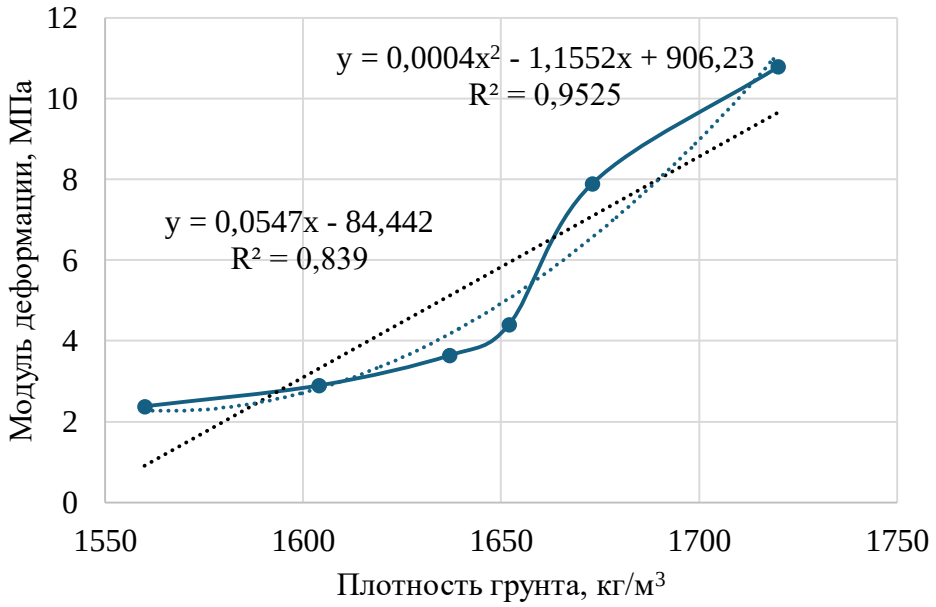



Рис. 8. График зависимости относительных деформаций от нормальных напряжений при плотности грунта 1720 кг/м$^3$

Анализируя полученные результаты можно отметить, что путем моделирования в лабораторных условиях можно прогнозировать диапазон оптимальной влажности при механическом уплотнении и влияние введения различных упрочняющих веществ в грунтовый массив.

**Список литературы**

1. ГОСТ 12248.4-2020 Грунты. Определение характеристик деформируемости методом компрессионного сжатия: межгосударственный стандарт: издание официальное: дата введения 01.06.2021 / разработан Научно-исследовательским, проектно-изыскательским и конструкторско-технологическим институтом оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова АО «НИЦ «Строительство». – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт]. – URL: https://www.bing.com/ck/a?!&&p=fb0c16ec18404f508915d0b7940bc7f0f24f07cadb70bf583c1a1e6ba5831bb7JmltdHM9MTc3MzcwNTYwMA&ptn=3&ver=2&hsh=4&fclid=33d4f45a-25b2-6783-1242-e52f246d66b7&psq=%d0%b3%d0%be%d1%81%d1%82+12248.4-2020&u=a1aHR0cHM6Ly9kb2NzLmNudGQucnUvZG9jdW1lbnQvNTY2NDA5MDcxL3RpdGxlcw (дата обращения: 11.12.2025).

2. Ибрагими, Х. Современные методы испытания грунтов / Х. Ибрагими. – Текст : непосредственный // Проблемы развития современного общества: сборник научных статей 8-й Всероссийской национальной научно-практической конференции (Курск, 19–20 января 2023 г.) ; Юго-Западный государственный университет. – Курск, 2023. – С. 46–47.

3. Кравченко, Э.В. Методы испытания грунтов постоянной скоростью нагружения и постоянной скоростью деформации / Э.В. Кравченко, В.В. Денисенко, И.В. Будагов, П.А. Ляшенко. – Текст : непосредственный // Научные Труды Кубгту. – 2018. – № 4. – С. 72–85.

4. Курдюк, А.Ю. Основные современные методы полевых испытаний грунтов / А.Ю. Курдюк, В.Д. Башмачников. – Текст : непосредственный // Всероссийская междисциплинарная научная конференция (Астрахань, 18–30 октября 2021 г.) ; ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет». – Астрахань, 2021. – С. 352–355.

В начало к содержанию

УДК 621.311:629.331

**В.Д. Дудниченко[1], Е.Н. Дудниченко[2]**

[1]Обучающийся Колледжа экономики и сервиса (КЭС)

[2]Преподаватель высшей квалификационной категории КЭС

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

## АНАЛИЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ УСТАНОВКИ ЗАРЯДНЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

## ANALYSIS OF THE FEASIBILITY OF INSTALLING CHARGING STATIONS FOR ELECTRIC VEHICLES

***Аннотация.*** *В статье рассматривается проблема выбора оптимальной стратегии внедрения зарядной инфраструктуры для электротранспорта на объектах коммерческой и жилой недвижимости. Актуальность исследования обусловлена устойчивым ростом парка электромобилей в России и необходимостью адаптации объектов к новым требованиям потребителей. Целью работы является выявление критериев, определяющих экономическую и техническую обоснованность установки электрозарядных станций (ЭЗС). В теоретической части проведен анализ двух основных типов оборудования (медленных станций переменного тока и быстрых станций постоянного тока), определены их целевые локации и модели монетизации. Особое внимание уделено техническим ограничениям (дефицит электрических мощностей) и организационным рискам (нецелевое использование парковочных мест). На основе проведенного анализа сформулированы сценарии, при которых инвестиции в ЭЗС являются оправданными (объекты гостеприимства, трассовые ТЦ, жилые комплексы премиум-класса). Сделан вывод о необходимости комплексного подхода, при котором зарядная инфраструктура рассматривается как инструмент повышения лояльности клиентов и долгосрочного роста привлекательности актива, а не как источник прямой прибыли.*

***Ключевые слова:*** *электромобиль, зарядная станция, инфраструктура, экономическая эффективность, электрические мощности, парковочное пространство, инвестиции, окупаемость.*

***Summary.*** *The article deals with the problem of choosing the optimal strategy for implementing charging infrastructure for electric transport at commercial and residential real estate facilities. The relevance of the study is due to the steady growth of the electric vehicle fleet in Russia and the need to adapt facilities to new consumer requirements. The aim of the work is to identify the criteria that determine the economic and technical feasibility of installing electric charging stations (ECS). In the theoretical part, the analysis of two main types of equipment (slow AC stations and fast DC stations) is carried out, their target locations and monetization models are determined. Special attention is paid to technical limitations (shortage of electrical capacity) and organizational risks (misuse of parking spaces). Based on the analysis, scenarios are formulated under which investments in ECS are justified (hospitality facilities, highway shopping centers, premium residential complexes). It is concluded that an integrated approach is needed, in which charging infrastructure is considered as a tool to increase customer loyalty and long-term growth of the asset's attractiveness, rather than as a source of direct profit.*

***Keywords:*** *electric vehicle, charging station, infrastructure, economic efficiency, electrical capacity, parking space, investments, payback.*

Рост парка электромобилей в Российской Федерации, фиксируемый аналитическими агентствами на протяжении последних лет, ставит перед собственниками объектов недвижимости задачу адаптации инфраструктуры к потребностям новой категории потребителей. Согласно данным Министерства экономического развития, к 2025 г. количество электромобилей в России превысило 50 тыс. единиц, и прогнозируется дальнейший рост на 30–40 % ежегодно [1]. Эта тенденция создает устойчивый спрос на зарядную инфраструктуру, которая пока развивается неравномерно: основная концентрация ЭЗС наблюдается в Москве, Санкт-Петербурге и крупных городах-миллионниках, тогда как в регионах наблюдается дефицит зарядных станций.

Проблема заключается в отсутствии у инвесторов и управляющих компаний четких критериев оценки целесообразности установки зарядного оборудования. Существующие исследования фокусируются либо на технических аспектах работы зарядных станций, либо на общемировых трендах развития электротранспорта, оставляя без внимания конкретные экономические и организационные условия, влияющие на успех проекта. Кроме того, наблюдается дефицит методических рекомендаций, адаптированных к российским реалиям: особенностям тарифного регулирования, структуре парковочных пространств и поведенческим паттернам отечественных водителей электромобилей.

Целью данной работы является выявление факторов, определяющих обоснованность установки ЭЗС на различных типах объектов, а также разработка рекомендаций для принятия взвешенных инвестиционных решений. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– проанализировать экономические модели использования различных типов зарядных станций;

– оценить организационные риски эксплуатации ЭЗС;

– предложить методику расчета ориентировочных сроков окупаемости.

Ключевым фактором, определяющим целесообразность установки ЭЗС, является корреляция между временем зарядки и временем пребывания потребителя на объекте. В мировой практике принято выделять три уровня зарядных устройств, однако для коммерческого использования наиболее значимы два принципиально различных типа оборудования: станции переменного тока (AC) мощностью до 22 кВт, обеспечивающие медленную зарядку (4–8 ч), и станции постоянного тока (DC) мощностью от 50 кВт, позволяющие зарядить батарею на 80 % за 20–40 мин. [2].

Выбор типа станции должен быть продиктован функционалом объекта и поведением целевой аудитории. Для бизнес-центров и жилых комплексов, где автомобиль находится на парковке длительное время (в среднем 6–10 ч), установка дорогостоящих быстрых зарядок экономически нецелесообразна. Более того, быстрая зарядка может быть даже вредна для аккумулятора при регулярном использовании, что осведомленные владельцы электромобилей учитывают. Для объектов придорожного сервиса, АЗС и ресторанов быстрого питания, напротив, наличие DC-станций является критическим условием привлечения транзитного трафика, поскольку водитель готов сделать остановку на 20–30 мин., но не на несколько часов.

Важно отметить, что существует и промежуточный сегмент – станции мощностью 22–50 кВт (так называемые «быстрые переменного тока»), которые могут быть компромиссным решением для некоторых локаций, однако они менее распространены и имеют специфическую нишу.

Экономическая эффективность ЭЗС не может оцениваться исключительно через призму прямых доходов от продажи электроэнергии. Маржинальность этого вида деятельности невысока ввиду регулирования тарифов для населения и высокой конкуренции. Проведем ориентировочный расчет.

1. Исходные данные (обозначения):

*P* – мощность зарядной станции (кВт). *В расчете: 22 кВт.*

*t* – время работы в день (часов). *В расчете: 8 ч.*

$C_{розн}$ – розничная цена для потребителя (руб./кВт·ч). *В расчете: берем максимум 15 руб.*

$C_{опт}$ – оптовая цена (себестоимость) для юридического лица (руб./кВт·ч). *В расчете: берем минимум 6 руб.*

*M* – маржа (прибыль с 1 кВт·ч). *В расчете берем среднее – 7 рублей.*

$K_{загр}$ – коэффициент загрузки станции (отношение реального времени работы к максимальному, от 0 до 1). *В расчете*: 100 % = 1,0; начальный период 10–20 % = 0,1–0,2.

CapEx – капитальные затраты (оборудование + монтаж), руб. *В расчете: от 300 000 до 500 000 руб.*

2. Расчет валовой прибыли в день.

$Прибыль_{день}=P\times t\times M$

$Прибыль_{день}$=22кВт×8ч×7кВт·ч руб.=1232руб.

*Примечание:* Если считать строго через розницу и опт:

$M = C_{розн} - C_{опт}$.

$M = 15 - 6 = 9$ руб.

Тогда $22 \times 8 \times 9 = 158422 \times 8 \times 9 = 1584$ руб./день.

3. Расчет годовой валовой прибыли (при полной загрузке).

$Прибыль_{год} = 1232 \times 365 = 449\,680$руб. $\approx 450\,000$руб.

4. Расчет срока окупаемости.

Базовый срок окупаемости (PB) без учета дисконтирования считается по формуле:

$PB$ = CapEx/$Прибыль_{год}$.

Для минимальной стоимости станции (300 тыс. руб.):

$PB = 450\,000\,300\,000 = 0{,}67$ года $\approx$ 8месяцев.

Для максимальной стоимости станции (500 тыс. руб.):

$PB = 500\,000\,450\,000 = 1{,}11$ года.

Берем диапазон 1–1,5 года, что соответствует этим расчетам (с учетом этого маржа взята 7 руб., и учитываем возможные простои даже в «полной» загрузке).

5. Расчет с учетом реальной загрузки ($К_{пол}$).

Поскольку в реальности станция работает не 24/7 с максимальной мощностью, вводится понижающий коэффициент загрузки $К_{загр}$.

$Прибыль_{реальн.\ день} = P \times t \times M \times K_{загр}$.

$Прибыль_{реальн.\ год} = P \times t \times M \times K_{загр} \times 365$.

$PB_{реальный}$ = CapEx/ $(P \times t \times M \times K_{загр} \times 365)$.

Подставим значения для пессимистичного прогноза (загрузка 10 %, $К_{загр} = 0{,}1$):

$Прибыль_{реальн.\ год} = 22\times8\times7\times0{,}1\times365 = 22\times8\times7\times36{,}5 = 44\,968$ руб.

$PB_{реальный} = 44\,968\,500\,000 \approx 11{,}1$ года.

На основе проведенного ориентировочного расчета можно сделать следующие краткие выводы:

1. При полной загрузке (8 ч в день) одна зарядная станция мощностью 22 кВт способна приносить около 450 000 руб. валовой прибыли в год.

2. Оборудование и монтаж обходятся в 300–500 тыс. руб., то бизнес окупается за 1–1,5 года.

3. На практике загрузка станций в начале работы редко достигает 100 %. Реалистичный срок окупаемости с учетом простоя (загрузка 10–20 %) увеличивается до 3–5 лет.

4. Прибыль напрямую зависит от разницы между закупочной и розничной ценой на электроэнергию (в расчете использована средняя маржа 7 руб./кВт·ч).

Основной эффект, особенно для объектов сферы услуг, носит косвенный характер и связан с увеличением потребительского трафика. Время, необходимое для зарядки, побуждает владельца электромобиля проводить время на объекте, совершая сопутствующие покупки в магазинах, ресторанах или фитнес-центрах. Исследования показывают, что средний чек посетителя, приехавшего на электромобиле, на 15–20 % выше среднего, а время пребывания на объекте увеличивается в 1,5–2 раза [3]. Таким образом, ЭЗС выполняет функцию «якоря», повышая лояльность клиентов и средний чек. Для торговых центров это означает, что установка даже двух зарядных станций может увеличить ежедневную выручку на десятки тысяч рублей за счет дополнительных покупок.

Технический аспект анализа зачастую становится критическим ограничивающим фактором. Начальным этапом любого проекта должно стать техническое обследование существующих электрических сетей объекта на предмет наличия резерва мощности. В соответствии с требованиями к подключению инфраструктурных объектов, необходимо учитывать не только мощность самой зарядной станции, но и перспективную потребность в расширении парка [4].

Практика показывает, что в зданиях старой постройки и в плотно застроенных жилых кварталах свободные мощности отсутствуют. Например, типовой жилой дом 1980-х гг. постройки имеет выделенную мощность на подъезд около 20–30 кВт, что едва покрывает текущие нужды жильцов (лифты, освещение, бытовые приборы). Подключение даже одной быстрой зарядки мощностью 50 кВт требует либо полной реконструкции ввода, что невозможно без отключения всего дома, либо строительства отдельной трансформаторной подстанции.

Запрос на технологическое присоединение в сетевую организацию может выявить необходимость реконструкции трансформаторной подстанции или прокладки новых кабельных линий, стоимость которых в ряде случаев делает проект экономически несостоятельным. На практике стоимость подключения зарядной станции к сетям в историческом центре города превысила стоимость оборудования в 8 раз и составила 2,4 млн руб., что сделало проект заведомо убыточным.

Для иллюстрации описанных выше теоретических положений рассмотрим ситуацию, характерную для среднего по величине промышленного города, такого как г. Шахты Ростовской области.

Согласно картам сервиса 2GIS и данным сообщества владельцев электромобилей в г. Шахты функционируют несколько зарядных станций, установленных частными инвесторами и торговыми сетями (рис. 1-3). Наличие даже одной-двух станций в городе создает «якорный эффект» и формирует первичный спрос, однако для покрытия потребностей растущего парка электромобилей требуется расширение сети с учетом анализа трафика и наличия свободных мощностей, как подчеркивается в исследованиях [5].



Рис. 1. Станция электрической зарядки автомобилей микрорайон Олимпийский, г. Шахты, Ростовская область



Рис. 2. Станция электрической зарядки автомобилей ул. Дачная 294А пос. Нежданная, г. Шахты, Ростовская область



Рис. 3. Станция электрической зарядки автомобилей пр. Победы Революции 113, г. Шахты, Ростовская область

Модели, которые есть в Шахтах:

1. Nissan Leaf (первого и второго поколения);
2. Mitsubishi i-MiEV / Peugeot iOn;
3. Tesla Model S (ранние версии) и Tesla Model 3;
4. Zeekr 001;
5. Volkswagen ID.4;
6. Evolute i-PRO.

Не менее важным является организационный фактор – обеспечение целевого использования парковочного пространства. Распространенной проблемой является занятость мест, оборудованных зарядными устрой-

ствами, автомобилями с двигателями внутреннего сгорания (так называемые «ICE-вандалы») либо электромобилями, уже завершившими процесс зарядки. Отсутствие системы контроля (шлагбаумов, датчиков занятости, штрафных санкций или эвакуации) сглаживается полезный эффект от установки ЭЗС, провоцирует конфликты между пользователями и дискредитирует саму идею создания инфраструктуры.

Международный опыт показывает, что наиболее эффективными являются следующие меры:

– установка умных зарядных станций с автоматическим определением завершения зарядки и начислением штрафного тарифа за простой (так называемый «idle fee»);

– физическое отделение зарядных мест шлагбаумами или боллардами, открывающимися только при авторизации электромобиля;

– маркировка мест яркой разметкой и информационными щитами с указанием штрафов.

Следовательно, инвестиционный бюджет должен включать затраты на системы мониторинга и контроля доступа, которые могут составлять до 20–30 % от стоимости самого зарядного оборудования, но без них проект рискует провалиться.

Интересно рассмотреть международный опыт стимулирования развития зарядной инфраструктуры. В странах Европейского союза действует директива, обязывающая владельцев новых зданий с парковками более 10 мест устанавливать зарядные станции или прокладывать инфраструктуру для их будущего подключения. В Норвегии, где доля электромобилей превышает 80 % среди новых продаж, зарядные станции стали обязательным атрибутом любого общественного пространства.

В России подобное регулирование только формируется. В 2023 г. приняты поправки в законодательство, обязывающие владельцев АЗС устанавливать зарядные станции при реконструкции, а также введены требования к новым жилым комплексам по подготовке инфраструктуры для будущей установки ЭЗС. Однако эти требования касаются в основном прокладки кабельных каналов, но не установки самого оборудования, что оставляет пространство для маневра застройщикам.

На основе проведенного анализа можно сформулировать алгоритм принятия решения об установке ЭЗС для конкретного объекта:

1. Анализ целевой аудитории. Необходимо оценить долю посетителей или жильцов, владеющих электромобилями, либо потенциал ее роста. Для действующих объектов можно провести опрос, для новых – ориентироваться на класс объекта (бизнес/премиум предполагает более высокую долю электромобилей).

2. Определение типового времени пребывания. Замерить или оценить, сколько времени в среднем автомобиль находится на парковке. Это определит выбор между AC и DC станциями.

3. Технический аудит. Заказать выезд специалиста для оценки существующих мощностей и возможности подключения. Получить предварительные условия от сетевой организации.

4. Выбор бизнес-модели. Решить, будет ли зарядка платной для пользователей, бесплатной (как услуга для клиентов) или смешанной (например, первые 2 часа бесплатно, далее платно).

5. Расчет совокупной стоимости владения. Учесть стоимость оборудования, монтажа, подключения, систем контроля, а также эксплуатационные расходы (обслуживание, страхование, плата за электроэнергию).

6. Оценка косвенных выгод. Для коммерческих объектов рассчитать потенциальный прирост выручки за счет увеличения трафика и среднего чека.

Анализ показывает, что установка зарядных станций (ЭЗС) требует индивидуального подхода. Инвестиции должны оцениваться по трем критериям:

1. Экономический: тип аудитории и время ее пребывания. Целесообразна установка в отелях (медленные AC), трассовых ТЦ и ресторанах (быстрые DC), а также в жилых комплексах бизнес-класса (влияние на стоимость недвижимости).

2. Технический: аудит возможности подключения без масштабных затрат на электросети.

3. Организационный: контроль целевого использования парковок для избегания конфликтов.

Для коммерческих объектов ЭЗС – это инструмент повышения лояльности и привлекательности актива, а не прямой источник прибыли. Оптимальна поэтапная стратегия: от установки медленных станций для теста до масштабирования при росте спроса.

## Список литературы

1. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2026 года. – Текст: электронный / Министерство экономического развития РФ : [сайт]. – Москва, 2023. – URL: https://www.economy.gov.ru (дата обращения: 02.03.2026).

2. Семчишина, О.Т. Ключевые проблемы и перспективы развития зарядной инфраструктуры для электромобилей. / О.Т. Семчишина. – Текст : непосредственный // Экономика, предпринимательство и право. – 2025. – № 3. – С. 1791–1808.

3. ГОСТ Р МЭК 61851-1-2013. Система токопроводящей зарядки электромобилей. Ч. 1. Общие требования. – Москва : Стандартинформ, 2021. – 70 с. – Текст : непосредственный.

4. Кузнецов, А.В. Развитие зарядной инфраструктуры для электротранспорта в регионах России: проблемы и перспективы / А.В. Кузнецов. – Текст : непосредственный // Энергетическая политика. – 2024. – № 2(180). – С. 52–61.

5. Абдулло, М.А. Технико-экономический анализ применения мобильных зарядных станций для электромобилей в условиях Республики Таджикистан / М.А. Абдулло. – Текст : непосредственный // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2024. – № 5. – С. 51–60.

В начало к содержанию

УДК 656.11
**В.В. Енина[1], О.А. Войнова[2]**
[1]Канд. соц. наук, доцент
[2]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ г. Шахты

# СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ В ЖИЗНИ СОВРЕМЕННЫХ ДЕТЕЙ: РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСА

# INDIVIDUAL MOBILITY IN THE LIVES OF MODERN CHILDREN: SURVEY RESULTS

***Аннотация.*** *В статье представлены и проанализированы данные, полученные после опроса учащихся средней школы. Вследствие выявлены тенденции в распространении средств индивидуальной мобильности и особенностям их использования.*
***Ключевые слова:*** *детский травматизм, ДТП, средства индивидуальной мобильности, воспитание и обучение ПДД.*

***Summary.*** *The article presents and analyzes data obtained from a survey of high school students. As a result, it identifies trends in the use of individual mobility devices and their specific features.*
***Keywords:*** *child injuries, traffic accidents, personal mobility equipment, education and training of traffic rules.*

Средства индивидуальной мобильности (СИМ) каждым год укрепляют свои позиции на дорогах. Детский дорожно-транспортный травматизм на них снижается, но остается достаточно высоким. В аналитическом обзоре дорожно-транспортной аварийности в Российской Федерации за 9 месяцев 2025 г. отмечается снижение показателей раненых и погибших детей в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) с участием СИМ на 31,3 % и 16,7 % соответственно [1, 2].

С помощью опроса разных возрастов можно составить портрет ребенка как участника дорожного движения и в частности лица, использующего для передвижения средство индивидуальной мобильности.

В опросе участвовал 5 7, 9 и 10 классы, по 15 человек из 5, 9 и 10 класса и 16 из 7 класса. В шапке опроса располагались приветствие, поле для возраста участника, объяснение условий опроса, гарантирующие анонимность, и перечень средств индивидуальной мобильности. Опрос был составлен по правилам дорожного движения [3].

Далее в опросе представлены вопросы на тему СИМ и связанных с ними ПДД.

**1. Ты когда-нибудь катался на СИМ?**

Результаты опроса приведены на рисунке 1.

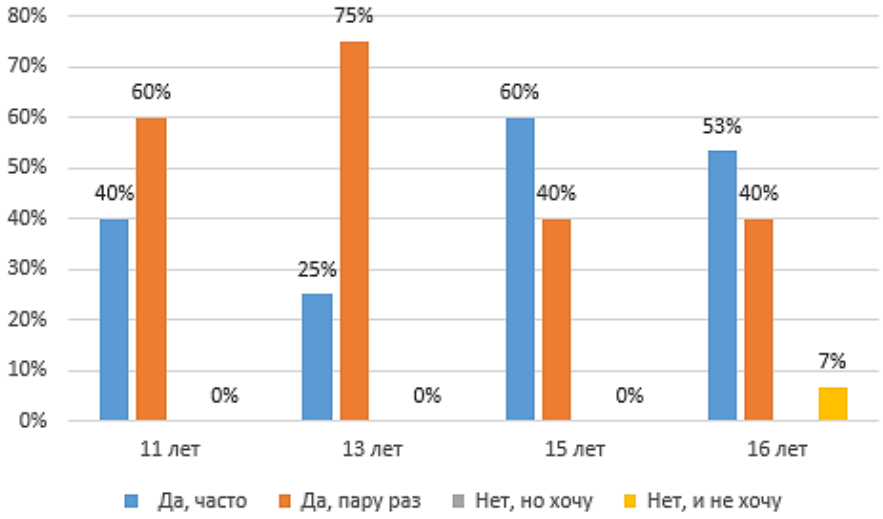



Рис. 1. Ответы на 1 вопрос

**2. У тебя есть свое личное СИМ?**

Результаты опроса приведены на рисунке 2.

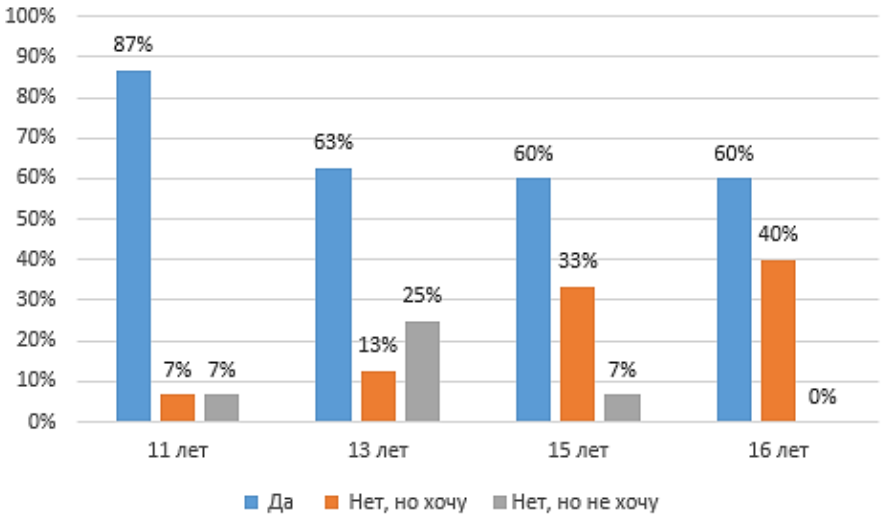



Рис. 2. Ответы на 2 вопрос

Уже по двум вопросам напрашивается определенный вывод. Средства индивидуальной мобильности закрепились в повседневной жизни тех, кто быстрее всех стремится пробовать нечто новое – детей.

**3. Что из этого ты всегда делаешь, когда катаешься?**

Можно выбрать несколько ответов. Результаты опроса приведены на рисунке 3.

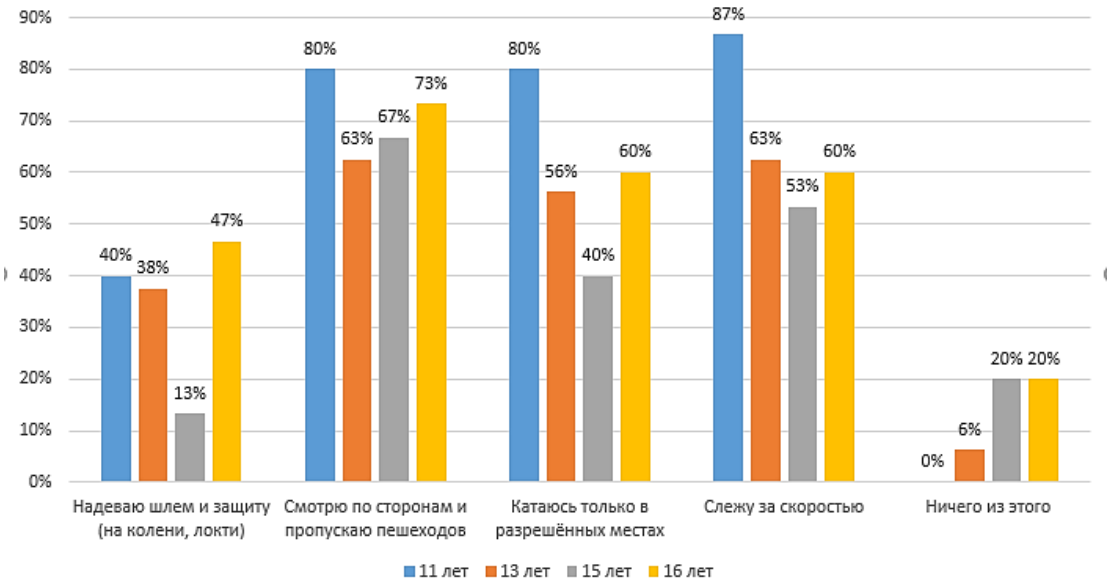



Рис. 3. Ответы на 3 вопрос

**4. Представь, что ты едешь на электросамокате, а тебе звонит мама. Как ты поступишь?**

Результаты опроса приведены на рисунке 4.

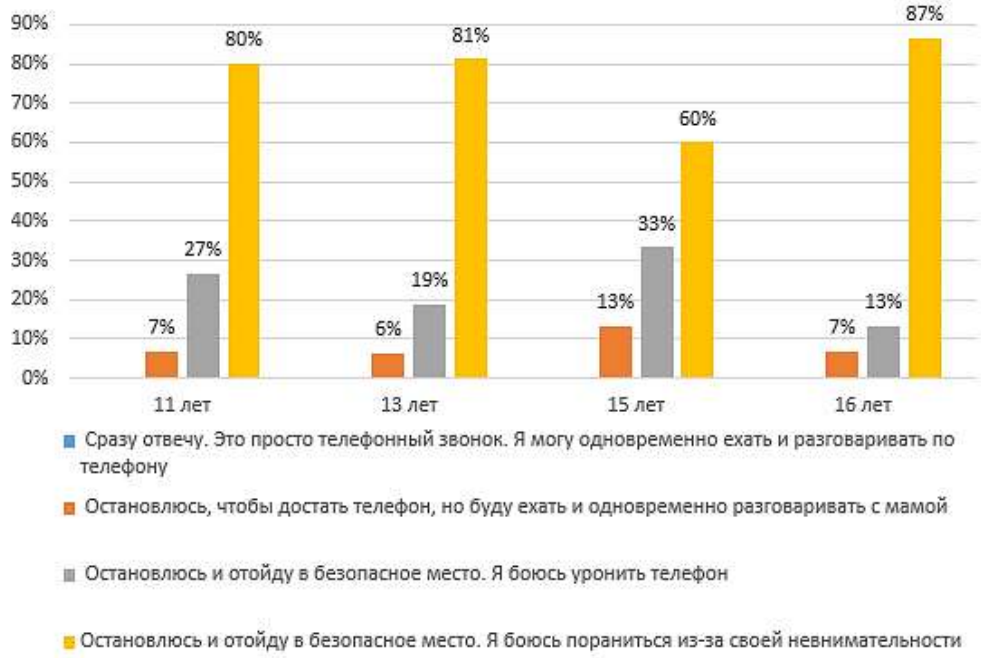



Рис. 4. Ответы на 4 вопрос

**5. Представь, ты катаешься на СИМ с друзьями, а на твоем пути много людей. Как ты поступишь?**

Результаты опроса приведены на рисунке 5.

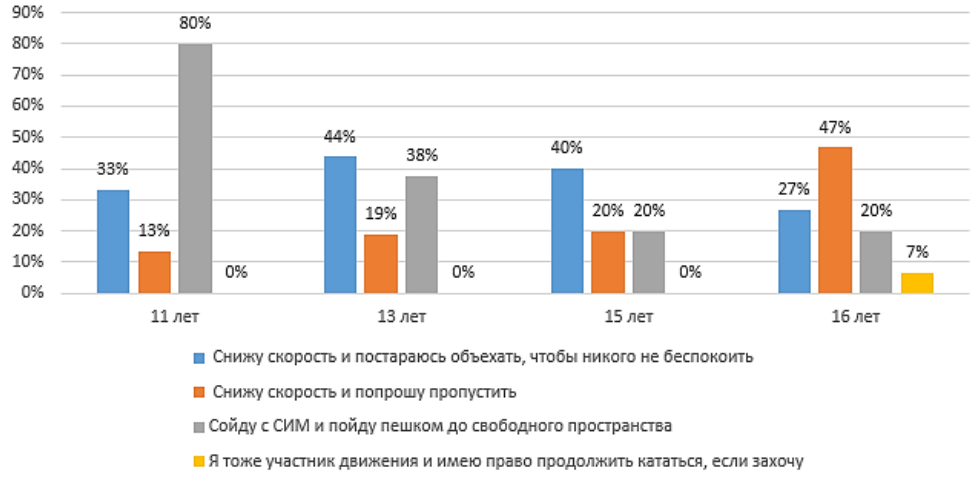



Рис. 5. Ответы на 5 вопрос

Данные вопросы помогают составить примерную картину поведения детей на СИМ. По результатам опроса стоит отметить, что поведение участников осознанное, а большинство отдает предпочтение своей безопасности, а не сохранности мобильного устройства.

Следующие вопросы помогут определить, насколько дети осведомлены о ПДД, которые может быть сложно определить без знания.

**6. Как ты думаешь, с какого возраста можно кататься на электросамокате без сопровождения взрослых?**

Результаты опроса приведены на рис. 6.

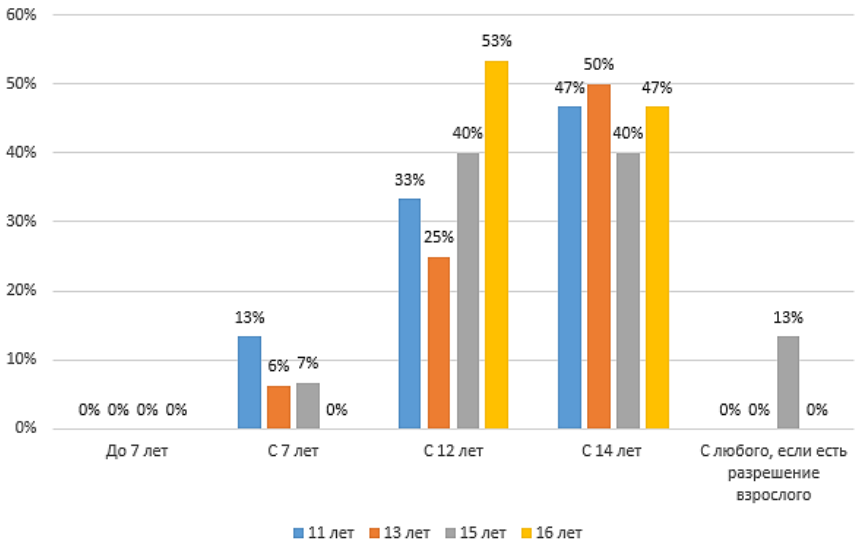



Рис. 6. Ответы на 6 вопрос

**7. Какая максимальная разрешенная скорость может быть на СИМ?**

Результаты опроса приведены на рисунке 7.

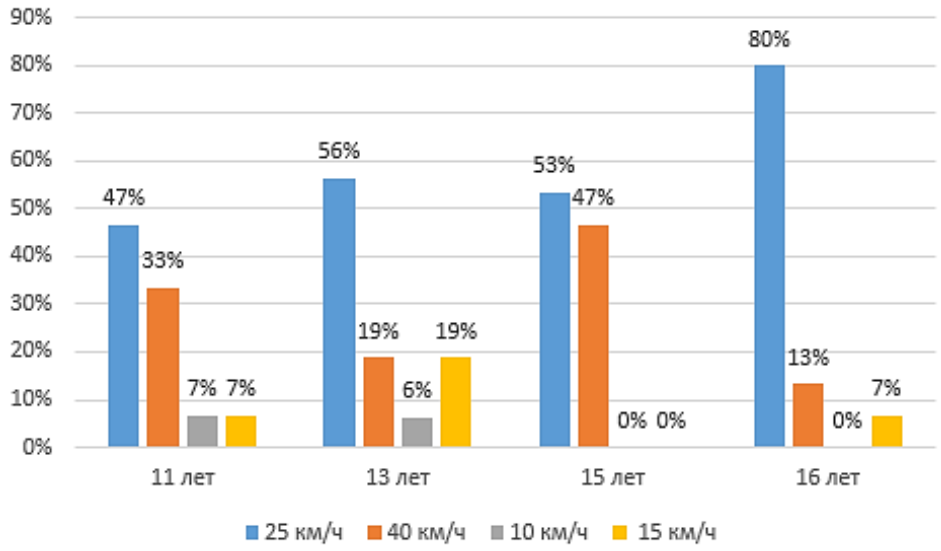



Рис. 7. Ответы на 7 вопрос

**8. Тебе 13 лет, ты едешь на СИМ. Где тебе нельзя кататься?**

Результаты опроса приведены на рисунке 8.

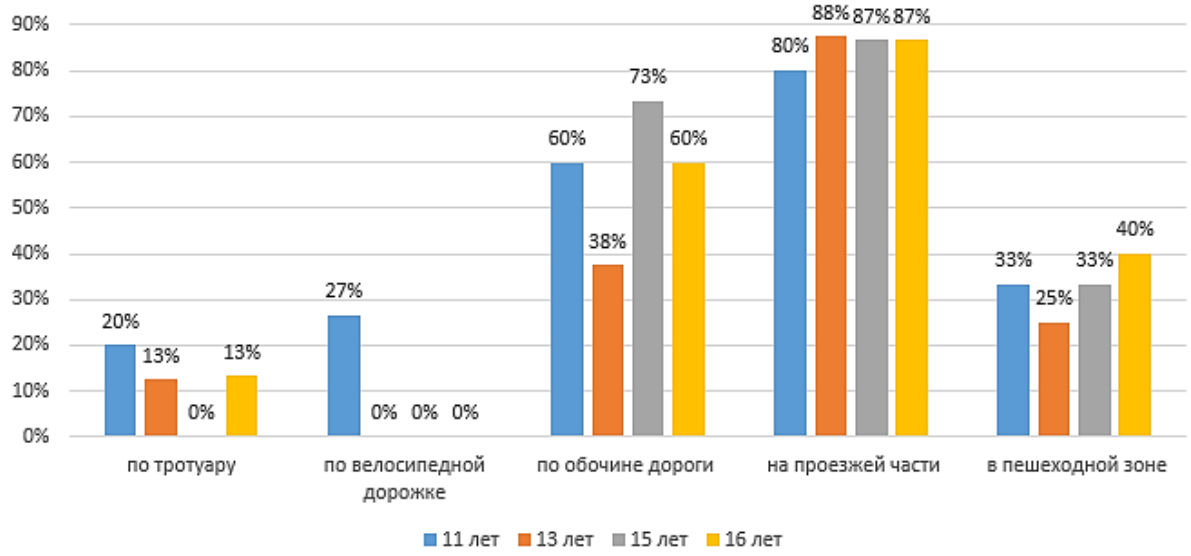



Рис. 8. Ответы на 8 вопрос

**9. Какое максимальное количество человек может ехать на одном электросамокате?**

Результаты опроса приведены на рисунке 9.

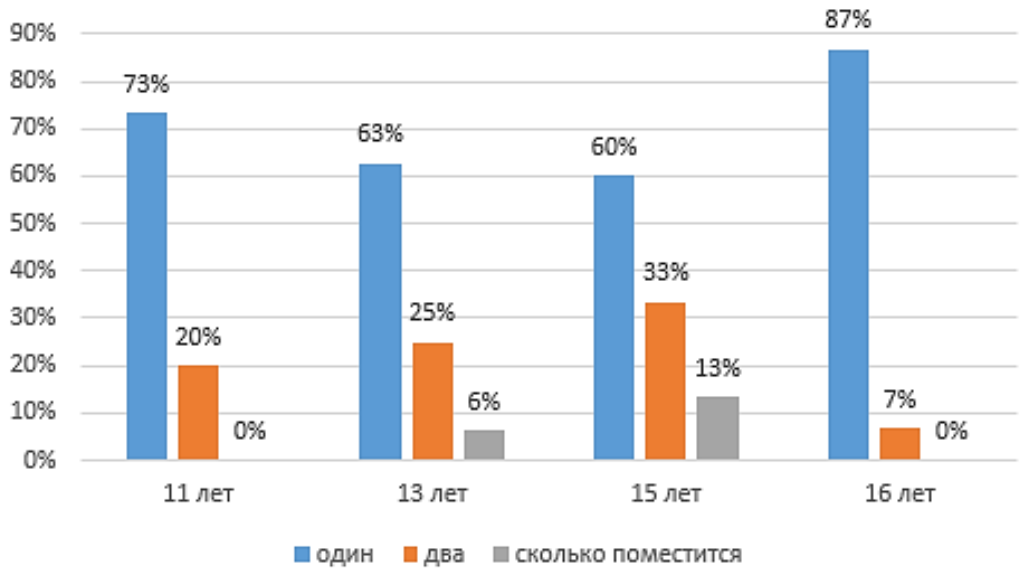



Рис. 9. Ответы на 9 вопрос

**10. Со скольких лет можно самостоятельно пользоваться сервисами кикшеринга (краткосрочной арендой электросамоката)?**

Результаты опроса приведены на рисунке 10.

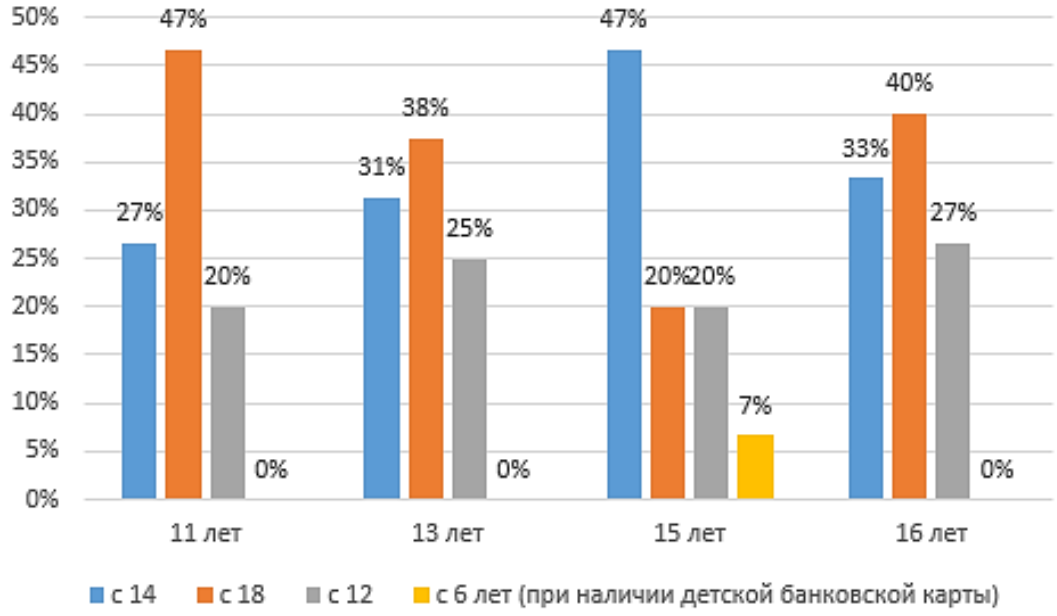



Рис. 10. Ответы на 10 вопрос

**11. Нужно ли спешиваться с СИМ, переходя дорогу по пешеходному переходу?**

Результаты опроса приведены на рисунке 11.

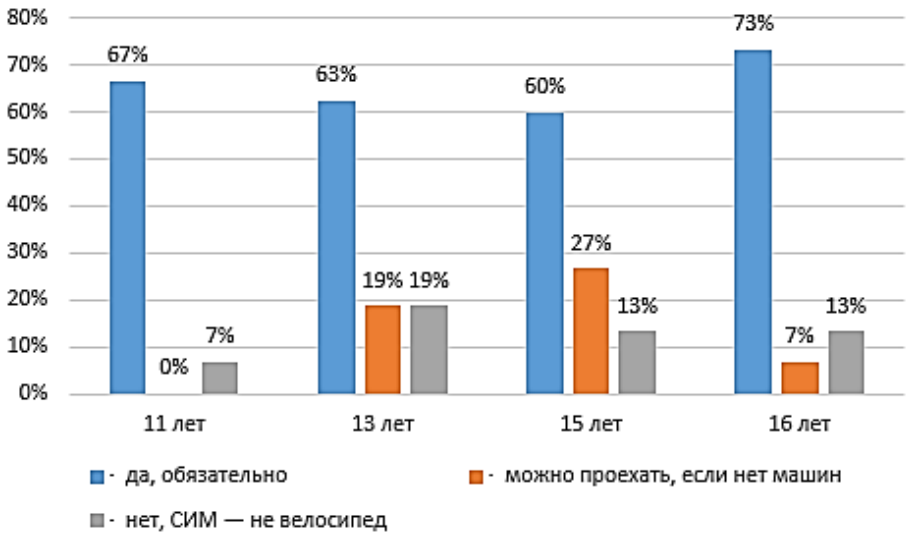



Рис. 11. Ответы на 11 вопрос

**12. Представь, что тебе разрешено выезжать на проезжую часть в силу возраста, но тебе встречаются следующие знаки. Можешь ли ты продолжить ехать по проезжей части?**

Результаты опроса приведены на таблице.

Таблица

**Результаты опроса**

|  | 11 лет | 13 лет | 15 лет | 16 лет |  | 11 лет | 13 лет | 15 лет | 16 лет |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Я могу продолжить движение | 67 % | 75 % | 67 % | 80 % | Я могу продолжить движение | 20 % | 6 % | 20 % | 7 % |
| Я не могу продолжить движение | 20 % | 25 % | 33 % | 20 % | Я не могу продолжить движение | 67 % | 63 % | 80 % | 93 % |

Подводя итоги, можно сказать, что знания участников опроса не совершенны. Чаще всего в анкете ребенок дает как правильные, так и неправильные ответы. А ведь одна ошибка может дорого обойтись.

Перед авторами стоит задача расширить перечень вопрос и количество участников для составления полной картины, а перед родителями, опекунами, образовательными учреждения, сотрудниками ГИБДД – повысить качество и количество знаний. Ведь все дети являются участниками дорожного движения, а также будущим нашей страны!

## Список литературы

1. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 9 месяцев 2025 года. – Текст : электронный // Научный центр БДД МВД России : [сайт]. – URL: https://media.mvd.ru/files/embed/15189496 (дата обращения: 01.03.2026).

2. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 2024 год. – Текст : электронный // Научный центр БДД МВД России : [сайт]. – URL: https://media.mvd.ru/files/embed/11400230 (дата обращения: 02.03.2026).

3. Правила дорожного движения. – Текст : электронный // Консультант Плюс : [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/cons/cgi /online.cgi?from=428459-59&req=doc&base=LAW&n=506719&rnd=PBSsIQ#qori IDVWFefqG3Aq (дата обращения: 03.03.2026).

В начало к содержанию

УДК 004.827

**И.Д. Заикин[1], К.А. Михайлов[2]**
[1]Студент
[2]Канд. физ.-мат. наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# РАЗРАБОТКА ЛОКАЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕК EASYOCR И PADDLEOCR

# DEVELOPMENT OF A LOCAL APPLICATION FOR TEXT RECOGNITION USING EASYOCR AND PADDLEOCR LIBRARIES

***Аннотация.*** *В работе рассматривается задача создания программного обеспечения для оптического распознавания символов (OCR), работающего исключительно на локальном компьютере в офлайн-режиме. Такой подход гарантирует конфиденциальность обрабатываемых данных. Был проведен анализ современных открытых библиотек EasyOCR и PaddleOCR, описаны их архитектурные особенности (детекторы CRAFT и Differentiable Binarization, распознаватели CRNN и SVTR). На основе результатов анализа было разработано приложение на языке программирования Python и графическим интерфейсом Tkinter. Полученный программный продукт обеспечивает высокую точность распознавания текста из изображений без необходимости подключения к интернету.*

***Ключевые слова:*** *оптическое распознавание символов, OCR, EasyOCR, PaddleOCR, нейронные сети, Python, локальное приложение.*

***Summary.*** *This paper considers the problem of developing optical character recognition (OCR) software that runs exclusively locally on a personal computer in offline mode. This approach guarantees the confidentiality of processed data. An analysis of modern open-source libraries EasyOCR and PaddleOCR is carried out, their architectural features (CRAFT and Differentiable Binarization detectors, CRNN and SVTR recognizers) are described. Based on the analysis results, an application is developed in Python with a Tkinter graphical interface. The resulting software product provides high accuracy of text recognition from images without the need for an Internet connection.*

***Keywords:*** *optical character recognition, OCR, EasyOCR, PaddleOCR, neural networks, Python, local application.*

В условиях всеобщей цифровизации все большее значение приобретает задача автоматизированного извлечения текстовой информации из изображений различных форматов. Оптическое распознавание символов (OCR) широко применяется в системах электронного документооборота, автоматизации учета, архивирования и многих других областях. Однако большинство коммерческих OCR-решений являются облачными, что создает риски утечки конфиденциальных данных при обработке документов, договоров или медицинских карт. Следовательно, возникает необходимость в наличии приложения по распознаванию текстовой информации, работающего исключительно без использования ресурсов сети интернет. В данной работе приведен анализ современных решений по распознаванию текста. По результатам анализа выбраны подходящие для данной задачи методы и разработано приложение.

В начале статьи рассмотрим эволюцию нейросетевых архитектур, которые лежат в основе современных OCR-решений.

Фундаментом современных технологий компьютерного зрения являются сверточные нейронные сети (CNN). Одной из первых и наиболее значимых архитектур стала LeNet [1], разработанная Яном Лекуном в конце 1980-х гг. для распознавания рукописных цифр. Она успешно применялась в банкоматах для чтения чеков. Несмотря на свою простоту и невозможность решения сложных задач современности, именно LeNet доказала, что нейросети способны эффективно извлекать признаки из изображений, заложив основу для всех последующих разработок в области OCR (рис. 1).

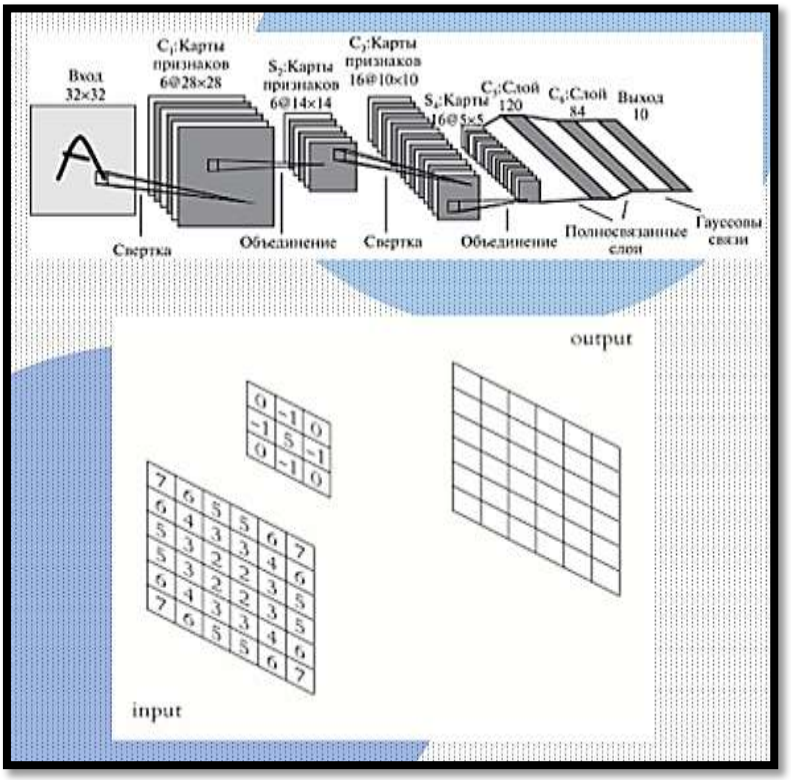



Рис. 1. Принцип работы CNN LeNet

Следующим важным этапом стала детекция объектов – задача не просто классификации изображения, но и определения местоположения объектов на нем. Семейство R-CNN (Region-based CNN) [2], предложенное Россом Гиршиком, работало по трехэтапному принципу: генерация регионов-кандидатов, извлечение признаков из каждого фрагмента с помощью CNN и их классификация (рис. 2). Этот подход обеспечивал высокую точность, но был крайне медленным из-за необходимости обрабатывать тысячи фрагментов.

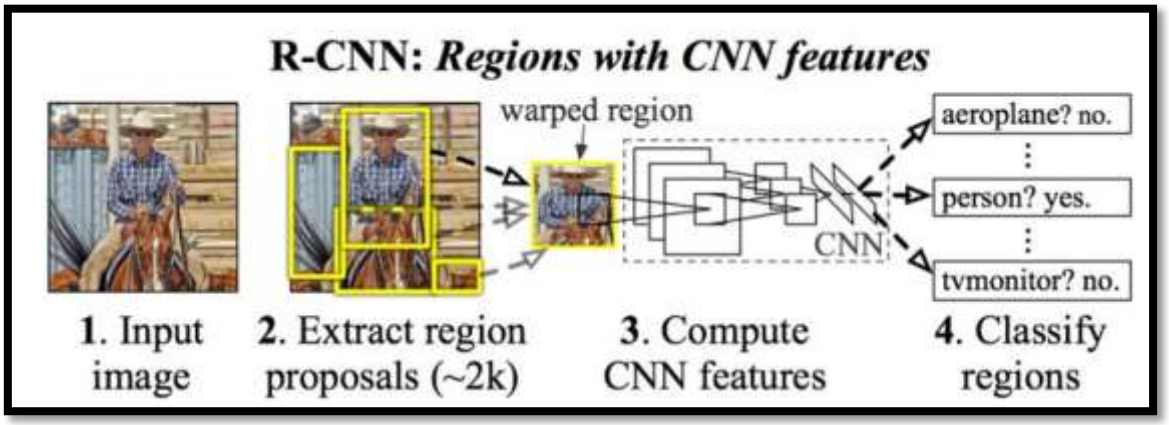



Рис. 2. Принцип работы R-CNN

Настоящий прорыв в скорости совершило семейство YOLO ("You Only Look Once") – одноэтапные детекторы, обрабатывающие изображение целиком за один проход и мгновенно предсказывающие классы объектов и их границы [3]. На рисунке 3 отображены принципы, заложенные в этих архитектурах, напрямую повлиявшие на развитие детекторов текста в OCR-системах.

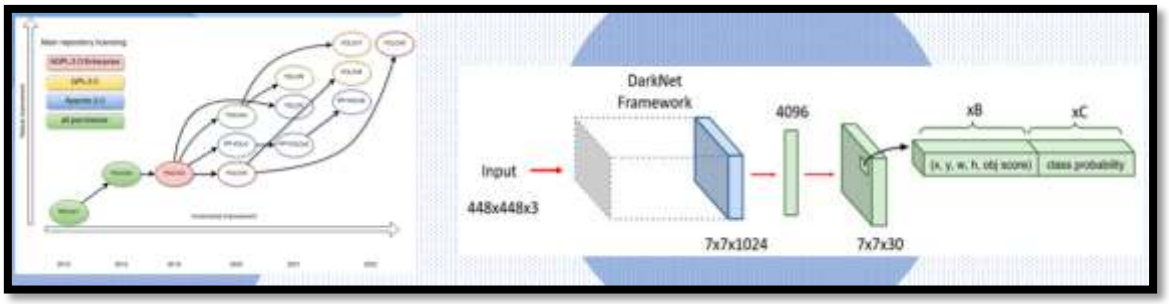



Рис. 3. Модель YOLO

Параллельно развивались методы сегментации изображений, работающие на уровне пикселей. Архитектура U-Net [4], разработанная для медицинских задач, стала «золотым стандартом» благодаря своей U-образной форме: сжимающему пути (энкодеру) для захвата контекста и симметрич-

ному расширяющемуся пути (декодеру) для точного восстановления деталей. Именно принципы, заложенные в U-Net и подобных сетях, используются в современных моделях для выделения символов на сложном фоне (рис. 4).

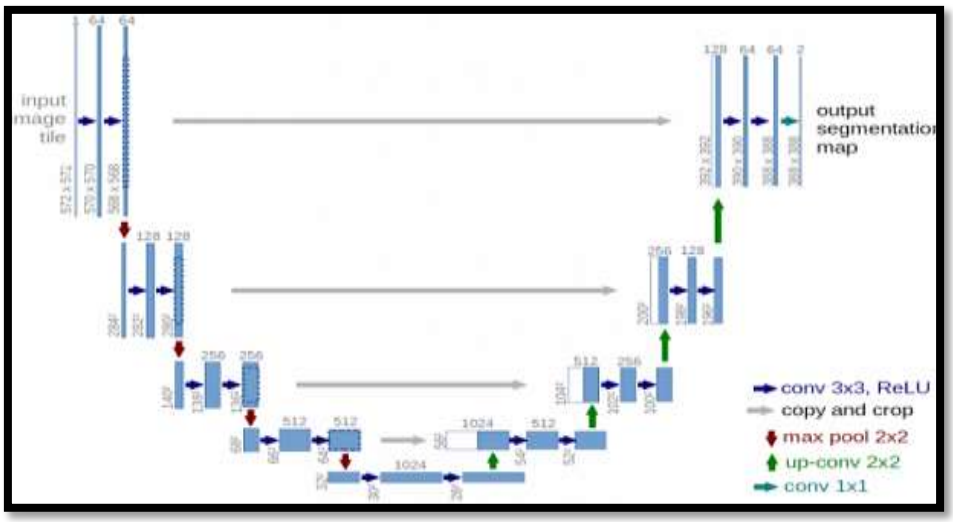



Рис. 4. Модель U-Net

На рисунке 5 представлен сравнительный анализ описанных выше OCR. Различные современные OCR базируются на принципах, указанных ранее, что особо важно для выбора программных средств решения поставленной задачи.

| | LeNet | R-CNN | YOLO (v1–v8) | U-Net |
|---|---|---|---|---|
| Преимущества | Простая и понятная архитектура.<br>Хорошо работает на небольших изображениях.<br>Низкие вычислительные требования. | Высокая точность на ранних этапах развития детекторов.<br>Чёткое разделение этапов: выделение регионов и классификация. | Очень высокая скорость.<br>Подходит для обработки видеопотоков.<br>Простая архитектура «одним взглядом». | Отлично работает на малых выборках.<br>Высокая точность на медицинских изображениях.<br>Симметричная структура облегчает обучение. |
| Недостатки | Непригодна для сложных задач.<br>Недостаточная глубина и выразительность. | Очень медленная работа.<br>Многоступенчатое обучение. | Точность ниже, чем у двухэтапных детекторов на сложных сценах.<br>Проблемы с малыми объектами. | Ограниченная масштабируемость.<br>Не всегда подходит для сложных сцен. |

Рис. 5. Сравнительный анализ различных OCR

Современные OCR-системы являются прямыми наследниками описанных архитектур, комбинируя подходы детекции и распознавания. Рассмотрим два наиболее популярных открытых решения, работающих полностью локально, EasyOCR и PaddleOCR.

EasyOCR (разработка Jaided AI) представляет собой простую в использовании библиотеку, поддерживающую более 80 языков, включая русский и английский. Процесс распознавания в EasyOCR разделен на два этапа, что напрямую перекликается с двухэтапными детекторами семейства R-CNN: детекция текста с помощью модели CRAFT (Character-Region Awareness For Text detection) и распознавание каждого выделенного блока сетью на базе архитектуры CRNN (Convolutional Recurrent Neural Network) [5]. Основным преимуществом EasyOCR является минимальный порог вхождения и хорошее качество на типичных фотографиях документов.

PaddleOCR (разработка Baidu) – это промышленный инструментарий с открытым кодом, построенный на фреймворке глубокого обучения PaddlePaddle. Он предлагает модульную архитектуру, позволяющую выбирать, комбинировать и дообучать отдельные компоненты: детектор, распознаватель, классификатор направления текста. В семействе моделей PP-OCRv4 используются передовые решения: детектор текста на основе алгоритма Differentiable Binarization и распознаватель Single Visual Text Recognition [6]. PaddleOCR особенно эффективен для распознавания текста на документах с высокой плотностью символов. Благодаря поддержке русского языка и возможности тонкой настройки, он часто используется как основной движок в профессиональных разработках.

После выбора OCR для поставленной задачи приведем системные требования к аппаратному и программному обеспечению (рис. 6).

| Требования к системе | |
|---|---|
| Операционная система | Windows 10/11 (только 64-разрядная версия). |
| Процессор | Любой 64-разрядный (x86_64) с частотой от 1.5 ГГц. |
| Оперативная память (RAM) | Минимум: 4 ГБ (для загрузки моделей и обработки изображений). |
| Дисковое пространство | Для установки: около 1–1.5 ГБ (само приложение + распакованные модели и зависимости). |
| Графический процессор (GPU) | Наличие GPU ускорителя, для быстрой работы приложения, альтернатива CPU, если нет возможности скачать драйвера. и других компонентов). |
| Программное обеспечение | Microsoft Visual C++ Redistributable (x64) — необходима для корректной работы OpenCV, PyTorch и других компонентов |
| Интернет | Подключение к интернету (только при первом запуске) — для автоматической загрузки языковых моделей EasyOCR/PaddleOCR, если они не были включены в установочный пакет. |

Рис. 6. Системные требования

В качестве языка программирования был выбран Python версии 3.11, что обеспечит высокую производительность приложения. Графический интерфейс реализован с использованием библиотеки Tkinter, входящей в стандартную поставку Python.

Опишем архитектуру приложения:

– модуль загрузки изображений – позволяет пользователю выбрать файл в форматах JPG, PNG;

– модуль инициализации OCR-движков – при запуске приложения в фоновом потоке производится загрузка моделей EasyOCR и PaddleOCR;

– модуль распознавания – реализует комбинированный подход: сначала изображение обрабатывается детектором EasyOCR для выделения текстовых областей, затем каждый фрагмент передается в распознаватель PaddleOCR. Это ключевой момент приложения, при использовании которого точность распознавания увеличивается более чем на 10 %, нежели при использовании только одного из методов распознавания;

– модуль постобработки – полученные результаты сортируются по координатам (сверху вниз, слева направо) и объединяются в связный текст;

– модуль сохранения результатов – позволяет скопировать распознанный текст в буфер обмена, сохранить его в текстовый файл (TXT) или в формате CSV с указанием координат каждого фрагмента;

– структура интерфейса включает область предварительного просмотра изображения, текстовое поле для вывода результата, панель кнопок управления и строку состояния, отображающую текущий статус и время обработки.

В качестве примеров для тестирования были предложены отсканированные паспорта РФ, водительские права и фотографии некоторых печатных документов. Тестирование показало, что комбинированный метод устойчив к небольшим перекосам и засветкам. Основные ошибки возникали при распознавании сильно искаженных фрагментов (например, текст на сгибе документа) или при наличии плотных штампов, перекрывающих символы. Результат работы приложения можно увидеть на рисунке 7.

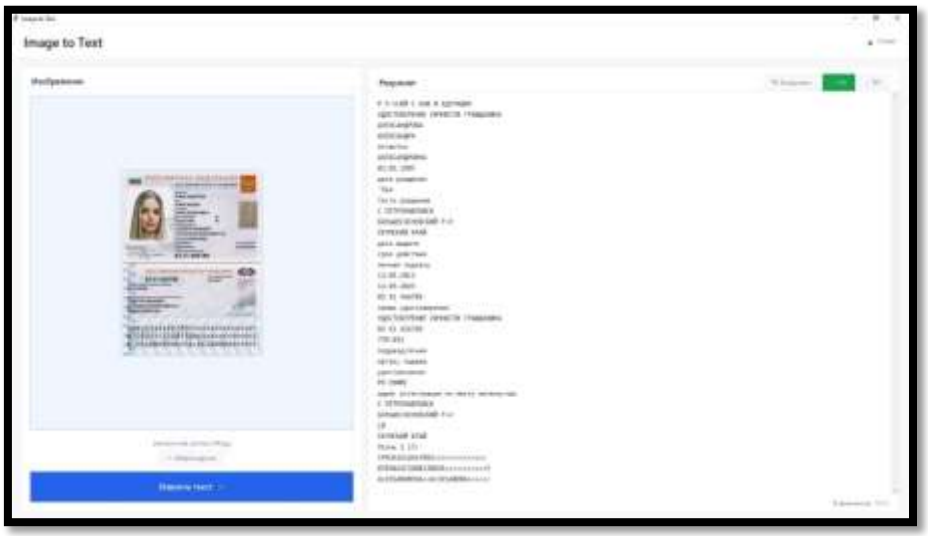



Рис. 7. Результат работы приложения

В ходе выполнения работы было разработано локальное приложение для распознавания текста документов, использующее два современных OCR-движка – EasyOCR и PaddleOCR. Комбинированный подход позволил повысить точность и надежность распознавания по сравнению с использованием каждого из движков по отдельности. Приложение имеет удобный графический интерфейс, работает полностью в офлайн-режиме и может быть использовано для решения практических задач, требующих конфиденциальности данных.

## Список литературы


1. Gradient-based learning applied to document recognition / Y. LeCun, L. Bottou, Y. Bengio, P. Haffner // Proceedings of the IEEE. – 1998. – Vol. 86, № 11. – P. 2278–2324.
2. Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation / R. Girshick, J. Donahue, T. Darrell, J. Malik // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2014. – P. 580–587.
3. You only look once: Unified, real-time object detection / J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, A. Farhadi // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2016. – P. 779–788.
4. U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation / O. Ronneberger, P. Fischer, T. Brox // International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI). – Springer, 2015. – P. 234–241.
5. EasyOCR: Ready-to-use OCR with 80+ languages. – URL: https://github.com/JaidedAI/EasyOCR (дата обращения: 02.03.2026).
6. PaddleOCR: Awesome multilingual OCR toolkits based on PaddlePaddle. – URL: https://github.com/PaddlePaddle/PaddleOCR (дата обращения: 02.03.2026).


В начало к содержанию

УДК 621.891

**В.Д. Калюжный [1], А.В. Кожемяченко [2], А.Е. Карелин[3]**
[1]Аспирант
[2]Д-р. техн. наук, профессор
[3]Ст. преподаватель
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА О НЕОБХОДИМОСТИ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА БЫТОВЫХ МАШИН

# THE STATUS OF THE ISSUE OF THE NEED FOR TRIBOTECHNICAL METHODS IN ENSURING THE LIFE CYCLE OF HOUSEHOLD MACHINES

***Аннотация.*** *В статье обосновывается критическая необходимость интеграции триботехнических методов в обеспечение полного жизненного цикла бытовых машин в условиях современных вызовов импортозамещения и ресурсосбережения. Показано, что фрикционные потери и износ узлов трения являются ключевыми факторами, определяющими энергоэффективность, стоимость владения и конкурентоспособность бытовой техники. На основе анализа международного опыта (данные по США, Китаю, Великобритании) демонстрируется высочайшая экономическая эффективность трибологических мероприятий, где возврат инвестиций может достигать соотношения 1:40 и выше. В работе делается вывод о системном отставании российской промышленности в данной области и подчеркивается необходимость разработки и внедрения государственных программ ресурсосбережения через трибологию, аналогичных зарубежным. Предложена модель поиска оптимальных решений для выбора триботехнических методов повышения работоспособности машин.*

***Ключевые слова:*** *триботехника, жизненный цикл, бытовые машины, импортозамещение, ресурсосбережение, энергоэффективность, износ, трение, экономическая эффективность.*

***Summary.*** *The article substantiates the critical need for integrating tribotechnical methods into the entire life cycle of household appliances in the context of modern challenges of import substitution and resource conservation. It is shown that frictional losses and wear of friction units are key factors determining the energy efficiency, cost of ownership, and competitiveness of household appliances. Based on the analysis of international experience (data from the USA, China, the UK), the high economic efficiency of tribological measures is demonstrated, where the return on investment can reach ratios of 1:40 and higher. The work concludes that there is a systemic lag in the Russian industry in this area and emphasizes the need for the development and implementation of state resource-saving programs through tribology, similar to foreign ones. A model for finding optimal solutions for selecting tribotechnical methods to improve machine performance is proposed.*

***Keywords:*** *tribotechnology, life cycle, household appliances, import substitution, resource conservation, energy efficiency, wear, friction, cost-effectiveness.*

Актуальность обеспечения надежности и долговечности бытовых машин в современной экономической ситуации определяется двумя основными факторами: необходимостью выполнения Федеральных программ импортозамещения и комплексного снижения энерго- и ресурсопотребления. Производство новой конкурентоспособной техники, превосходящей или соответствующей зарубежным аналогам, упирается в решение фундаментальной проблемы – минимизации фрикционных потерь в механизмах, которые составляют значительную долю (от 30 до 80 %) общих энергозатрат.

Срок службы и стоимость владения бытовой техникой напрямую зависят от износа трущихся узлов, который является основной причиной выхода машин из строя. Затраты на ремонт и обслуживание зачастую в не-

сколько раз превышают первоначальную стоимость устройства, а срок службы отремонтированных машин сокращается в 3-5 раз. Это наносит прямой ущерб репутации производителей в условиях обострившейся конкуренции.

В данной связи целью статьи является анализ состояния и обоснование первостепенной важности триботехнических методов для повышения конкурентоспособности, энергоэффективности и надежности бытовых машин на всех этапах их жизненного цикла. Для достижения этой цели в работе решаются следующие задачи:

1. Анализ масштабов энергетических и экономических потерь, вызванных трением и износом в бытовой технике.
2. Сравнительная оценка эффективности государственных программ ресурсосбережения через трибологию в ведущих мировых странах (США, Китай, Германия, Великобритания).
3. Обоснование экономической целесообразности внедрения триботехнических мероприятий для российской промышленности.
4. Предложение подхода к оптимизации выбора методов повышения износостойкости трибосопряжений.

При постановке задачи производства новой единицы техники, удовлетворяющей не только непрерывно растущим требованиям потребителей, но и действующим Федеральным программам импортозамещения, комплексного снижения энерго- и ресурсопотребления силовых агрегатов машин и оборудования, в частности бытового назначения, в процессе поддержания их работоспособного состояния неотъемлемой и первостепенной задачей является минимизация фрикционных потерь в механизмах, составляющих значительную долю (более 30–80 % в зависимости от кинематики механизма) общих энергозатрат [1, 2]. Данные потери с увеличением времени эксплуатации бытовых машин и приборов в силу разных причин, первостепенной из которых служит износ, могут увеличиться в несколько раз. Износ – основной фактор изъятия машины из эксплуатации, например, даже в тех исключительных случаях, когда инженерная мысль смогла свести потери на трение к минимуму: в холодильных, стиральных машинах, электробритвах и другом оборудовании бытового назначения. Срок службы отремонтированных машин сокращается в 3-5 раз по сравнению с новыми. Затраты на ремонт, послеремонтное и периодическое обслуживание машины в 2-7 раз превышает ее стоимость [1].

В настоящее время в связи с введением экономических санкций и сокращения производственных мощностей Европейских фирм-производителей бытовой техники на территории России, с увеличением доли участия азиатского рынка, перспективной моделью экономического развития промышленности стал переход к изготовлению бытовых машин: холодильников, морозильных камер, стиральных, швейных машин и т.д. с более высокими эксплуатационными показателями (минимальными массой, энерго-

потреблением, материалоемкостью, высокой долговечностью и производительностью) способными составить достойную конкуренцию зарубежным аналогам. Перечислены, на первый взгляд, взаимно исключающие друг друга требования, поскольку увеличение производительности сопровождается ужесточением условий работы машины: увеличением скоростей и нагрузок, действующих в ее подвижных сопряжениях, вибрационных параметров и шумов. Последнее затрудняет оптимизацию конструкции машины и решение проблемы ее надежности. С увеличением срока эксплуатации машины растет количество деталей нуждающихся в ремонте или полной замене. В ряде случаев стоимость вопроса ремонта машины соизмерима с ее приобретением. В зависимости от того, как проявила себя данная техника в процессе эксплуатации потребитель приобретает оборудование или того же производителя, или же будучи неудовлетворенным качеством продукции – другого. В последнем случае наносится ущерб репутации производителя, многократно превышающий денежную стоимость единицы производимой им техники.

Основными узлами бытовых машин и приборов подверженных разрушению в процессе эксплуатации являются узлы трения, поэтому проблема совершенствования их качества неотделима от решения триботехнических вопросов повышения износостойкости трибосопряжений [3].

Выдающийся триболог академик В.А. Белый считал, что «…недопустимая неосведомленность часто препятствует и сводит на нет прогресс, достигаемый в областях трибоматериаловедения и триботехники». По материалам доклада «Ресурсосберегающие технологии энергосберегающих нанотехнологий для обновления станочного парка и промышленности России» (к.т.н. В.А. Шмелев, ООО «Автор», г. Санкт-Петербург) потери энергии, израсходованной исключительно на износ оборудования, составляют от 1 до 7 % энергозатрат любого промышленного предприятия, в том числе и предприятий, осуществляющих производство бытовых машин и использующих в качестве активов машины бытового назначения. Больше половины энергозатрат, потребляемых бытовыми машинами, расходуется на преодоление сопротивления, создаваемого трением между их рабочими элементами, что выражается в их невысоком КПД. У большинства бытовых машин в результате износа, плохой регулировки, неправильного хранения или эксплуатации мощность силовой установки в среднем на 10...15 % ниже номинальной [1, 5].

В этой связи по материалам доклада «Состояние и перспективы развития рынков промышленного ресурсосбережения России, постсоветских республик и остальных стран БРИК» (к.т.н. В.А. Шмелев, ООО «Автор», г. Санкт-Петербург) сделанного на основании реалий развития экономики России показано, что при широкомасштабном внедрении мер антифрикционного ресурсосбережения, экономический выигрыш от применения трибологических мероприятий может составить 500 руб. на 1 руб. капиталь-

ных вложений. Внедрение такой программы имеет наибольшие приоритеты в нарастающих масштабах мирового сырьевого и финансового кризиса, поскольку позволяет экономить до 1,3…1,6 % валового национального дохода (цифры приведены в отношении Великобритании за период 22 последних года). Примечательно, что 20 % видимой экономии от трибологических мероприятий высвобождаются без значительных капитальных вложений [5]. В таких странах, как Германия, Великобритания, Китай, США действуют правительственные программы ресурсосбережения через трибологию, в рамках которых проведен мониторинг всех отраслей промышленности перечисленных стран. Данные мониторинга Китайских исследователей, выполненного за пятилетний период с привлечением 5000 человек, позволили оценить эффективность капиталовложений в трибологическое направление различных отраслей промышленности. Было установлено, что годовая эффективность внедрения трибологических мероприятий составляет 1:40 – на 1 единицу затраченных средств 40 единиц прибыли [5]. В металлургической отрасли Китая величина высвобождаемой экономии денежных средств при внедрении трибологических методов энерго- и ресурсосбережения составляет 1:76 [5]. Соотношение капитальных вложений к экономии по этим же показателям, опубликованное в отчете программы правительства США «Стратегия энергетической экономии через трибологию», составило 1:64. На основании перечисленных сведений, видно, что эффективность российской промышленности на сегодняшний момент более чем на порядок отстает от промышленности Китая и США [5].

В ведущих университетах России ведутся работы по совершенствованию методов повышения износостойкости узлов трения оборудования, машин и инструментов [6]. Многие из разработанных методов не находят широкого применения из-за сложности, трудоемкости и высокой стоимости реализации, многие же не оправдывают своего назначения. Для оптимизации выбора методов триботехнического повышения работоспособности машин составлена модель поиска оптимальных решений.

Проведенное исследование однозначно подтверждает, что решение задач импортозамещения и создания конкурентоспособной бытовой техники с высокими эксплуатационными показателями невозможно без системного внедрения триботехнических методов на всех этапах жизненного цикла изделий – от проектирования до утилизации.

Основные выводы работы сводятся к следующему:

1. Износ узлов трения является определяющим фактором, ограничивающим ресурс бытовых машин, и приводит к значительным экономическим и репутационным потерям для производителей.

2. Международный опыт свидетельствует о высочайшей эффективности государственных программ, направленных на ресурсосбережение через трибологию, с соотношением капитальных вложений к экономии на уровне 1:40–1:76.

3. Российская промышленность демонстрирует системное отставание в вопросах внедрения триботехнических методов, что ставит под угрозу выполнение программ импортозамещения и снижает конкурентоспособность отечественной продукции.

4. Для преодоления этого отставания необходима разработка и реализация аналогичной государственной программы, а также оптимизация выбора существующих методов повышения износостойкости.

Перспективным направлением дальнейших исследований является развитие и практическое внедрение предложенной модели поиска оптимальных триботехнических решений для конкретных типов бытовых машин и узлов, а также экономическое моделирование эффекта от широкомасштабного внедрения таких решений в российской промышленности.

## Список литературы

1. Гаркунов, Д.Н. Триботехника : учебник для втузов / Д.Н. Гаркунов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1989. – 328 с. – Допущено Гос. Ком. СССР по нар. образованию. – ISBN 5-217-00348-0. – Текст : непосредственный.

2. Прокопенко, А.К. Избирательный перенос в узлах трения машин бытового назначения : монография / А.К. Прокопенко. – Москва : Легпромбытиздат, 1987. – 104 с. – Текст : непосредственный.

3. Кочегаров, Б.Е. Бытовые машины и приборы : учебное пособие / Б.Е. Кочегаров, В.В. Лоцманенко, Г.В. Опарин – Владивосток : Изд-во ДВГТУ, 2003. – 178 с. – ISBN 5-759-60724-3. – Текст : непосредственный.

4. Ремонт и обслуживание бытовых машин и приборов : учебное пособие для образоват. учреждений нач. проф. образования / С.П. Петросов, В.А. Смоляниченко, В.В. Левкин [и др.]. – Москва : Академия, 2003. – 320 с. – ISBN 5-7695-1189-3. – Текст : непосредственный.

5. Джост, Х.П. Прошлое и будущее трибологии / Х.П. Джост. – Текст : непосредственный // Трение и износ. – 1990 (11), № 1. – С. 149–159.

6. Прокопенко, А.К. Использование избирательного переноса в оборудовании предприятий бытового обслуживания и его экономическая эффективность / А.К. Прокопенко, В.Н. Францев, Е.А. Панфилов, М.М. Качурина. – Текст : непосредственный // Долговечность трущихся деталей машин : сб. науч. тр. – Вып. №3. – Москва : Машиностроение, 1988. – С. 266–270.

В начало к содержанию

УДК 303.732
**А.Е. Карелин[1], М.А. Лемешко[2], А.В. Кожемяченко[3]**
[1]Ст. преподаватель
[2]Канд. техн. наук, доцент
[3] Д-р техн. наук, профессор
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ СОРТИРОВКИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

# A SYSTEMATIC APPROACH TO AUTOMATING MUNICIPAL SOLID WASTE SORTING PROCESSES

***Аннотация.*** *В статье рассматриваются теоретические и методологические основы применения системного подхода при проектировании технологий сортировки твердых коммунальных отходов (ТКО). Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности сортировочных процессов в условиях растущего объема отходов и ужесточения экологических требований. Целью работы является разработка методологических принципов системного анализа для создания рациональных технологий сортировки ТКО с учетом взаимосвязи технических, экономических, экологических и социальных факторов.*

*В качестве методов исследования применяются системный анализ, теория принятия решений, методы математического моделирования, включая аппарат нечеткой логики. Рассматриваются вопросы автоматизации и роботизации сортировочных процессов как ключевого направления улучшения условий труда и повышения производительности.*

***Ключевые слова:*** *твердые коммунальные отходы (ТКО), системный подход, системный анализ, сортировка отходов, автоматизация.*

***Summary.*** *This article examines the theoretical and methodological foundations of applying a systems approach to the design of municipal solid waste (MSW) sorting technologies. The relevance of this research stems from the need to improve the efficiency of sorting processes in the face of growing waste volumes and stricter environmental requirements. The aim of this work is to develop methodological principles for systems analysis to create rational MSW sorting technologies that take into account the interrelationships between technical, economic, environmental, and social factors.The research methods utilize systems analysis, decision theory, and mathematical modeling, including fuzzy logic. The study examines the automation and robotization of sorting processes as a key area for improving working conditions and increasing productivity.*

***Keywords:*** *municipal solid waste (MSW), systems approach, systems analysis, waste sorting, automation.*

Для разработки эффективных систем и технологий сортировки твердых коммунальных отходов необходимо рассматривать все факторы, влияющие на решение основной задачи разделение массы отходов на отдельные фракции с минимальными затратами, максимальной производительностью и максимально глубиной сортировки.

При этом необходимо решать задачи по выбору технологий, рациональных машин, оборудования, средства автоматизации и роботизации.

Взаимосвязь и взаимозависимость этих факторов обуславливают необходимость для решения этих задач использовать системный подход.

Особенностью решаемых задач для достижения цели исследований, является многоплановость условий, влияющих на результат достижения цели проектирования.

Общий алгоритм решения задач включает изменение условий труда работников при сортировке отходов, совершенствование технологии сортировки, выявление имеющегося оборудования для совершенствования процесса сортировки отходов и выявления возможности применения современных средств механизации и автоматизации процесса сортировки ТКО. Важность перспектив реализации принимаемых решений, включает использование сведений о степени автоматизации процессов сортировки, и экономические ограничения, и состояние накоплений, захоронений отходов в совокупности с экологическими проблемами.

Системный анализ представляет собой совокупность методов решения сложных проблем и способ упорядочения и более эффективного использования знаний, суждений специалистов в процессе принятия решений.

В понятие «система» в дальнейших анализах и проектных решениях будем учитывать, что это цельное состояние технологии и(или) объекта труда, составленный из соединенных и взаимосвязанных частей; – множества элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определенную целостность, единство для выполнения общей целевой функции.

Важной параллельной задачей исследований является экологический вопрос. Фактор накопления отходов на полигонах и степень переработки отходов, и другие факторы. Поэтому для принятия решений и использования системного подхода, для разработки рекомендаций по улучшению условий труда сортировщиков необходимы сведения о каждом влияющем факторе и сведения о связях факторов между собой. Возможно появится необходимость использовать, отдельные фрагменты системного подхода.

Ценность системного подхода состоит в том, что рассмотрение категорий системного анализа создает основу для логического и последовательного подхода к проблеме принятия решений. Эффективность решения проблем с помощью системного анализа определяется структурой решаемых проблем, которую можно использовать для решения задач проекта, цели исследований.

Обращение с ТКО в общем смысле – это комплекс мероприятий, действий, технологий, систем управления, оборудования и комплексов для сортировки отходов различной конфигурации.

Стержневым фактором для достижения цели исследований является технология сортировки отходов, технологии переработки и использования отсортированных отходов. В этом комплексе задач важным фактором являются финансовые возможности и временной фактор введения в эксплуатацию новых сортировочных линий, новых машин, новых средств автоматизации процесса сортировки. Это подход, принятый в данных исследова-

ниях, является основным вектором разработки рекомендаций по совершенствованию технологии сортировки ТКО.

Ценность системного подхода состоит в том, что рассмотрение категорий системного анализа создает основу для логического и последовательного подхода к проблеме принятия решений. Эффективность решения проблем с помощью системного анализа определяется структурой решаемых проблем.

К методам системного анализа относятся следующие методы: теоретико-множественный; статистический; кибернетический (объект в виде черного ящика); векторной оптимизации; имитационного моделирования; принятия решений и др.

В данных исследованиях будем использовать метод принятия решений. Можно выделить 3 главные стадии системного анализа: выделение составных частей проблемы, формализация этих частей; обнаружение пути решения проблемы (возможно применение методов математики); практическая реализация полученных результатов. Одновременно учитываем возможность использования «методики улучшающей вмешательство в проблемную ситуацию».

Используемые принципы системного анализа: целенаправленность; относительность; связанность; и др. Области применения системного анализа определяются с точки зрения характера решаемых задач: задачи, связанные с анализом целей и функций; задачи разработки или совершенствования структур; задачи проектирования; задачи маркетинга [1].

На рисунке 1 приведена разработанная логическая схема технологии сортировки отходов. Приведенная схема показывает основу структуры системного подхода.

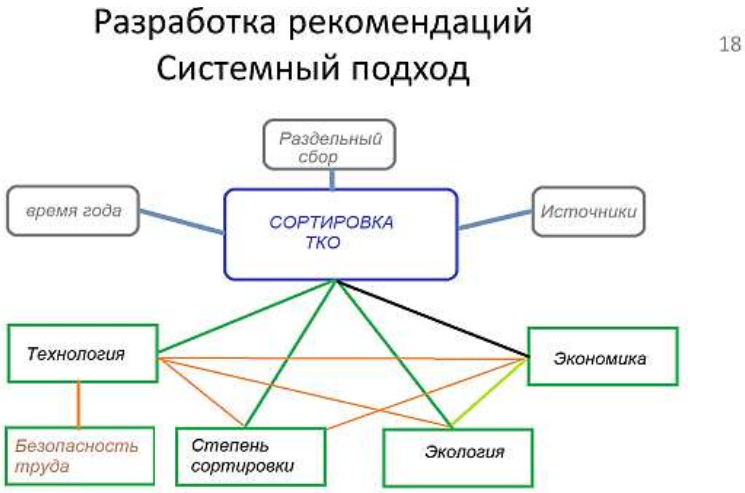



Рис. 1. Логическая схема сортировки отходов

В соответствии с принятым подходом в системном анализе процесс сортировки отходов рассмотрим с учетом основных факторов, влияющих на эффективность технологии сортировки путем оптимизации связей меж-

ду связанными факторами и экономическую целесообразность тех или иных принимаемых (планируемых) решений. Однако связи между логическими элементами гораздо сложнее, особенно в динамике процесса.

Действительно взаимосвязи логически и функционально зависимы друг от друга. Например, ограниченное финансирование, по цепочке связей, приведет к тому, что не будет закуплена необходимая сортировочная машина, не изменится глубина сортировки, не увеличится объем вторичного ресурса, не увеличится прибыль, не уменьшится объем утилизации отходов во вред экологии, увеличатся штрафы за вредное воздействие на экологию и другие косвенные последствия. При ограниченном финансировании, будут ограничены научные исследования, не будет улучшена технология, не изменятся человеко-часы ручной, не безопасной работы. Риск травматизма не уменьшится. Таким образом любое звено в системе, любой логический элемент взаимосвязан с другими элементами, в той или иной степени. При этом взаимосвязи можно учесть, принимая во внимание некоторый диапазон их варьирования. В модели можно получить желаемую оценку, того или иного события.

Для сортировочной линии использованы мнемосимволы, позволяющие визуализировать технологический процесс сортировки на отдельных его участках, что необходимо при проектировании рациональных технологий, при сравнении вариантов решения задач.

На рисунке 2 приведен пример такого обозначения.

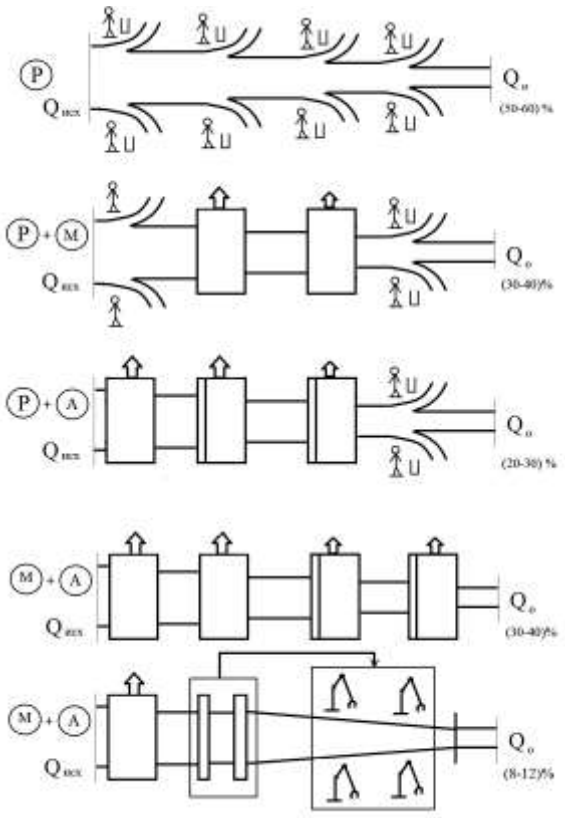



Рис. 2. Мнемосхемы технологий сортировки отходов
с различной степенью автоматизации

Расшифровка символов приведена на рисунке 3.

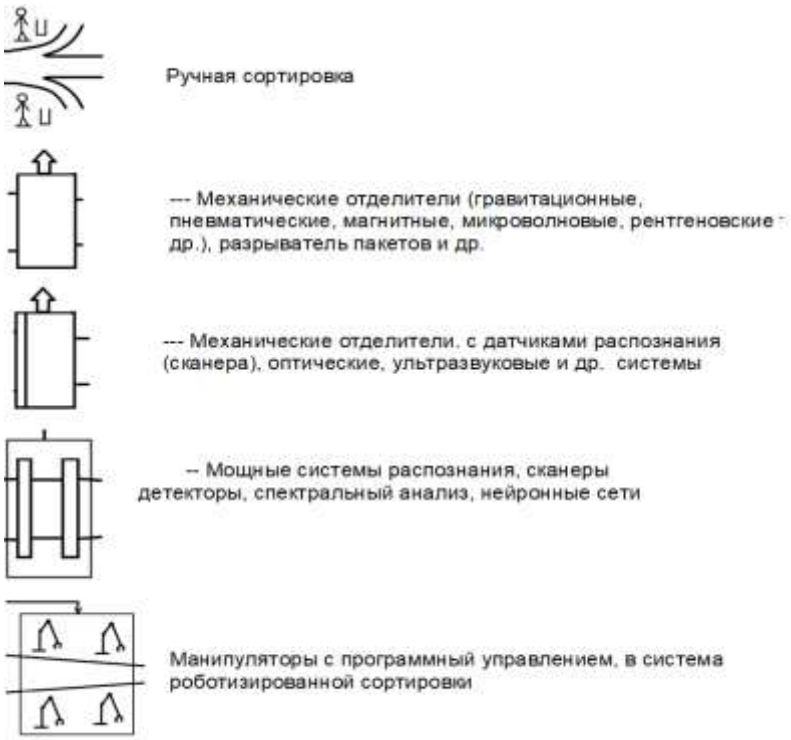



Рис. 3. Условные обозначения мнемоники

Охрана труда на сортировочных предприятиях, это прежде всего охрана труда людей-сортировщиков. Это рабочие, которые стоят у подвижного конвейера и перемещают с ленты конвейера в накопительные емкости отходы разного состава. В большинстве случаев у всех рабочих спецодежда, при необходимости используются маски-фильтры для защиты дыхательных путей человека. В современных цехах с ручной сортировкой организована современная эффективная вентиляция. В любое время года поддерживается комфортная температура и влажность воздуха. Сортировщик отходов обеспечен всеми средствами индивидуальной защиты, включая рабочую одежду, средствами защиты дыхательных путей и др.

Однако объект труда не вызывает положительных эмоций, а сам труд изнурительный и монотонный. Последние два фактора в Мире и в России наблюдаются в различных отраслях и единственным способом изменить условия монотонного однообразного труда сортировщика – это замена человека автоматами и средствами робототехники, или решение проблемы удаление сортировщика от конвейера с отходами.

В технологиях с использованием ручной сортировки рабочее место сортировщика находится около подвижного конвейера, что вызывает риск травматизма от контактов с конструкцией конвейера. Около работника размещаются контейнеры с отделяемыми отходами, которые также являются объектами повышенного риска травматизма. Сам процесс сортировки

монотонный, однообразный, с воздействием на психику постоянно движущихся объектов сортировки вызывает утомляемость, потерю внимания и повышает риск травматизма.

Известно, что ручной труд намного опаснее чем труд механизированный и автоматизированный. Собственно, автоматизация технологических процессов обусловлена не только повышением производительности, но и улучшением условий труда.

Анализ мировых тенденций показал, что именно автоматизация и роботизация сортировочных работ при обращении с отходами является важнейшей задачей разработчиков технологий сортировки отходов.

На основе данных, приведенных выше, можно сделать вывод, что в настоящее время, в России, в недостаточной степени разработаны научно обоснованные, практически подтвержденные рациональные подходы, и технологии процесса сортировки ТКО. Разработка отечественных систем автоматизированной сортировки, включая создание мощных систем распознания объектов сортировки в России только начинает развиваться. По данным статистики на 2025 г., в РФ захоронению отходов подлежит около 75 %. Вместе хоронятся все отходы без сортировки и выделения полезных фракций. Чтобы уменьшить количество захоронения вторичного сырья (60–80 %) и снизить сроки его захоронения требуется глубокая сортировка ТКО.

Поэтому необходимы научные предложения по рациональному проектированию систем сортировки ТКО [2].

Также важно учитывать, что некоторые объекты сортировки являются вероятностными, например, на количество ТКО могут влиять различные факторы, в том числе:

1. Климатическая зона (количество отходов может увеличиваться во время туристического сезона).
2. Жилищные условия (количество отходов может зависеть от количества людей, проживающих в доме).
3. Высота здания (чем выше здание, тем больше в нем живет людей и, следовательно, тем больше образуется отходов).
4. Тип топлива (при сжигании некоторых видов топлива может образовываться больше отходов, чем при сжигании других).
5. Доступность общественного питания (большое количество, например, ресторанов может привести к увеличению количества упаковки в виде пластиковых контейнеров.
6. Культура торговли и образ жизни (если люди предпочитают покупать продукты в упаковке, это может привести к увеличению отходов).
7. Благосостояние местного населения [3].

Существуют диапазоны, в пределах которых можно, основываясь на анализе известных систем и начальных значениях во время проектирования, предположить рациональный диапазон, в котором будут изменяться эти переменные величины. Если эта величина не является детерминированной, рекомендуется применить нечеткую логику [4].

Использование нечеткой логики позволяет прогнозировать системы, в которых не все параметры имеют точные значения и изменяются в зависимости от различных условий. Таким образом, целевая функция достигается с использованием метода теории подобия технических систем и нечеткой логики. Конечной целью работы является предоставление расчетных рекомендаций, количественных и экономических, для проектирования нового объекта по сортировке и переработке отходов с учетом известных проектных решений, с целью минимизации затрат на проектирование и получения более точных и надежных значений для реализации новых проектов.

В работе [5] разработана математическая модель результатом которой является поверхность, изображенная на рисунке 3, «Ресурсный потенциал», которая зависит от входных переменных: «Масса бумажных отходов» и «Климатическая зона».

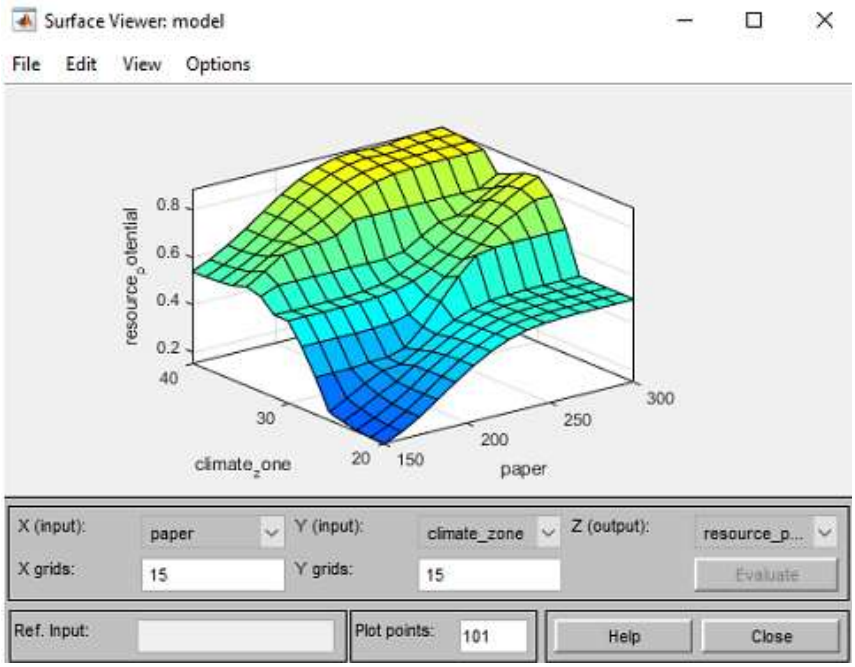



Рис. 3. Поверхность «Ресурсный потенциал», которая зависит от входных переменных: «Масса бумажных отходов» и «Климатическая зона»

Такая модель, основанная на теории нечеткой логики, позволяет определить показатель ресурсного потенциала, в данном случае для отходов бумаги и картона. Эта модель рассчитывает показатель ресурсного потенциала в соответствии со схемой Мамдани в зависимости от двух входных переменных (масса бумажных отходов и климатическая зона) и выходной переменной (ресурсный потенциал). Кроме того, математическая модель может найти практическое применение при проектировании мусороперерабатывающих заводов и, в частности, систем сортировки ТКО.

Таким образом, перспективы дальнейших исследований связаны с развитием математических моделей, учитывающих большее количество влияющих факторов, созданием баз данных для настройки систем распознавания, а также с разработкой экономико-математических моделей, позволяющих оценивать эффективность инвестиций в автоматизацию сортировочных процессов. Практическая реализация полученных результатов будет способствовать достижению целевых показателей глубины переработки ТКО, улучшению экологической обстановки и созданию безопасных условий труда на сортировочных предприятиях России.

**Список литературы**

1. Седов, А.В. Методы системного анализа и принятия решений : учебник / А.В. Седов. – Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2021. – 384 с. – ISBN 978-5-906923-67-3. – Текст : непосредственный.

2. Дрейер, А.А. Твердые промышленные и бытовые отходы, их свойства и переработка / А.А. Дрейер, А.Н. Сачков, К.С. Никольский. – Москва : Экология, 2019. – 324 с. – Текст : непосредственный.

3. Ильиных, Г.В. Современные методические подходы к анализу морфологического состава твердых бытовых отходов с целью оценки их ресурсного потенциала / Г.В. Ильиных, В.Н. Коротаев, Н.Н. Слюсарь. – Текст : непосредственный // Экология и промышленность России. – 2012. – № 7. – С. 40–45.

4. Хайруллин, А.Х. Нечеткая логика и нейронные сети : учебное пособие / А.Х. Хайруллин. – Казань : КНИТУ, 2020. – 160 с. – Текст : непосредственный.

5. Карелин, А.Е. Математическое моделирование сортировочных процессов твердых коммунальных отходов / А.Е. Карелин, А.В. Кожемяченко, М.А. Лемешко. – Текст : непосредственный // Международный научно-исследовательский журнал. – 2025. – № 4(154). – С. 1-7.

6. Карелин, А.Е. Совершенствование методологии проектирования систем сортировки твердых коммунальных отходов / А.Е. Карелин, А.В. Кожемяченко. – Текст : непосредственный // Научная весна-2024. Технические науки : сборник науч. трудов : науч. изд. / редколлегия: С.Г. Страданченко [и др.] ; Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет» в г. Шахты Ростовской области (ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты). – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2024. – С. 84–91.

В начало к содержанию

УДК 687.2
**Е.Д. Клименко[1], С.А. Колесник[2]**
[1]Магистрант
[2]Канд. техн. наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# ВЫБОР ТКАНИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕНСКОЙ ДОМАШНЕЙ ОДЕЖДЫ

# SELECTING FABRICS FOR DESIGNING WOMEN'S HOMEWEAR

***Аннотация.*** *В статье представлены результаты исследования гигиенических, физико-механических, эксплуатационных показателей и параметров безопасности хлопчатобумажных тканей для женской домашней одежды.*
***Ключевые слова:*** *домашняя одежда, хлопчатобумажная ткань, исследование образцов материалов.*

***Summary.*** *The article presents the results of a study of the hygienic, physical, mechanical, operational and safety parameters of cotton fabrics for women's home wear.*
***Keywords:*** *home clothes, cotton fabric, material sample analysis.*

Высокий темп современной жизни и многозадачность оказывают заметное, а порой негативное, влияние не только на образ поведения, привычки, но и на физиологическое и психологическое состояние человека. Вне работы, дома естественным образом возникает потребность в удобстве и комфорте, в окружении уютной обстановкой. В связи с этим основной задачей домашней одежды является обеспечение выполнения гигиенических требований, эргономики и функциональности. Ассортимент домашней женской одежды можно объединить в группы по назначению: для сна (пижамы, ночные сорочки), для отдыха (халаты, пеньюары), для активных домашних дел (комплекты, костюмы, платья, сарафаны). При этом изделия каждой из групп можно рассматривать согласно сезону и климатическим условиям – зимние, летние, всесезонные. При выборе волокнистого состава тканей для изготовления домашней женской одежды приоритет отдают, в первую очередь, хлопчатобумажным таким, как миткаль, бязь, муслин, вафельная, махровая, фланель и др.

Целью настоящего изыскания является выбор ткани для проектирования женской пижамы на основе исследования ее основных технических характеристик. Одним из важных критериев при выборе ткани выступает соответствие требованиям безопасности Технического регламента Таможенного Союза 017/2011 «О безопасности продукции легкой промышленности» [1], в соответствии с которым проведено тестирование образцов материалов по гигиеническим, физико-механическим, эксплуатационным показателям и параметрам безопасности.

Отбор проб и их испытание проводились в соответствие с ГОСТ 20566 [2]. Для этого из рулонов готовой хлопчатобумажной ткани отобраны образцы вафельной, гладкотканой жаккардовой, муслиновой и махровой тканей. Волокнистый состав – хлопок 100 % – подтвержден ГОСТ ИСО 1833-2001 [3]. Размер каждого из образцов для проведения всех видов тестирования составил 2 м$^2$. Исследования образцов проведены на поверенном оборудовании в лабораториях кафедры «Конструирование, технологии и дизайн». Результаты исследования гигиенических свойств, качества безопасности и износостойкости образцов хлопчатобумажной ткани представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Результаты исследования гигиенических свойств, качества и износостойкости образцов хлопчатобумажной ткани**

| Наименование образца / вид ткани | Средний коэффициент воздухопроницаемости, дм$^3$/м$^2$ · с | Устойчивость окраски, балл | | | Водопоглощение, % | Гигроскопичность, % | Содержание свободного формальдегида, мкг/г |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | к сухому трению | к поту | к стирке | | | |
| 1. Ткань вафельная | 365 | 5 | 4 | 4 | 310 | 17,1 | 5 |
| 2. Ткань гладкотканая жаккардовая | 267 | 5 | 5 | 5 | 350 | 10,6 | 5 |
| 3. Ткань муслиновая | 566 | 5 | 5 | 5 | 375 | 15,5 | 0 |
| 4. Ткань махровая | 379 | 5 | 4 | 4 | 456 | 14,2 | 0 |
| Метод испытания | ГОСТ 12088-77 [4] | ГОСТ 9733.27-83 [5] | ГОСТ 9733.6-83 [6] | ГОСТ 9733.4-83 [7] | ГОСТ 3816-81 [8] | | ГОСТ 25617-2014 [9] |
| Приборы и оборудование при проведении испытаний | Прибор для определения воздухопроницаемости RF4308 | Прибор для определения устойчивости окраски к трению ПТ-4 | Рама из нержавеющей стали, щелочной и кислотный растворы, шкаф сушильный | Устройство механическое, состоящее из водяной бани с вращающимся валом | Игольчатая рамка, весы | Климатическая камера PL-4KPH | Фотоэлектроколориметр концентрационный КФК-2 |

Как показал анализ результатов таблицы 1, лучшей устойчивостью окраски к различным воздействиям обладают образцы тканей гладкотканой жаккардовой и муслиновой, а лучшие гигиенические свойства и степень безопасности у тканей муслиновой и махровой.

Результаты исследования физико-механических свойств образцов хлопчатобумажной ткани представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Результаты исследования физико-механических свойств образцов хлопчатобумажной ткани**

| Наименование образца / вид ткани | Разрывная нагрузка по основе, Ро | Разрывная нагрузка по утку, Ро | Поверхностная плотность, г/м$^2$ | Усадка по основе, % | Усадка по утку, % |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Ткань вафельная | 47 | 53,5 | 240 | 5 | 5 |
| 2. Ткань гладкотканая жаккардовая | 36 | 45 | 235 | 4 | 3 |
| 3. Ткань муслиновая | 42 | 40 | 200 | **25** | **17** |
| 4. Ткань махровая | 55 | 30 | 400 | 6 | 3 |
| Метод испытаний | ГОСТ 3813-72 [10] | | ГОСТ 3811-72 [11] | ГОСТ 30157.0-95 [12] | |
| Приборы и оборудование при проведении испытаний | Разрывная машина РТ-250 | | Весы, линейка | Линейка, стиральная машина | |

По результатам таблицы 2 можно сделать вывод о том, что при меньшей величине поверхностной плотности ткань муслиновая обладает средними показателями разрывной нагрузки. Вместе с тем, у этого материала самые высокие показатели усадки по сравнению с другими образцами.

Таким образом, анализ результатов испытаний позволил определить, что отличными гигиеническими характеристиками, малой поверхностной плотностью, а также хорошими эксплуатационными свойствами обладает ткань муслиновая. Но при выборе этой ткани для производства домашней одежды, в частности пижамы, необходимо учитывать процент усадки на стадиях разработки проектно-конструкторской документации.

## Список литературы

1. ТР ТС 017/2011 Технический регламент Таможенного Союза. О безопасности продукции легкой промышленности. – Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 876 (с изменениями на 09.08.2016); вступ. в силу 01.07.2012. – 44 с. – Текст : электронный // Центр технического оснащения и модеризации образования : [сайт]. – URL: https://gaucto.mos.ru/reference-materials/logistics-gk/logistics/%D0%A2%

D0%A0%20%D0%A2%D0%A1%20%D0%BE%D1%82%2009.12.2011%20%E2%84%96%20017_2011.pdf (дата обращения: 01.03.2026).

2. ГОСТ 20566-75. Ткани и штучные изделия. Правила приемки метод отбора проб : межгосударственный стандарт : издание официальное : дата введения 1976-07-01 / разработан Государственным комитетом стандартов Совета Министров СССР. – Москва, 1975. – 3 с. – Текст : непосредственный.

3. ГОСТ ИСО 1833-2001. Материалы текстильные. Методы количественного химического анализа двухкомпонентных смесей волокон : межгосударственный стандарт : издание официальное : дата введения 2006-06-01 / разработан Автономной некоммерческой организацией «Центр испытания материалов и изделий» (ЦИМИ) и Государственным предприятием «Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности» (ЦНИХБИ). – Москва : Стандартинформ, 2006. – 23 с. – Текст : непосредственный.

4. ГОСТ 12088-77. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости : межгосударственный стандарт : издание официальное : дата введения 1986-01-01 / разработан Министерством легкой промышленности СССР. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 11 с. – Текст : непосредственный.

5. ГОСТ 9733.27-83. Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к трению : государственный стандарт Союза ССР : издание официальное : дата введения 1983-02-17. – Москва : Изд-во стандартов, 1992. – 6 с. – Текст : непосредственный.

6. ГОСТ 9733.6-83. Материалы текстильные. Методы испытаний устойчивости окрасок к «поту» : государственный стандарт Союза ССР : издание официальное : дата введения 1986-01-01 / разработан Министерством химической промышленности. – Москва : Изд-во стандартов, 1986. – 4 с. – Текст : непосредственный.

7. ГОСТ 9733.4-83. Материалы текстильные. Методы испытаний устойчивости окрасок к стиркам : государственный стандарт Союза ССР : издание официальное : дата введения 1986-01-01 / разработан Министерством химической промышленности. – Москва : Изд-во стандартов, 1986. – 4 с. – Текст : непосредственный.

8. ГОСТ 3816-81. Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств : государственный стандарт Союза ССР : издание официальное : дата введения 1982-07-07 / разработан Министерством легкой промышленности СССР. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 1983. – 4 с. – Текст : непосредственный.

9. ГОСТ 25617-2014. Ткани и изделия льняные, полульняные, хлопчатобумажные и смешанные. Методы химических испытаний : межгосударственный стандарт : издание официальное : дата введения 2016-01-01 / разработан учреждением Санкт-Петербургского государственного уни-

верситета технологии и дизайна «Центр сертификации продукции легкой промышленности» («Универс-Тест»). – Москва : Стандартинформ, 2015. – 35 с. – Текст : непосредственный.

10. ГОСТ 3813-72. Материалы текстильные, ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении : межгосударственный стандарт : издание официальное : дата введения 1973-01-01 / разработан Госкомлегпромом при Госплане СССР. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1973. – 20 с. – Текст : непосредственный.

11. ГОСТ 3811-72. Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей : межгосударственный стандарт : издание официальное : дата введения 1973-01-01 / разработан Госкомлегпромом при Госплане СССР. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 1973. – 15 с. – Текст : непосредственный.

12. ГОСТ 30157.0-95. Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения : межгосударственный стандарт : издание официальное : дата введения 2002-01-01 / Научно-исследовательским институтом шелка (НИИШелка). – Москва : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2002. – 11 с. – Текст : непосредственный.

В начало к содержанию

УДК 004.7:338.242.4

**М.С. Климов[1], Т.И. Козырева[1], А.В. Бугакова[2]**
[1]Магистрант
[2]Канд. техн. наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

## ФАКТОРЫ, ОГРАНИЧИВАЮЩИЕ ЦИФРОВУЮ ТРАНСФОРМАЦИЮ МСБ: ОТ ДЕФИЦИТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДО ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЛАТФОРМЕННЫХ РЕШЕНИЙ

## FACTORS LIMITING DIGITAL TRANSFORMATION OF SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES: FROM COMPETENCY DEFICITS TO PLATFORM DEPENDENCY

***Аннотация**. В статье рассматриваются ключевые факторы, ограничивающие цифровую трансформацию малого и среднего бизнеса (МСБ). Анализируются проблемы интеграции IT-систем, дефицит IT-компетенций у персонала и риски технологической зависимости от платформенных решений. На основе статистических данных и эмпирических исследований выявлены критические показатели кадрового обеспечения и эффективности использования цифровых решений. Предложены системные рекомендации по преодолению выявленных барьеров.*

***Ключевые слова:*** *цифровая трансформация, малый и средний бизнес, IT-интеграция, платформенная зависимость, кадровый дефицит, технологическая независимость.*

***Summary.*** *The article examines key factors limiting the digital transformation of small and medium-sized businesses (SMB). The problems of IT system integration, IT competency gaps among personnel, and risks of technological dependence on platform solutions are analyzed. Based on statistical data and empirical research, critical indicators of staffing and the effectiveness of digital solutions are identified. Systemic recommendations for overcoming these barriers are proposed.*

***Keywords:*** *digital transformation, small and medium-sized businesses, IT integration, platform dependence, personnel shortage, technological independence.*

В современной экономике цифровая трансформация выступает необходимым условием устойчивого развития предприятий малого и среднего бизнеса (МСБ) [1–12]. Стоит отметить, что МСБ с ограниченными ресурсами сталкиваются с необходимостью постоянной технологической адаптации, которая нередко превышает их операционные и финансовые возможности [1-5]. Этот дисбаланс между потенциалом цифровизации и реальными возможностями его реализации становится критическим фактором конкурентоспособности МСБ в цифровую эпоху.

Согласно аналитическому отчету компании «Соваре» («Цифровизация малого бизнеса в России 2025») [1], лишь 16 % российских предприятий МСБ достигли высокого уровня цифровой зрелости, 72 % находятся на среднем уровне освоения технологий, а 12 % – на начальной стадии. При этом 90 % компаний внедряют цифровые решения в бизнес-процессы, а 41 % уже перешли на отечественные ИТ-продукты с фиксацией позитивных изменений в рабочих процессах [1].

Анализ научно-практической литературы и эмпирических исследований в сфере цифровой трансформации МСБ [2–12] позволяет выделить ряд ключевых IT-препятствий, оказывающих существенное влияние на темпы и эффективность внедрения цифровых решений (рис. 1).

Указанные препятствия не являются изолированными – они образуют систему взаимосвязанных факторов, где слабость одного элемента (например, нехватка компетенций) усиливает зависимость от внешних платформ, а технические ограничения усугубляют кадровые и финансовые проблемы [2, 5, 7]. Это создает эффект «порочного круга», снижающий устойчивость МСБ в условиях цифровой экономики.

Актуальность исследования обусловлена ускорением цифровизации МСБ (особенно в постпандемический период): технологическая адаптация стала вопросом выживания бизнеса, а ресурсные ограничения не позволяют копировать стратегии крупных корпораций.




Рис. 1. Наиболее значимые IT-препятствия, оказывающих существенное влияние на темпы МСБ и эффективность внедрения цифровых решений [1–12]

Цель статьи – систематизировать ключевые ограничивающие факторы, проанализировать способы их преодоления и выявить сложности реализации соответствующих мер.

Результаты исследования позволят сформировать комплекс мер для снижения технологических рисков и повышения устойчивости МСБ в цифровой среде.

**1. Проблемы интеграции IT-систем в условиях ресурсных ограничений малого и среднего бизнеса**

Интеграция IT-систем в организациях малого и среднего бизнеса (МСБ) требует построения модульной и масштабируемой архитектуры, учитывающей ресурсные ограничения данного сегмента предприятий [2–12]. Ключевая задача – обеспечить эволюционное развитие информационных систем в соответствии с динамикой бизнес-процессов без необходимости радикальной переработки существующей инфраструктуры. При проектировании (рис. 2) таких моделей целесообразно применять принципы разделения обязанностей и слабой связности между компонентами.

Архитектурные паттерны, такие как микросервисы и слоистая архитектура, поддерживают расширяемость и упрощают замену модулей. Такой подход позволяет предприятиям малого и среднего бизнеса адаптировать IT-инфраструктуру к изменению объема операций и технологическим требованиям.

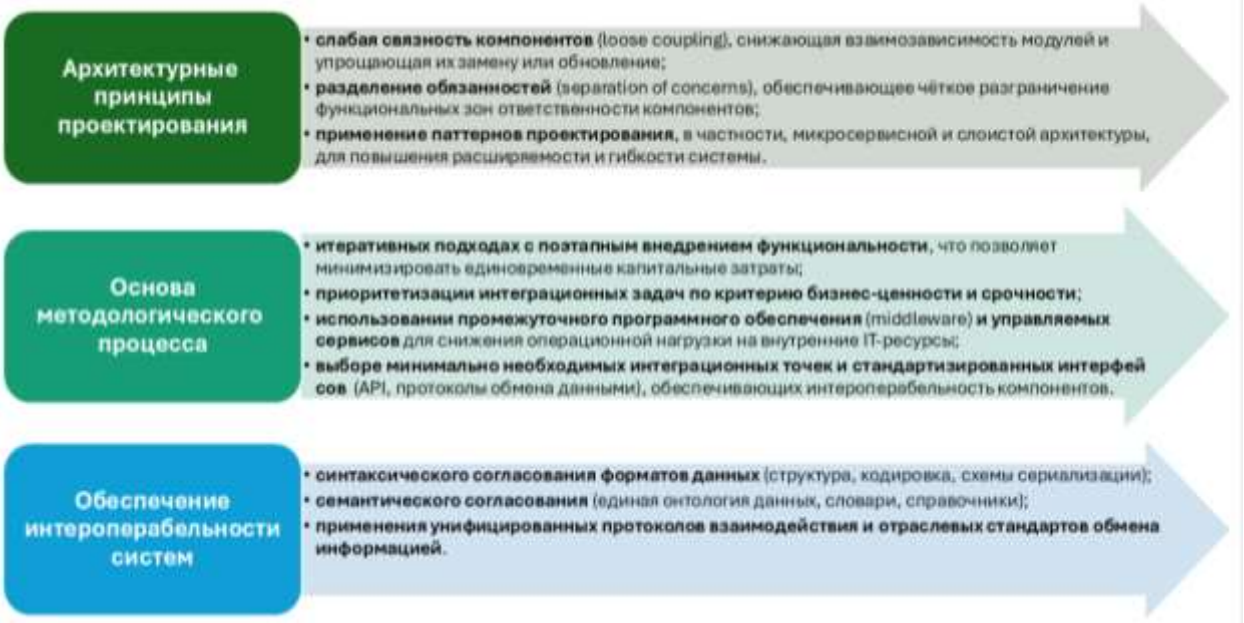



Рис. 2. Принципы проектирования и интеграции IT-инфраструктуры [2–12]

Методологические подходы к интеграции в МСБ [3, 4, 10] должны быть ориентированы на ограниченные ресурсы и минимизацию затрат при внедрении (рис. 3). Таким образом, адаптивные процессы и постоянное пересмотрение приоритетов дают возможность учитывать динамичность бизнес-процессов МСБ без значительных единовременных затрат.

Теоретические основы совместимости систем сосредоточены на анализе протоколов взаимодействия и согласовании форматов данных [4]. Интероперабельность требует как синтаксического, так и семантического согласования для корректной передачи и интерпретации информации (рис. 3). Применение установленных стандартов данных и интерфейсов снижает сложность интеграции и повышает предсказуемость поведения распределенных систем. Аналитические концепции совместимости подчеркивают значение совместимых платформ и единых стандартов данных как основы устойчивых экосистемных взаимодействий [4]. Учет этих факторов целесообразно включать в методологические и архитектурные решения для обеспечения надежного взаимодействия систем в условиях ограничений МСБ.

Реализация указанных подходов (рис. 2) позволяет [2–12]:

– адаптировать IT-инфраструктуру к росту объема операций и новым технологическим требованиям;

– минимизировать операционные риски и время простоя в ходе внедрения изменений;

– рационально распределять ограниченные финансовые и кадровые ресурсы МСБ;

– обеспечить устойчивость и предсказуемость работы распределенных информационных систем в долгосрочной перспективе.

Функциональная классификация IT-систем в МСБ традиционно включает ERP, CRM и SCM. ERP-системы ориентированы на автоматизацию внутренних операций и бухгалтерского учета, CRM – на управление продажами и взаимодействием с клиентами, а SCM – на планирование и координацию цепочек поставок. Для МСБ разрабатываются адаптированные версии этих решений с урезанным функционалом и упрощенной архитектурой. Адаптированные версии IT-систем для МСБ часто реализуются модульно и с ограниченной возможностью глубокой кастомизации. Такая модульность направлена на снижение стоимости внедрения и поддержку стандартизованных бизнес-процессов при минимальных ресурсных затратах. Во многих случаях это позволяет ускорить ввод системы в эксплуатацию и уменьшить требования к внутренним IT-компетенциям. Однако функциональная разделенность ERP, CRM и SCM порождает потребность в интеграции данных и бизнес-логики. Основные технические барьеры здесь: разнородность интерфейсов; отсутствие единых стандартов обмена данными; несовместимость протоколов; сложность API.

При выборе модели развертывания МСБ сопоставляет облачные и локальные решения [4], где облачные – экономичны, масштабируемы, позволяют быстро запускать пилотные проекты, а локальные – дают больший контроль над данными и конфигурацией, но требуют существенных капитальных и эксплуатационных затрат. Выбор между моделями определяется организационными и ресурсными ограничениями МСБ, включая доступность бюджета и уровень внутренних компетенций. Дополнительно усложняют интеграцию нишевые отраслевые решения с уникальными структурами данных и специализированными интерфейсами – для их подключения нужны адаптеры или кастомные интеграции, что повышает общую стоимость внедрения [4, 10].

Таким образом, интеграция IT-систем в малом и среднем бизнесе осложняется комплексом технических и организационных барьеров, представленным на рисунке 3.




Рис. 3. Комплекс технических и организационных барьеров интеграции IT-систем в малом и среднем бизнесе [6, 11–13]

Таким образом, успешная интеграция IT-систем в МСБ требует сбалансированного подхода: учета архитектурных принципов модульности и слабой связности, применения стандартизированных интерфейсов, поэтапного внедрения с приоритезацией задач, а также учета ресурсных и временных ограничений предприятий.

**2. Анализ компетентностных дефицитов в сфере IT-специалистов малого и среднего бизнеса**

Проведенный анализ научных публикаций [1–12] демонстрирует устойчивую корреляцию между уровнем IT-компетенций персонала и эффективностью цифровой трансформации субъектов малого и среднего бизнеса. Исследования выявляют широкий спектр необходимых навыков – от базовой цифровой грамотности до специализированных компетенций в области информационной безопасности и аналитики данных.

Анализ эмпирических данных [2–12] за 2024–2025 гг. позволяет выделить критические показатели кадрового обеспечения:

– облачные технологии: 67 % сотрудников не обладают необходимыми навыками работы с облачными сервисами;

– кибербезопасность: только 12 % предприятий МСБ располагают квалифицированными специалистами в данной области;

– Data Science: менее 8 % организаций имеют сотрудников с компетенциями в сфере анализа больших данных;

– компетентностный разрыв: дисбаланс более 40 % между требованиями бизнеса и фактическими навыками персонала;

– цифровой форсайт: индекс стратегического понимания цифровых потребностей (по данным Минцифры РФ) составляет 0,44.

В ряде работ [2–12] дефицит навыков рассматривается как системный барьер, ограничивающий потенциал цифровой трансформации МСБ. Следовательно, повышение квалификации персонала рассматривается как критический элемент стратегий цифровой модернизации.

По данным на 2024 г. [2–12] кадровый дефицит приводит к следующим негативным последствиям:

– снижение эффективности использования IT-решений на 30–50 % в первые полгода эксплуатации;

– увеличение сроков адаптации новых систем на 40 % из-за зависимости от внешних подрядчиков;

– рост затрат на техническую поддержку на 25–35 %;

– невозможность реализации преимуществ цифровизации для 68 % субъектов МСБ;

Можно выделить [2–12] также четыре системных фактора проблемы дефицита компетенций – это ограниченные ресурсы на обучение персонала, несоответствие образовательных программ потребностям бизнеса, зависимость от доминирующих IT-платформ и отсутствие внутренних экспертных компетенций.

Таким образом, компетентностный дефицит – стратегический риск, который создает угрозу операционной непрерывности и ограничивает возможности масштабирования цифровых решений. Это приводит к утрате конкурентных преимуществ и снижению рыночной устойчивости субъектов МСБ.

**3. Анализ рисков технологической зависимости от IT-платформ в экосистеме МСБ**

Современные платформенные решения для МСБ характеризуются модульной структурой с глубокой интеграцией сервисов [2, 4, 6, 7, 10]. Такая архитектура создает технологические барьеры для подключения сторонних решений через закрытые API и проприетарные стандарты данных [6]. Это формирует зависимость от конкретного вендора и ограничивает возможности кастомизации под специфические бизнес-процессы.

Экосистемная зависимость проявляется в интеграции ключевых процессов – от финансов до логистики [6]. Накопленные данные становятся активом, ценность которого реализуется только в рамках исходной экосистемы. Блокируется независимый анализ из-за ограничений на экспорт информации. Синергия сервисов усиливает эффект привязки: отказ от одного компонента нарушает работу смежных модулей.

Совокупная стоимость владения платформенными решениями включает [2–12]:

– прямые лицензионные платежи;
– транзакционные комиссии (9–25 % в зависимости от категории);
– логистические издержки (7–15 %);
– операционные расходы на интеграцию и сопровождение;
– затраты на обучение персонала.

Монопольное ценообразование усиливает риски из-за концентрации доступа к рынкам [2, 4, 6, 7, 10]. Асимметрия переговорных позиций приводит к одностороннему изменению тарифов, что снижает инвестиционную привлекательность цифровых инициатив для МСБ.

Ограниченная кастомизация платформенных решений снижает адаптивность бизнес-моделей МСБ [2–12]. Предприятия теряют возможности для дифференциации продуктов и оптимизации процессов. Зависимость от дорожной карты поставщика ограничивает инновационный потенциал.

Для минимизации рисков рекомендуется [2, 4, 6, 7, 10]:

- включать в контракты гарантии доступа к данным;
- использовать открытые стандарты;
- диверсифицировать поставщиков;
- разрабатывать планы восстановления;
- предусматривать механизмы миграции данных.

Выявленные риски указывают на необходимость сбалансированного подхода к платформенной зависимости, сочетающего преимущества цифровизации с сохранением операционной независимости МСБ.

**4. Системные рекомендации по преодолению барьеров цифровой трансформации МСБ**

Эффективное решение проблем интеграции IT-систем начинается со стандартизации API и унификации протоколов взаимодействия между различными компонентами инфраструктуры [3, 6]. Применение открытых стандартов позволяет преодолеть фрагментацию данных, характерную для предприятий МСБ, и создать единое информационное пространство. Такой подход минимизирует риски технологической зависимости от отдельных поставщиков решений.

Модульная архитектура IT-решений предоставляет предприятиям МСБ необходимую гибкость в адаптации инфраструктуры под меняющиеся бизнес-процессы [4, 8]. Возможность поэтапной модернизации отдельных компонентов без полной замены существующей системы существенно снижает капитальные затраты и операционные риски при масштабировании.

Развитие IT-компетенций персонала требует комплексного подхода к обучению [5]. Специализированные практические программы должны сочетать дистанционные и очные форматы, при этом их содержание необходимо адаптировать под конкретные отраслевые требования. Важную роль играет создание системы менторства и внутренних сообществ практики, которые способствуют систематизации и распространению знаний среди сотрудников.

Эффективное управление платформенными рисками предполагает диверсификацию поставщиков IT-решений и развитие собственных разработок на базе Open Source технологий [6]. Внедрение гибридных облачных

моделей позволяет оптимально распределять рабочие нагрузки между публичными и приватными средами, сохраняя контроль над критически важными сервисами.

Анализ барьеров цифровизации показывает их взаимосвязанность и взаимное усиление [1–12]. Дефицит IT-компетенций у персонала замедляет процесс внедрения интеграционных решений [5], а чрезмерная зависимость от внешних платформ ограничивает возможности для гибкой настройки архитектуры [6]. Технические разнородности и отсутствие единых стандартов приводят к увеличению затрат на интеграцию и создают риски несовместимости данных.

Успешная цифровая трансформация МСБ возможна только при системном подходе, который включает стандартизацию технологических решений, развитие модульных архитектур и целенаправленное инвестирование в обучение персонала [8, 10]. Координация всех направлений цифровой трансформации позволяет сократить время интеграции систем, повысить устойчивость IT-инфраструктуры и снизить зависимость от внешних платформ.

Реализация предложенных мер обеспечит согласованное развитие цифровых технологий в МСБ, что в итоге, приведет к повышению эффективности бизнес-процессов и укреплению конкурентных позиций предприятий на рынке.

Проведенный анализ выявил комплекс взаимосвязанных проблем, препятствующих эффективной цифровой трансформации МСБ. Ключевыми барьерами стали технические сложности интеграции IT-систем, острый дефицит профильных компетенций у персонала и чрезмерная зависимость от внешних технологических платформ. Для преодоления выявленных барьеров необходим комплексный подход, сочетающий стандартизацию технических решений, развитие кадрового потенциала и диверсификацию технологических платформ. Только такой системный подход позволит МСБ сохранить конкурентоспособность в условиях цифровой экономики, минимизируя при этом операционные риски и затраты. Успешная реализация предложенных мер создаст основу для устойчивого развития МСБ в условиях технологической неопределенности, обеспечивая баланс между инновациями и экономической эффективностью.

## Список литературы

1. Цифровизация малого бизнеса в России 2025: аналитический отчет. – Текст : электронный // Соваре : официальный сайт. – 2025. – URL: https://soware.ru/soware-small-business-digitalization-in-russia-2025.pdf (дата обращения: 11.02.2026).

2. Инструментарий оценки цифровой зрелости интеллектуальной промышленной экосистемы на основе коэволюции и экосистемной синергии / А.В. Бабкин, П.А. Михайлов, Е.В. Шкарупета [и др.]. – Текст : непосредственный // π-Economy. – 2025. – № 4. – С. 32–53.

3. The project approach in the development of small business in the Russian Federation / А.Б. Березина, Н.Р. Саенко, А.С. Пуряев [и др.]. – Текст : непосредственный // Economic Annals-XXI. – 2021. – № 188. – С. 141–148.

4. Дмитриева, С.В. Инновационные модели развития малого и среднего бизнеса в эпоху цифровой трансформации экономики / С.В. Дмитриева. – Текст : непосредственный // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – № 11. – С. 93–104.

5. Емельянова, В.А. Анализ современных подходов к преодолению кадрового дефицита на рынке труда / В.А. Емельянова, Т.А. Душин, Т.О. Иванова. – Текст : непосредственный // Финансовый менеджмент. – 2025. – № 12. – С. 111–115.

6. Кузнецова, М.Н. Цифровые платформы как инструмент интеграции малого и среднего бизнеса в систему импортозамещения / М.Н. Кузнецова, Р.Ф. Шавалеев. – Текст : непосредственный // Экономические науки. – 2025. – № 8. – С. 100–104.

7. Переход к инновационному производству: цифровая трансформация малых и средних компаний / Н. Магалетти, В. Нотарникола, М. ди Мольфетта [и др.]. – Текст : непосредственный // Форсайт. – 2025. – № 4. – С. 29–39.

8. Мицич, А.Д. Разработка методов оценки эффективности управления финансами организаций в условиях цифровизации экономики / А.Д. Мицич. – Текст : непосредственный // Вестник евразийской науки. – 2025. – С. 1–19.

9. Рудых, А.С. Меры государственной поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства в развитых и развивающихся странах мира / А.С. Рудых, И.Н. Малиновская. – Текст : непосредственный // Управленческий учет. – 2023. – № 4. – С. 223–227.

10. Рустамова, А.И. Цифровая трансформация малого и среднего бизнеса: стратегии и инструменты для устойчивого роста / А.И. Рустамова, М.Х. Османова. – Текст : непосредственный // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – № 5. – С. 262–267.

11. Суязов, В.Н. Маркетплейсы как инструмент роста и источник рисков для предприятий малого бизнеса: влияние сотрудничества на экономические показатели / В.Н. Суязов. – Текст : непосредственный // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2025. – № 70. – С. 209–222.

12. Чурсин, А.А. Развитие методов оценки цифровой зрелости организации с учетом регионального аспекта / А.А. Чурсин, Т.В. Кокуйцева – Текст : непосредственный // Экономика региона. – 2022. – №2. – С. 450–463.

В начало к содержанию

УДК 004.032.26:65.011.5
**М.С. Климов[1], А.В. Бугакова[2]**
[1]Магистрант
[2]Канд. техн. наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ERP И CRM СИСТЕМ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИИ ИХ ИНТЕГРАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

# ANALYSIS OF ERP AND CRM SYSTEM INFORMATION MODELS FOR DEVELOPING INTEGRATION STRATEGIES IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION

***Аннотация.*** *В статье представлен анализ информационных моделей ERP и CRM систем в контексте их интеграции для предприятий малого и среднего бизнеса. Исследованы теоретические основы построения интегрированных систем, проанализирована практика внедрения, выявлены ключевые проблемы и предложены методические рекомендации по формированию стратегии интеграции. Особое внимание уделено оценке эффективности интеграционных решений и разработке критериев выбора оптимальных инструментов интеграции.*
***Ключевые слова:*** *ERP-системы, CRM-системы, цифровая трансформация, интеграция информационных систем, малый и средний бизнес, автоматизация бизнес-процессов, информационная модель, корпоративная интеграция.*

***Summary.*** *The article presents a comprehensive analysis of ERP and CRM system information models in the context of their integration for small and medium-sized businesses. The theoretical foundations of integrated systems construction are explored, implementation practices are analyzed, key problems are identified, and methodological recommendations for developing an integration strategy are proposed. Special attention is paid to evaluating the effectiveness of integration solutions and developing criteria for selecting optimal integration tools.*
***Keywords:*** *ERP systems, CRM systems, digital transformation, information system integration, small and medium-sized businesses, business process automation, information model, corporate integration.*

В условиях современной цифровой экономики актуализируется проблематика интеграции информационных систем корпоративного уровня [1–15]. ERP-системы выступают фундаментальной основой автоматизации управленческой деятельности, обеспечивая комплексную интеграцию операционных процессов хозяйствующего субъекта [4, 5]. Анализ литературных источников показывает, что архитектура ERP-систем базируется на модульном принципе построения, где каждый функциональный блок отвечает за определенную сферу деятельности предприятия: финансовое планирование, управление материальными потоками, производственная логистика и кадровый менеджмент [4, 5].

Центральным элементом выступает унифицированная база данных, обеспечивающая целостность и актуальность информационных массивов. CRM-системы представляют собой специализированный инструментарий управления взаимоотношениями с клиентами, включающий три базовых компонента: управление продажами, маркетинговую автоматизацию и сервисную поддержку [8]. Их информационно-аналитические модели формируются на основе клиентских данных, обеспечивая многофакторную аналитику потребительского поведения.

Сравнительный анализ функциональных возможностей ERP и CRM систем выявляет существенные различия в их целеполагании [1-4]. Если ERP-системы ориентированы на оптимизацию внутренних операционных процессов и работу с финансово-производственными показателями, то CRM-платформы фокусируются на внешней среде и клиентских метриках эффективности.

Интеграционный потенциал данных систем реализуется через синхронизацию ключевых информационных массивов: клиентских данных, параметров заказов и характеристик продукции [1-4]. Формирование единого информационного пространства способствует повышению эффективности управленческих решений и адаптации предприятия к условиям цифровой экономики.

В контексте малого и среднего бизнеса интеграция ERP и CRM систем приобретает особое значение, поскольку позволяет оптимизировать ресурсное обеспечение и повысить качество стратегического планирования. Современные тенденции цифровизации требуют разработки адаптивных интеграционных решений, учитывающих специфику функционирования обеих систем. Методологическая основа интеграции предполагает создание комплексной стратегии внедрения, базирующейся на принципах унификации данных и обеспечения информационной безопасности. Это обусловливает необходимость разработки специализированных алгоритмов синхронизации информационных потоков между различными подсистемами.

Актуальность исследования обусловлена стремительной цифровизацией бизнес-процессов и необходимостью повышения эффективности управления предприятиями малого и среднего бизнеса через интеграцию ERP и CRM систем. Современные рыночные условия требуют создания унифицированных информационных пространств, обеспечивающих оперативное взаимодействие всех участников бизнес-процессов.

Цель статьи заключается в проведении обзора информационных моделей и методологии интеграции ERP и CRM систем для предприятий малого и среднего бизнеса с учетом современных тенденций цифровой трансформации.

## 1. Практические аспекты интеграции ERP и CRM систем в контексте цифровой трансформации

Исследования динамики внедрения ERP и CRM систем в сегменте малого и среднего бизнеса демонстрируют устойчивый тренд на цифровизацию бизнес-процессов. За период 2018–2023 гг. зафиксирован среднегодовой прирост показателей внедрения на уровне 15–20 %, что подтверждается исследованиями аналитических агентств [5-7]. Наибольшую активность демонстрируют предприятия розничной торговли и сферы услуг, где автоматизация становится ключевым конкурентным преимуществом.

Анализ эффективности интегрированных решений показывает существенное преимущество комплексных систем. Предприятия, реализовавшие интеграцию ERP и CRM, демонстрируют превышение показателей ROI на 30 % по сравнению с изолированными решениями [5-7]. Данный эффект обусловлен устранением дублирования данных и реализацией сквозной аналитики бизнес-процессов. API-интеграция утвердилась как доминирующий метод объединения ERP и CRM систем, применяемый в 68 % случаев [5-7, 11]. Данный подход обеспечивает высокую гибкость взаимодействия между разнородными системами и позволяет снизить затраты на интеграцию на 30–40 %.

Анализ отраслевой специфики выявил различные сценарии интеграции. В производственном секторе оптимальна поэтапная интеграция с фокусом на модули продаж и логистики, что снижает проектные риски на 55 % [10–12]. В розничной торговле наибольшую эффективность демонстрирует синхронизация данных в режиме реального времени, сокращающая операционные задержки на 40 %.

Статистические данные выявляют существенные барьеры при внедрении интегрированных решений – 73 % компаний сталкиваются с финансовыми ограничениями на этапе внедрения, а бюджетные ограничения приводят к сокращению функциональности систем в среднем на 25–30 % [5-7]. Значительные риски связаны с миграцией данных: 18 % инцидентов при интеграции связаны с нарушениями целостности информации. Основными причинами выступают несовместимость форматов данных и ошибки в настройке систем синхронизации.

Анализ показывает необходимость комплексного подхода к интеграции, включающего тщательное планирование бюджета, оценку рисков и обеспечение информационной безопасности. Успешная реализация интеграционных проектов требует учета отраслевой специфики и поэтапного внедрения решений.

## 2. Трансформация моделей интеграции ERP и CRM систем в условиях цифровой экономики

Процессы цифровой трансформации существенно модифицируют требования к архитектуре ERP и CRM систем в сегменте малого и среднего бизнеса [6, 13, 14]. Современные операционные модели предполагают

необходимость адаптации информационных платформ к динамично меняющимся рыночным условиям и интеграции с инновационными цифровыми сервисами. Эволюция потребительского поведения в цифровой среде обусловливает трансформацию функциональных требований к CRM-системам. Актуальными становятся решения, обеспечивающие аналитическую обработку взаимодействий в режиме реального времени и поддерживающие омниканальные коммуникации [4, 8]. Персонализация клиентского сервиса требует глубокой интеграции данных из различных цифровых источников.

Исследование показателей окупаемости интеграционных проектов на выборке из 120 предприятий за 2020–2023 гг. демонстрирует средний период возврата инвестиций в 18 месяцев [10, 11]. Максимальные показатели эффективности наблюдаются в сегментах электронной коммерции и логистики, где прирост операционной эффективности достигает 40 %. Статистический анализ выявил существенную корреляцию между скоростью внедрения интеграционных решений и динамикой рыночной позиции компаний. Предприятия, завершившие интеграцию в период 3–6 месяцев, демонстрируют на 25 % более высокие темпы роста выручки по сравнению с более длительными проектами [5, 6, 10, 11]. Сравнительный анализ совокупной стоимости владения (TCO) различными моделями интеграции показал преимущество гибридных подходов, обеспечивающих снижение TCO на 15–20 % относительно чисто облачных или локальных решений [5, 6, 10, 11].

Для малых и средних предприятий (МСП) ключевым вызовом становится обеспечение масштабируемости при ограниченных ИТ-ресурсах. Исследования показывают, что 67 % компаний сталкиваются с бюджетными ограничениями при внедрении комплексных решений, что обуславливает необходимость поэтапного подхода [5, 6, 10, 11].

Выбор модульной архитектуры интеграции определяется способностью обеспечивать адаптивность через независимое обновление компонентов. Критическими факторами выступают поддержка API-first подходов и совместимость с экосистемой сторонних приложений [9]. Такой подход позволяет минимизировать операционные риски и обеспечивает возможность кастомизации под специфические отраслевые требования.

### 3. Формирование стратегии интеграции ERP и CRM систем в контексте развития МСП

Процесс формирования стратегии интеграции начинается с комплексного анализа существующих бизнес-процессов организации. На данном этапе осуществляется идентификация критических операционных узлов, требующих автоматизации и синхронизации данных между ERP и CRM системами [9]. Целеполагание интеграции базируется на учете ресурсных ограничений МСП-сегмента. Формулировка конкретных результатов позволяет определить измеримые критерии успешности проекта. Особое внимание уделяется анализу технологической совместимости существующих информационных систем с требованиями интеграционного решения [12, 14].

Разработка плана внедрения предполагает поэтапное выделение приоритетных модулей, обеспечивающих максимальный операционный эффект. Приоритизация осуществляется на основе влияния каждого компонента на ключевые бизнес-показатели. Последовательное подключение функциональных блоков минимизирует риски и позволяет оптимизировать распределение ресурсов. Выбор инструментов интеграции основывается на оценке функциональной совместимости через анализ API-интерфейсов [4, 9]. Современные платформы должны обеспечивать двусторонний обмен данными в режиме реального времени с поддержкой стандартных протоколов. Критическим фактором является глубина интеграции, включающая синхронизацию как базовых сущностей, так и комплексных бизнес-процессов [9, 10, 12]. Анализ требований к синхронизации охватывает частоту обновлений, механизмы разрешения конфликтов и обеспечение транзакционной целостности.

Экономическая оценка решений проводится через анализ совокупной стоимости владения [10, 11]. Облачные модели демонстрируют преимущества для МСП за счет снижения капитальных затрат и гибкости масштабирования. При этом учитываются долгосрочные издержки, включая лицензионные платежи и стоимость интеграционных сервисов.

Формирование метрик оценки возврата инвестиций является ключевым элементом интеграционного проекта. Основное внимание уделяется количественным показателям эффективности бизнес-процессов. Система KPI включает показатели скорости обработки заказов, снижения операционных ошибок и уменьшения ручного вмешательства [10–14]. Регулярный мониторинг позволяет своевременно выявлять проблемные зоны и корректировать стратегию. Методика аудита качества данных предусматривает проверку консистентности, актуальности и полноты информации между системами. Периодический анализ служит основой для оптимизации интеграционных процессов. Оценка эффективности для МСП фокусируется на показателях скорости окупаемости и достижении точки безубыточности [10–14]. Такой подход обеспечивает объективную оценку инвестиций в цифровую трансформацию с учетом специфики малого и среднего бизнеса.

Анализ информационных моделей выявил их комплементарную природу: ERP фокусируется на оптимизации внутренних ресурсов, тогда как CRM усиливает клиентоориентированность операций. Синхронизация этих систем создает синергетический эффект, устраняя фрагментацию данных и повышая общую операционную эффективность предприятий.

Изучение практик интеграции [1–14] продемонстрировало, что 60 % неудачных внедрений в МСП связаны с отсутствием адаптированных стратегий. Цифровая трансформация ужесточила требования к системам, сделав гибкость и скорость обработки данных ключевыми факторами успеха. Эти выводы подтверждаются метриками ROI, которые показывают прямую зависимость между качеством интеграции и устойчивостью бизнеса в динамичной рыночной среде.

Рассмотрена поэтапная стратегия интеграции, которая учитывает ресурсные ограничения МСП через подбор специализированных инструментов и внедрение ключевых показателей эффективности для мониторинга.

**Список литературы**

1. Григорьева, И.В. Цифровая трансформация бизнеса: совершенствование системы управления / И.В. Григорьева, А.З. Магамедова. – Текст : непосредственный // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – № 5. – С. 757–762.

2. Кетоева, Н.Л. Особенности развития управления организациями в условиях цифровой экономики / Н.Л. Кетоева, А.В. Афонасьев. – Текст : непосредственный // Вестник алтайской академии экономики и права. – 2025. – № 6. – С. 79–83.

3. Красильникова, В.В. Цифровая трансформация и ее влияние на бизнес-процессы / В.В. Красильникова, В.О. Русакова. – Текст : непосредственный // 60-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. – Минск, 2024. – С. 721–722.

4. Лебедев, А.С. Проблемы интеграции корпоративных информационных систем – методы и технологии / А.С. Лебедев. – Текст : непосредственный // Информатика и вычислительная техника и управление. – 2020. – № 8. – С. 73–77.

5. Литвин, А.Ю. Цифровая трансформация систем управления бизнес-процессами в российских компаниях / А.Ю. Литвин. – Текст : непосредственный // Вестник евразийской науки. – 2023. – № 2. – С. 1–5.

6. Мицич, А.Д. Разработка методов оценки эффективности управления финансами организаций в условиях цифровизации экономики / А.Д. Мицич. – Текст : непосредственный // Вестник евразийской науки. – 2025. – С. 1-5.

7. Симаева, Н.П. Развитие малого бизнеса в условиях цифровой экономики: риски и возможности / Н.П. Симаева, А.И. Аджиева. – Текст : непосредственный // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2023. – № 10. – С. 220–235.

8. Разработка и внедрение алгоритма CRM системы на предприятии / В.Д. Сухов, А.А. Киселев, А.И. Сазонов – Текст : непосредственный // Теоретическая экономика. – 2019. – № 1. – С. 55–58.

9. Шарнопольская, О.Н. Систематизация принципов и методология стратегического планирования в условиях цифровой трансформации / О.Н. Шарнопольская, Н.А. Хоцкий. – Текст : непосредственный // Прогрессивная экономика. – 2025. – № 5. – С. 199–212.

10. Цифровизация как драйвер роста малого и среднего бизнеса: региональный подход / Е.А. Шенкман, А.Д. Киреечева, И.А. Максимова. – Текст : непосредственный // Сборник докладов международной конференции «Весенние дни науки ИнЭУ». – Екатеринбург, 2025. – С. 962–966.

11. Юсупова, М.Д. Цифровая трансформация как необходимое условие развития бизнеса / М.Д. Юсупова. – Текст : непосредственный // Вопросы структуризации экономики. – 2024. – № 1. – С. 16–20.

12. Синергия BPR и управления ИТ-проектами: путь к успешной трансформации бизнеса / Н.В. Колос, Л.В. Коптелова, А.П. Поздняков. – Текст : непосредственный // Новое время – новые исследования : сборник статей VIII Международной научно-практической конференции (10 ноября 2025 г.). – Петрозаводск : МЦНП «Новая наука», 2025. – С. 19–24.

13. Роль информационных технологий в процессе цифровой трансформации бизнеса / Э.В. Кузьмина, Н.Г. Пьянкова, Н.В. Третьякова. – Текст : непосредственный // Вестник Академии знаний. – 2025. – № 2(67). – С. 364–370.

14. Рогов, И.И. Проблемы трансформации бизнеса в экосистему: анализ потенциала матрицы McKinsey / И.И. Рогов, И.П. Кречетов. – Текст : непосредственный // Вопросы медиабизнеса. – 2025. – Т. 4. – № 4. – С. 119–133.

В начало к содержанию

УДК 621.56

**А.В. Кожемяченко[1], К.М. Чернокнижников[2]**
[1]Д-р техн. наук, профессор
[2]Аспирант
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДРОССЕЛЕЙ МАЛЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН КОМПРЕССИОННОГО ТИПА

# DETERMINATION OF DIAGNOSTIC PARAMETERS OF THE TECHNICAL CONDITION OF THROTTLES OF SMALL COMPRESSION-TYPE REFRIGERATING MACHINES

***Аннотация.*** *В статье рассмотрены эксплуатационные факторы, влияющие на ухудшения технического состояния малых холодильных машин компрессионного типа в процессе эксплуатации. Исследован теоретический цикл работы терморегулирующего вентиля малых холодильных машин в условиях изменения его проходимости вследствие засорения эксплуатационными отложениями. Получены предельно допустимые значения изменения его температуры в вышеуказанных условиях.*

***Ключевые слова:*** *малая холодильная машина, терморегулирующий вентиль, эксплуатационный фактор, теоретический цикл, диагностический параметр, техническое состояние.*

***Summary.*** *The article discusses the operational factors that affect the deterioration of the technical condition of small compression-type refrigeration machines during operation. The theoretical cycle of operation of the thermostatic valve of small refrigeration machines is studied under conditions of changes in its permeability due to clogging with operational deposits. The maximum permissible values of changes in its temperature under the above conditions are obtained.*

***Keywords:*** *small refrigeration machine, thermostatic valve, operational factor, theoretical cycle, diagnostic parameter, and technical condition.*

Малая холодильная машина компрессионного типа (МХМК) - машина, работающая практически без наблюдения потребителем в течение всего срока наработки.

Особенностью эксплуатации малой холодильной машины по сравнению с другими классами холодильных машин является наиболее жесткие условия ее эксплуатации.

Система холодильного агрегата не обеспечивает доступа к обслуживанию встроенного электродвигателя хладонового компрессора; температура воздуха вокруг конденсатора и компрессора в летние отрезки времени может достигать 50 ºС и более; в процессе эксплуатации имеет место необратимые физико-химические процессы и реакции между компонентами рабочей среды и материалами подсистем холодильного агрегата, результатом которых является образование различных загрязнений, отлагающихся на фильтрующих элементах фильтр-осушителей и в терморегулирующем вентиле [1].

Опыт эксплуатации МХМК показывает, что в основном изменение их технического состояния обуславливается воздействием следующих эксплуатационных факторов: засорением внутренней системы герметичного агрегата, количеством и наличием хладагента, режим работы, плотностью прилегания дверей к шкафу, температурой и скоростью движения окружающего воздуха, износом трибосопряжений хдадонового компрессора, загруженности шкафа продуктами и др. (рис. 1).

Совокупность этих эксплуатационных факторов, как правило, снижает холодопроизводительность МХМК. При этом чтобы обеспечить требуемый нормативный температурный уровень в низкотемпературном и холодильном отделениях, соответствующие приборы управления увеличивают значения коэффициента рабочего времени хладонового компрессора [2]. Соответственно, суточное энергопотребление МХМК увеличивается. В нормативно-технической документации отсутствуют сведения о предельно-допустимых значениях засорения дроссельных элементов, использующихся в МХМК в виде терморегулирующих вентилей [3]. Поэтому в настоящей статье приведен теоретический анализ работы дроссельного элемента в условиях изменения его проходимости.

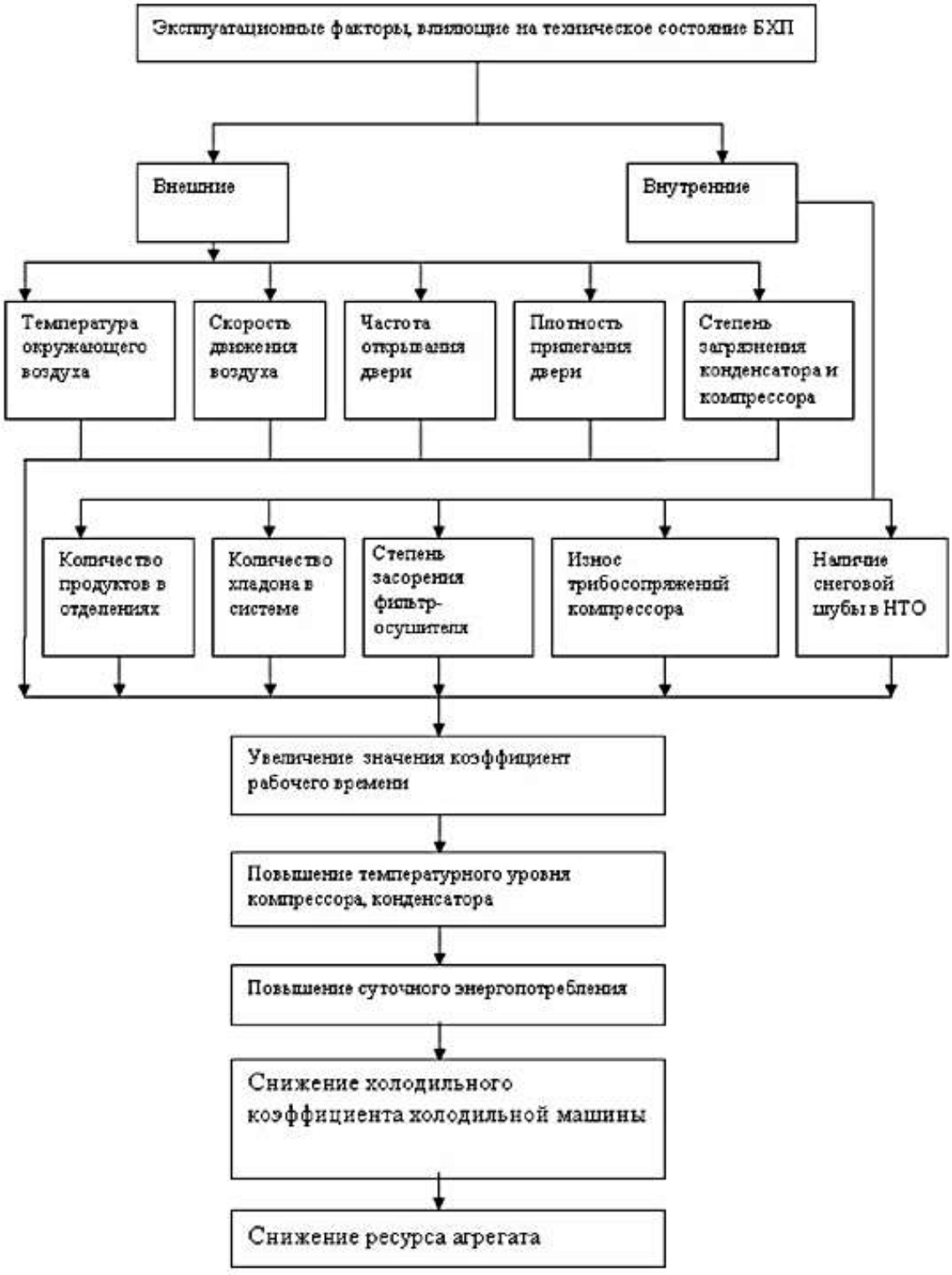



Рис. 1. Эксплуатационные факторы, влияющие на техническое состояние малых холодильных машин

На рисунке 2 показаны процессы изменения состояния хладона в терморегулирующем вентиле в *г-1∂P* диаграмме [4, 5].

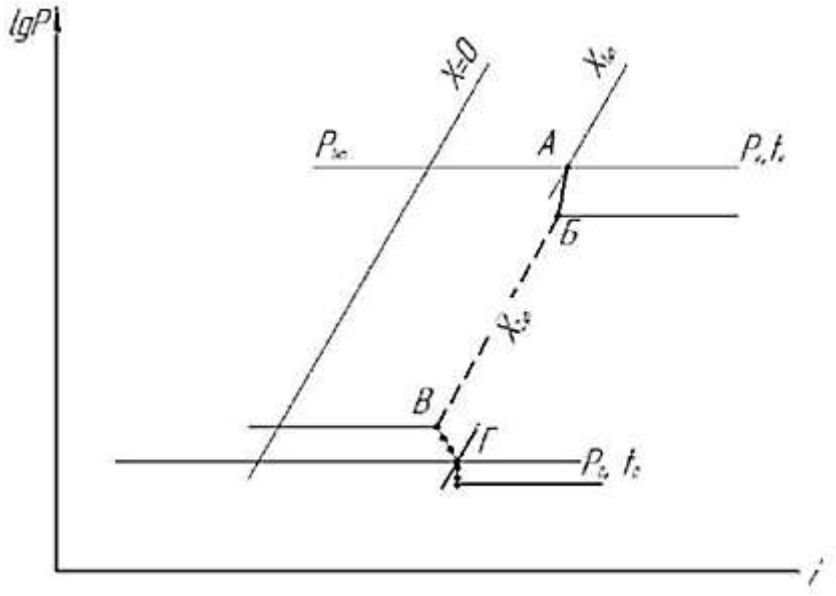



Рис. 2. Изменение фазового состояния хладона
в терморегулирующем вентиле в *i-lgP* диаграмме:
——— – жидкое состояние хладона; – – – – парожидкостное состояние хладона;
♦–♦–♦ – газообразное состояние хладона

На отрезке АБ хладон находится в жидком состоянии, на участке БВ в парообразном состоянии, а на участке ВГ хладон находится в газообразном состоянии.

Фазовое состояние хладона на каждом из трех участочков может быть математически представлено следующим образом.

Допускаем, что на отрезке АБ истечение жидкого хладона соответствуют закону сплошного потоку жидкости, т.е. обычному гидродинамическому потоку. Выделяя элементарный отрезок, составляем уравнение равновесия всех сил, действующих на поток жидкого хладагента:

$$F_1 - F_2 - F_3 = 0,$$

где $F_1$ – сила давления; $F_2$ – сила тяжести; $F_3$ – сила инерции жидкого хладона.

Сила давления $F_1$ потока хладонагента элементарного участка определяется по следующей формуле:

$$F_1 = PdS = \rho\pi Д dL_p, \quad (1)$$

где Р – давление жидкости; $dS$ – площадь элементарного участка; Д – диаметр капиллярной трубки; $dL_p$ – длина элементарного участка.

Сила тяжести жидкости определяется по следующей формуле:

$$F_2 = m_ж \cdot g = \frac{\rho\pi Д^2}{4dL_p g}, \quad (2)$$

где $m_ж$ – масса жидкости; $g$ – ускорение свободного падения; $\rho$ – плотность жидкого потока хладагента.

Сила инерции жидкого хладона определяется по формуле:

$$F_З = m_{ж}\frac{dV}{dt}, \quad (3)$$

где $\frac{dV}{dt}$ – ускорение жидкого хладона.

Учитывая формулы 1–3 получаем:

$$\rho\pi Д dL_p - \rho\frac{\pi Д^2}{4}dL_p g - m_{ж}\frac{dV}{dt} = 0, \text{ или}$$

$$\rho\pi Д dL_p - \rho\frac{\pi Д^2}{4}dL_p g - \rho\frac{\pi Д^2}{4}dL_p\frac{dV}{dt} = 0,$$

где $\rho\frac{\pi Д^2}{4}\frac{dL_p}{dt}$ – массовый расход жидкостного хладона.

Обозначая $\mu = \rho\frac{\pi Д^2}{4}\frac{dL_p}{dt}$, получим:

$$\rho\pi Д dL_p - \rho\frac{\pi Д^2}{4}dL_p g - \mu dV = 0. \quad (4)$$

Интегрируем выражение 4:

$$\rho\pi Д\int dL_p - \rho\frac{\pi Д^2}{4}g\int dL_p - \mu\int dV = C.$$

Общим интегралом является выражение:

$$\rho\pi Д L_p - \rho\frac{\pi Д^2}{4}L_p\, g - \mu V = C, \text{ или}$$

$$L_p\left(\rho\pi Д - \rho\frac{\pi Д^2}{4}g\right) - \mu V = C. \quad (5)$$

Задаемся начальными условиями: $L_p = L_{p0}, V = V_0$.

Подставляем начальные условия в выражение 5, имеем:

$$L_{p0}\left(\rho\pi Д - \rho\frac{\pi Д^2}{4}g\right) - \mu V_0 = C. \quad (6)$$

Учитывая выражения 5 и 6 получим:

$$L_p\left(\rho\pi Д - \rho\frac{\pi Д^2}{4}g\right) - \mu V = L_{p0}\left(\rho\pi Д - \rho\frac{\pi Д^2}{4}g\right) - \mu V_0;$$

$$\rho\pi Д\left(L_p - L_{p0}\right) - \rho\frac{\pi Д^2}{4}g\left(L_p - L_{p0}\right) - \mu\left(V - V_0\right) = 0.$$

Обозначая $L_p - L_{p0} = \Delta L_p, V - V_0 = \Delta V$, имеем

$$\rho\pi Д\Delta L_p - \rho\frac{\pi Д^2}{4}g\Delta L_p - \mu\Delta V = 0, \text{ или}$$

$$\rho\pi Д\Delta L_p = \mu\Delta V + \rho\frac{\pi Д^2}{4}g\Delta L_p.$$

Откуда:

$$\rho = \frac{1}{\pi Д}\left(\frac{\mu\Delta V}{\Delta L_p} + \rho\frac{\pi Д^2}{4}\, g\right).$$

Для отрезка БВ составляем соотношение падения давления парожидкостной смеси к падению давления жидкого хладона. При этом принимаем модель течения парожидкостной смеси гомогенной, так как в этом случае двухфазный поток рассматривается как однофазная жидкость.

Тогда имеем:

$$\frac{\Delta P_{см}}{\Delta P_{ж}} = 1 + \frac{\rho' - \rho''}{\rho''}x,$$

где $\Delta P_{\text{см}}$ – падение давления парожидкостной смеси на отрезке БВ; $\Delta P_{\text{ж}}$ – падение давления жидкого хладагента на отрезке АБ; $\rho'$ – плотность пара; $\rho''$ – плотность жидкости; $x$ – массовый расход паросодержания.

Массовый расход паросодержания определяем по формуле:

$$x = \frac{G''}{G_{\text{см}}} = \frac{G''}{G''+G'}, \quad (7)$$

где $G''$ – массовый расход пара; $G'$ – массовый расход жидкости; $G_{\text{см}}$ – массовый расход парожидкостной смеси.

Учитывая выражение (7) имеем:

$$\frac{\Delta P_{\text{см}}}{\Delta P_{\text{ж}}} = 1 + \frac{\rho' - \rho''}{\rho''} \cdot \frac{G''}{G'' + G'}.$$

Откуда:

$$\Delta P_{\text{см}} = \Delta P_{\text{ж}} \left(1 + \frac{\rho' - \rho''}{\rho''} \cdot \frac{G''}{G'' + G'}\right).$$

Давление газа на отрезке ВГ определим по формуле:

$$P_{\text{г}} = P_{\text{ж}} - \frac{2\tau}{R},$$

где $P_г$ – давление $K$ газа на участке ВГ; $P_{ж}$ – давление жидкости на участке АБ; $R$ – радиус кривизны капиллярной трубки; $\tau$ – удельная энергия поверхности парожидкостной смеси.

Удельную энергию поверхности парожидкостной смеси определяем согласно эмпирической зависимости:

$$\tau = \tau_0 (1 - \frac{T}{T_{\text{кр}}})^{\frac{11}{9}}, \quad (8)$$

где $\tau$ – коэффициент, зависящий от температуры хладона в жидком состоянии; $T$ – температура хладона в жидком состоянии; $T_{\text{кр}}$ – критическая температура хладона R12.

Учитывая формулу (8) получим:

$$P_{\text{г}} = P_{\text{ж}} - \frac{2\tau}{R}\left(1 - \frac{T}{T_{\text{кр}}}\right)^{\frac{11}{9}}.$$

Температура на отдельных рассматриваемых отрезках изменения фазового состояния холодильного агента в терморегулирующем вентиле определится из выражения:

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT.$$

Откуда:

$$T = \frac{\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b)}{R},$$

где $P$ – давление на участках; $V$ – объем хладона; $T$ – температура на отдельном участке; $R$ – газовая постоянная; $a$ и $b$ – постоянные, зависящие от $V_{\text{кр}}$ и $P_{\text{кр}}$ хладона.

Длина отрезка АБ определяется из уравнения пленкопередачи через цилиндрическую поверхность:

$$L_{\text{АБ}} = \frac{\theta\left(\frac{1}{\text{a}_1} + \frac{1}{2\lambda} ln \frac{d_H}{d_{\text{вн}}} + \frac{1}{\text{a}_2 d_H}\right)}{\pi(t_{\text{ж}} - t_0)},$$

где $t_{\text{ж}}$ – температура жидкого хладона; $t_0$ – температура окружающей среды; $d_H$ – наружный диаметр капиллярной трубки; $d_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр капиллярной трубки; $\text{a}_1$ – коэффициент теплопередачи от жидкого хладона к внутренней поверхности капиллярной трубки; $\text{a}_2$ – коэффициент теплопередачи от наружной поверхности капиллярной трубки к окружающей среде; $\lambda$ – коэффициент теплопроводности материала капиллярной трубки; $\theta$ – количество тепла, которое отводится от жидкого хладона к окружающей среде.

Температуру внутренней поверхности в ℃ определяем по формуле:

$$t_{\text{вн}} = t_{\text{ж}} - \frac{\theta}{a_1 d_{\text{вн}} \pi l}.$$

Температуру наружной поверхности определяем из выражения:

$$t_{\text{н}} = t_0 - \frac{\theta}{a_2 d_{\text{в}} \pi l}.$$

Длина отрезка БВ определится по формуле:

$$L_{\text{БВ}} = \frac{\theta\left(\frac{1}{a_1 d_{\text{вн}}} + \frac{1}{2\lambda_1} ln \frac{d_{\text{н}}}{d_{\text{вн}}} + \frac{1}{2\lambda_2} ln \frac{D_{\text{н}}}{d_{\text{н}}} + \frac{1}{2\lambda_2} ln \frac{D_{\text{вн}}}{D_{\text{н}}} + \frac{1}{a_2 D_{\text{вн}}}\right)}{\pi(t_{\text{п.с.}} - t_{\text{пар}})},$$

где $a_1$ – коэффициент теплопередачи от парожидкостной смеси к внутренним поверхностям капиллярной трубки; $a_2$ – коэффициент теплопередачи от внутренней поверхности всасывающего патрубка к пару; $D_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр всасывающего патрубка; $D_{\text{н}}$ – наружный диаметр всасывающего патрубка; $\lambda_1$, $\lambda_2$ – коэффициенты теплопроводности материала капиллярной трубки и всасывающего патрубка; $t_{\text{п.с.}}$ – температура парожидкостной смеси хладона; $t_{\text{пар}}$ – температура пара хладона, проходящего по всасывающему трубопроводу; $\theta$ – количество тепла, которое отводится от парожидкостной смеси.

Длину отрезка ВГ определяем по формуле:

$$L_{\text{ВГ}} = \frac{\theta\left(\frac{1}{a_1 d_{\text{н}}} + \frac{1}{2\lambda} ln \frac{d_{\text{вн}}}{d_{\text{н}}} + \frac{1}{a_2 d_{\text{вн}}}\right)}{\pi \Delta t},$$

где $\Delta t$ – разность температур окружающей среды и газообразного хладона; $\theta$ – количество тепла, подводимое извне к поверхности капиллярной трубки.

Холодопроизводительность чистого терморегулирующего вентиля на рассматриваемых отрезках определится по формуле:

$$Q_k = G_a C_p \Delta T,$$

где $G_a$ – массовый расход хладона на соответствующих участках; $C_p$ – теплоемкость хладона на соответствующих участках; $\Delta T$ – разность температур хладона на соответствующих участках.

Составим соотношение холодопроизводительности чистого и засоренного терморегулирующего вентиля:

$$\frac{Q_k'}{Q_k} = \frac{G_a' \cdot \Delta T'}{G_a \cdot \Delta T} \leq 7\ \%.$$

Откуда:

$$\Delta T = \frac{G_a' \cdot \Delta T'}{0{,}07 G_a}.$$

Выражение дает возможность определять предельно допустимого значения $\Delta T$, при котором герметичный холодильный агрегат считается работоспособным, а так же обеспечивает получение диагностического параметра, характеризующего остаточную годность малой холодильной машины, находящегося в стадии эксплуатации.

**Список литературы**

1. Кожемяченко, А.В. Влияние загрязнений на работоспособность герметичных агрегатов бытовых холодильников и повышение их эксплуатационных характеристик при ремонте : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: / Кожемяченко Александр Васильевич; Московский техноогический институт. – Москва, 1988. – 201 с. – Текст: непосредственный.

2. Кожемяченко, А.В. Диагностирование технического состояния бытовых холодильных приборов / А.В. Кожемяченко, М.А. Лемешко, В.В. Рукасевич. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – № 4. – 2012. – С. 110–115.

3. Вейнберг, Б.С. Бытовые компрессионные холодильники / Б.С. Вейнберг, Л.Н. Вайи. – Москва : Пищевая промышленность, 1974. – 272 с. – Текст : непосредственный.

4. Розенфельд, Л.М. Холодильные машины и аппараты / Л.М. Розенфельд, А.Г. Ткачев. – Москва : Госторгиздат, 1962. – 656 с. – Текст : непосредственный.

5. Якобсон, В.Б. Малые холодильные машины / В.Б. Якобсон. – Москва : Пищевая промышленность, 1977. – 368 с. – Текст : непосредственный.

В начало к содержанию

УДК 7.036
**Е.З. Комлева[1], А.М. Коринтели[2]**
[1]Студент
[2]Канд. техн. наук
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# РОЛЬ ВИЗУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВ В СОВРЕМЕННОЙ КУЛЬТУРЕ И МОДЕ

# THE ROLE OF VISUAL IMAGES IN MODERN CULTURE AND FASHION

***Аннотация.*** *В статье рассматривается актуальность современной модной индустрии и ее визуальной презентации, которая является первостепенным фактором в привлечении потребительского внимания и формировании покупательских предпочтений. Качество и объем фотоматериалов, демонстрирующих одежду, приобретают статус ключевых детерминант потребительского выбора и коммерческого успеха брендов. Настоящая статья ставит своей целью исследование влияния профессиональной фотосъемки на восприятие модных изделий, акцентируя внимание на значимости высококачественных визуальных ресурсов в фэшн-сегменте. Проанализированы такие аспекты, как освещение, композиционное построение и выбор ракурсов, способные повысить привлекательность одежды для целевой аудитории.*
***Ключевые слова:*** *визуальный образ, современная культура и мода, художественный образ, визуальные приемы.*

***Summary.*** *The article examines the relevance of the modern fashion industry and its visual presentation, which is a primary factor in attracting consumer attention and shaping consumer preferences. The quality and volume of photographic materials showcasing clothing have become key determinants of consumer choice and commercial success for brands. This article aims to explore the impact of professional photography on the perception of fashion products, emphasizing the significance of high-quality visual resources in the fashion industry. Aspects such as lighting, composition, and camera angles was analyzed to enhance the appeal of the clothing for the target audience.*
***Keywords:*** *visual image, modern culture and fashion, artistic image, and visual techniques.*

Модная фотография, активно циркулирующая в онлайн-пространстве, выступает мощным инструментом формирования потребительских предпочтений и жизненных установок при выборе одежды. Потребители, сталкиваясь с визуальными образами, активно вовлекаются в мир модных трендов, следят за их эволюцией и стремятся интегрировать представленные стили в свою повседневность.

Фотограф в мире моды выступает не только как технический специалист, но и как художник, который создает визуальные истории, способные вдохновлять и привлекать внимание, формировать спрос, задает визуальные парадигмы, которые впоследствии интегрируются в маркетинговые стратегии продвижения бренда[1].

Целью работы является анализ визуальных стратегий и их влияние на потребителя.

В современной индустрии моды выделяют следующие визуальные приемы в фэшн-фотографии, определяющие наше представление об одежде:

– игра света: освещение играет ключевую роль в создании настроения снимка. Будь то мягкий дневной свет, мощные студийные прожекторы или цветные фильтры, свет способен полностью преобразить атмосферу (например, рассеянный, нежный свет придает образу романтичность и легкость, тогда как резкий контровой свет добавляет драматизма и подчеркивает фактуру ткани) [2];

– построение кадра: гармоничные композиции часто строятся на основе классических правил, таких как: «правило третей» или «золотое сечение». Однако современные мастера фотографии не боятся экспериментировать, нарушая привычные схемы, используя асимметрию и необычные ракурсы для создания уникальных визуальных решений;

– классический подход: этот стиль характеризуется четкими линиями, естественным освещением и простым фоном. Он транслирует утонченность и элегантность, привлекая ценителей изысканной моды;

– уличный стиль: фотографы запечатлевают моменты из реальной жизни, делая снимки близкими и понятными зрителю. Это создает ощущение доступности моды и позволяет инфлюенсерам напрямую общаться со своей аудиторией, отражая актуальные тенденции;

– авангардные решения: экспериментальные подходы, включающие в себя коллажи и многослойность, цепляют зрителя своей новизной и оригинальностью. Такие работы стимулируют воображение, побуждая к собственным интерпретациям и размышлениям;

– техника «фокусного реквизита»: реквизит в фэшн-фотографии играет ключевую роль, создавая контекст и акцентируя внимание на основной идее съемки. Предмет занимает центральное место в кадре, притягивая внимание зрителей;

– цветокоррекция: изменение цветов с помощью корректирующих слоев, например, создание ярких оттенков для выделения деталей или приглушенных тонов для создания атмосферы.

Исследование творчества выдающихся фэшн-фотографов, сфокусированное на выявлении применяемых ими визуальных стратегий и оценке их воздействия на зрительское восприятие.

Признанные гении фотографии подарили миру множество волнующих и даже снимков, которые до сих пор определяют главные фэшн-тенденции. Анализ работ известных фэшн-фотографов с точки зрения визуальных стратегий и их вклада в индустрию моды представлен в таблице.

**Анализ работ фэшн-фотографов**

| Фотограф | Ключевые особенности стиля | Значимые проекты и клиенты | Вклад в индустрию |
|---|---|---|---|
| 1. Питер Линдберг | Стремление к естественности, отказ от чрезмерной ретуши, использование черно-белой палитры и особенности работы со светом | Работа с Джорджо Армани, Прадой, Карлом Лагерфельдом, Хьюго Боссом, Мэрайей Кэри, Кельвином Кляйном и др. | Развитие движения к естественности в индустрии моды |
| 2. Патрик Демаршелье | Акцент на естественности и искренности, а не на постановочности – это касалось и портретной съемки, и работы с обнаженной натурой. Внимание к свету и графичности изображения | Harper's Bazaar; ELLE; Vogue;Rolling Stone; Newsweek; Life:GQ;Vanity Fair и др. | Популяризация стиля, сочетающего элегантность с непринужденностью и естественностью. Работы остаются эталоном для многих современных фотографов |
| 3. Энни Лейбовиц | Лейбовиц известна тщательной проработкой сценария съемки и глубоким психологическим взаимодействием с моделями. Ее работы часто сочетают фантазию и реальность, а фотографии становятся визуальными историями | Джон Леннон и Йоко Оно (1980); Вупи Голдберг в ванне с молоком (1984) | Стиль и подход, ее работы стали шаблоном качественного исполнения, исследующего не только внешнюю красоту, но и внутренний мир снимаемых объектов |
| 4. Харли Вейр | Ее работы балансируют между документальной искренностью и художественной постановкой, создавая запоминающиеся визуальные истории | Bottega Veneta; Armani; Maison Martin Margiela; Versace; Moschino и др. | Разработка работ, которые отличаются вниманием к человеческой форме и отсылками к художественным произведениям |

Результаты анализа позволяют выделить ключевые композиционные приемы: ракурс, освещение, цвет, текстура, фон, поза модели, адаптация, 3D-визуализация, генеративный дизайн [3].

На основе методики сравнительного анализа «a/b-тестирование» в работе выполнена оценка влияния интегрируемых визуальных приемов на ключевые метрики «продукта» в результате сопоставления нескольких вариантов реализации (a – контрольного, b – тестируемого).

Условия исследования: до начала a/b-тестирования были сделаны две фэшн-фотографии (рис.). Параметры тестирования: ракурс, композиция, модель (поза), цветокоррекция, детали (акценты). Метрики оценки: время просмотра (сек) пользователем фотографии; зоны внимания на фото; оценка пользователей (комментарии); доля кликов по фото от общего числа показов (%).

Исследования проводились на базе Института сферы обслуживания и предпринимательства (филиала) ДГТУ в г. Шахты Ростовской области. Объектом исследования выступили студенты в возрасте 18-22 лет, в количестве 100 человек. Длительность тестирования – 7 дней.



А Б

Рис. 1. Фотография (фэшн-фотографии выполнены в рамках выпускной квалификационной работы обучающейся Института сферы обслуживания и предпринимательства (филиала) ДГТУ в г. Шахты Ростовской области): вариант без обработки (А) и с обработкой (Б)

Результаты проведенного исследования указывают на то, что фотография модели играет доминирующую роль в формировании потребительского поведения при выборе одежды. Подавляющее большинство участников подтвердили, что визуальный образ оказывает более значительное влияние на их покупательские решения, нежели другие характеристики товара. Качество исполнения фотографии, ее реалистичность и способность детально передать особенности кроя оказывают существенное воздействие

на восприятие ценности продукта [4]. Следовательно, в условиях онлайн-торговли визуальный контент является основным каналом передачи информации о товаре, и его оптимизация должна стать приоритетным направлением в разработке ассортиментной политики и маркетинговой стратегии компаний.

Исследование выявило, что фотографии с моделями значительно повышают конверсию, поскольку они помогают покупателям лучше визуализировать товар. Люди интуитивно понимают, что изображение на живом человеке дает более реалистичное представление о посадке изделия, чем статичный манекен. Кроме того, грамотное освещение на модели позволяет раскрыть текстуру и объем ткани, создавая у покупателя ощущение осязаемости и убеждая его в качестве товара.

Согласно полученным данным, вариант Б получил большее время просмотра (76 с), что на 87 % больше, чем вариант А; зоны внимания на фото: ракурс и и область держания шлема; оценка пользователей (комментарии): «Второе фото выглядит интересней»; доля кликов по фото от общего числа показов (94 %).

Опрошенные люди подчеркнули, что идеальные изображения должны демонстрировать безупречную цветокоррекцию, абсолютную точность в передаче цветов и мастерскую работу с моделью. Это прямо указывает на то, что брендам в сфере моды крайне важно вкладываться в создание профессионального визуального контента.

Визуальные образы играют важную роль в формировании социокультурной реальности и в создании идентичности [5]. Эффективная демонстрация товара требует предоставления изображений с различных ракурсов, поскольку потребители уделяют этому большое внимание. Не менее значимым фактором является и абсолютная точность цветопередачи на фотографиях. Существенное влияние на принятие решения о покупке оказывает также степень соответствия колористических характеристик товара, представленных на фотоизображении, его фактическим параметрам.

Полученные результаты работы позволяют расширить информационную базу при разработке и применении новых решений по повышению маркетинговой привлекательности изделий в индустрии моды.

## Список литературы

1. Васильева, Э.В. Взаимодействие культур и образов моды в среде визуального пространства (на примере российских этнофестивалей) / Э.В. Васильева ; Омский государственный технический университет, 2014. – ISSN 1813-8225. – Текст : непосредственный.

2. Васильева, Ж.В. Влияние процессов глобализации на fashion-индустрию / Ж.В. Васильева. – Текст : электронный // Культурологический журнал ; Московский педагогический государственный университет, Москва, 2018. – С. 1-7. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20523159 – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3. Булганина, С.В. Маркетинговое исследование предпочтений покупателей одежды / С.В. Булганина, М.В. Мухина, А.Е. Булганина, Е.С. Мухина. – Текст : электронный // Научный журнал «Костюмология», 2020. – URL: https://kostumologiya.ru/PDF/10TLKL120.pdf. (дата обращения: 25.03.2026).

4. Анохин, Е.В. Анализ научных подходов к проведению маркетинговых исследований / Е.В. Анохин., В.А. Анохин, Ж.В. Касатова. – Текст : непосредственный // Экономический анализ: теория и практика. – № 23(374). – 2014. – С. 18–27.

5. Виниченко, И.В. Анализ факторов, оказывающих влияние на модные предпочтения в обществе / И.В. Виниченко. – Текст : непосредственный // Russian journal of education and psychology. – 2011. – № 4(1). – С. 555–559.

В начало к содержанию

УДК 534.833

**Е.И. Костромина[1], А.А. Торопова[2], Е.Э. Уткина[2]**
[1]Ст. преподаватель
[2]Бакалавр
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ

## ВАКУУМНЫЕ ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИЕ ПАНЕЛИ: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

## VACUUM SOUNDPROOFING PANELS: DEVELOPMENT PROSPECTS AND PRACTICAL APPLICATION

***Аннотация.*** *В статье рассматриваются современные подходы к применению вакуумных звукоизолирующих панелей с ребристой структурой в системах звукоизоляции. Основное внимание уделяется исследованию влияния рельефной конструкции на эффективность подавления звуковых волн и снижение передачи вибрационных колебаний в строительных конструкциях. Актуальность исследования обусловлена растущими требованиями к акустическому комфорту в современных зданиях при необходимости оптимизации затрат на материалы и конструкции. Традиционные методы звукоизоляции часто не обеспечивают требуемого уровня защиты от шума, особенно в условиях повышенных шумовых нагрузок. В работе анализируются конструктивные особенности ребристых вакуумных панелей, их преимущества и недостатки. Особое внимание уделяется изучению влияния геометрии ребер на звукоизоляционные характеристики материала. Рассматриваются технологические аспекты производства, монтажа и эксплуатации ребристых звукоизолирующих конструкций. Практическая значимость исследования заключается в возможности применения полученных результатов при проектировании современных звукоизоляционных систем для жилых, общественных и промышленных зданий.*

*Представлены рекомендации по оптимизации конструкции ребристых панелей для достижения максимальной эффективности звукоизоляции.*

***Ключевые слова:*** *звукоизоляция, вакуумные панели, шумозащита, строительные конструкции, промышленное применение.*

***Summary.*** *This article examines modern approaches to the use of ribbed vacuum soundproofing panels in soundproofing systems. The focus is on investigating the influence of the relief structure on the effectiveness of sound wave suppression and the reduction of vibration transmission in building structures. The relevance of this study stems from the growing demands for acoustic comfort in modern buildings, coupled with the need to optimize material and structural costs. Traditional soundproofing methods often fail to provide the required level of noise protection, especially under conditions of increased noise loads. The paper analyzes the design features of ribbed vacuum panels, their advantages, and disadvantages. Particular attention is paid to the influence of rib geometry on the soundproofing properties of the material. The technological aspects of the production, installation, and operation of ribbed soundproofing structures are discussed. The practical significance of this study lies in the potential application of the obtained results in the design of modern soundproofing systems for residential, public, and industrial buildings. Recommendations for optimizing the design of ribbed panels to achieve maximum soundproofing effectiveness are presented.*

***Keywords:*** *soundproofing, vacuum panels, noise protection, building structures, industrial applications.*

Звукоизолирующие вакуумные панели представляют собой инновационное решение в области борьбы с шумом. Их уникальность заключается в использовании вакуума как основного элемента звукоизоляционной системы. Актуальность данной технологии обусловлена растущими требованиями к акустическому комфорту в современном мире. [1]

Вакуумные звукоизолирующие панели применяются в группе средств для шумоизоляции в гражданском и промышленном строительстве, для звукоизоляции помещений; в качестве ограждающих экранов в районах аэропортов, железных дорог и автодорог, в цехах для звукоизоляции машин и оборудования с высоким уровнем шума.

Возможно монтирование камер замкнутого объема вокруг источника шума с высоким уровнем, из нескольких заявляемых звукоизолирующих вакуумных панелей. [2]

Известны звукоизолирующие и звукоотражающие панели, разработанные как средства борьбы с шумом. В многообразии таких панелей, особое место занимают вакуумированные панели. Вакуумная среда в составе ограждающих конструкций теоретически обеспечивает максимально возможную звукоизоляцию: чем сильнее разряжение воздуха, тем эффективнее подавление звуковых волн. Однако практическое внедрение вакуумных звукоизолирующих систем долгое время сдерживалось серьезной инженерной проблемой: при вакуумировании плоских панелей возникают значительные сжимающие нагрузки на внешние листы, что угрожает их деформации.

Современные решения предполагают использование специальных формообразующих наполнителей. Эти элементы жестко фиксируют положение покрывных листов, предотвращая их прогиб даже при глубоком вакууме в межлистовом пространстве.

Один из известных вариантов конструкции включает герметичную оболочку – ограничительный элемент для создания вакуумируемой полости. Оболочка изготавливается из металлической фольги либо ламинированной полимерной пленкой фольги. Внутри размещается звукоизолирующий заполнитель с открытой пористой структурой или ячеистой текстурой. Для усиления акустической защиты внешняя поверхность оболочки покрывается дополнительными материалами: звукопоглощающими составами, герметиками, резиновыми или резиноподобными компонентами.

Тем не менее у такой схемы есть существенные недостатки:

– пористый заполнитель сам по себе выступает каналом передачи звуковой энергии, что заметно снижает эффект от вакуумирования и ухудшает общие показатели звукоизоляции;

– жесткость конструктивных элементов не позволяет рассматривать эту систему как полноценную звукоизолирующую панель или экран.

Альтернативный подход предполагает использование пористых материалов в качестве опор для покрывных листов вакуумных панелей. В подобных конструкциях прерывистый или пористый наполнитель размещается между двумя (или более) защитными листами, скрепленными по периметру. Дополнительно система может включать реофоры – элементы для подачи электропитания к устройствам, размещенным внутри панели. При этом обеспечивается полная газонепроницаемость межлистового пространства.

Однако и здесь возникает проблема: пористый наполнитель, выполняя функцию опоры, одновременно служит проводником звуковых колебаний. В результате звукоизолирующая способность всей конструкции остается относительно невысокой.

Еще один существенный недостаток существующих решений связан с особенностями конструктивного исполнения. Для сохранения жесткости при вакуумировании требуется формировать на поверхности панели ребра жесткости – либо увеличивать их высоту, либо наращивать количество. Это приводит к появлению технологических зазоров при монтаже: при креплении такой панели к вертикальной стене зазор образуется на высоту ребер жесткости, что снижает эффективность звукоизоляции и усложняет интеграцию системы в строительные конструкции. Рассматриваемые конструкции звукоизолирующей панели имеют недостаток, заключающийся в наличие относительно высоких неровностей на внешних поверхностях ограничивающих стенок в виде ребер жесткости. Для обеспечения жесткости конструкции при вакуумировании внутренней полости панели необхо-

димо выполнять высокие ребра жесткости, или увеличивать их количество по плоскости панели. Для конструкции звукоизолирующей панели с высокими ребрами жесткости при креплении звукоизолирующей панели к вертикальной стене, образуется зазор между стеной и звукоизолирующей панелью на высоту ребер жесткости, а также образуют высокие выпуклости на лицевой поверхности панели, что затрудняет ее отделку, например, штукатуркой или обоями, звукоизолирующее ограждение при этом имеет увеличенную толщину. Другим недостатком конструкции по прототипу является относительная сложность системы ограничивающая стенка звукоизолирующей панели и ребра жесткости, прикрепленные к ее поверхности. Ребра жесткости обеспечивают жесткость конструкции и препятствуют изгибу ограничивающих стенок, но в изготовлении такой вакуумной звукоизолирующей панели требуется высокая точность изготовления и прочность крепления ребер жесткости, при этом относительная сложность такой конструкции влечет ее относительно высокую себестоимость. Что являет недостатком конструкции по прототипу и аналогичных конструкций вакуумных звукоизолирующих ограждений [3].

Задачей рассматриваемой конструкции является устранение названных недостатков, а именно, уменьшение толщины звукоизолирующей вакуумной панели, упрощение конструкции звукоизолирующей вакуумной панели, снижение ее себестоимости.

Задача решается тем, что звукоизолирующая вакуумная панель, включающая ограничивающие стенки, каркас жесткости, по периметру соединенный с ограничивающими стенками, которые образуют вакуумированную полость, вакуумируемую до 0,01–0,2 атм., выполнена так, что ограничивающая стенка, ориентированная в сторону источника звука, имеет волнообразную форму, а задняя плоская ограничивающая стенка оснащена ребрами жесткости плоской формы на ее внутренней стороне.

Конструктивное решение иллюстрируется комплектом чертежей, включающим три проекции звукоизолирующей вакуумной панели: фронтальный вид, боковой профиль и поперечное сечение (по линии А-А фронтального вида).

Панель включает пару ограничивающих стенок (поз. 1 и 3), а также каркас из двух продольных (поз. 2) и двух поперечных (поз. 4) элементов. Совместно эти компоненты формируют герметичную полость, предназначенную для вакуумирования. При этом звукоизолирующая вакуумная панель выполнена так, что ограничивающая стенка, ориентированная в сторону источника звука, лицевая ограничивающая стенка, выполнена волнообразной формы, а задняя плоская ограничивающая стенка оснащена ребрами жесткости плоской формы на ее внутренней стороне (рис. 1).

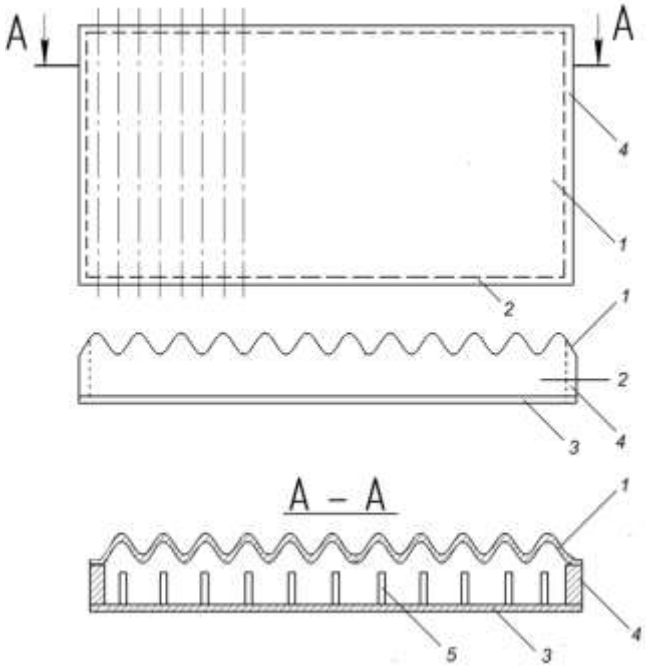



Рис. 1. Вакуумная панель звукоизолирующая

Каркас звукопоглощающей вакуумной панели, предназначенной для изоляции звука, обычно изготавливается из тонколистовой стали, толщина которой варьируется от 0,3 до 1,5 мм, либо из аналогичных пластиковых материалов. Элементы, обеспечивающие прочность конструкции, такие как ребра жесткости, также производятся из стальных листов толщиной 1-3 мм или из высокопрочных полимерных материалов. Для ограничивающей стенки, имеющей волнообразную форму, не требуется ребер жесткости, ее устойчивость к прогибу обеспечивается цилиндрической формой волн поверхности. При этом конструкция волнообразной ограничивающей стенки проще в изготовлении – не требуется приваривать или приклеивать ребра жесткости к ограждающей стенке. Лицевая сторона вакуумной звукоизолирующей панели в виде волн имеет более эстетичный вид в сравнении с плоскими ребрами жесткости на лицевой, внешней поверхности вакуумной звукоизолирующей панели. Наличие волн обеспечивает уменьшение толщины звукоизолирующей вакуумной панели, так как ребра жесткости задней плоской ограничивающей стенки выполняются напротив вогнутой части волнообразной поверхности лицевой ограничивающей стенки [4].

Ограничивающие стенки звукоизолирующей вакуумной панели могут изготавливаться различными способами. Для металлических вариантов подходят методы штамповки или гибки, обеспечивающие необходимую геометрию и жесткость. При использовании полимерных материалов оптимальным решением является литье – оно позволяет получить стенки с заданными параметрами и высокой точностью форм.

Высота ребер жесткости и расстояние между ними определяются толщиной звукоизолирующей вакуумной панели и размерами волн волнообразной поверхности лицевой ограничивающей стенки. Для оптимальной конструкции звукоизолирующей вакуумной панели высота ребер жесткости, расстояние между ребрами жесткости должны соответствовать размерам и форме волн лицевой ограничивающей стенки. Расстояние между ребрами жесткости задней плоской ограничивающей стенки определяется расстоянием между гребнями волн, а высота ребер жесткости задней плоской ограничивающей стенки определяется высотой волн лицевой ограничивающей стенки. Другое расстояние между ребрами жесткости, возможно, но при этом будет увеличена толщина звукоизолирующего ограждения, что менее рационально.

Ребра жесткости задней плоской ограничивающей стенки не должны касаться поверхности волнообразной лицевой ограничивающей стенки.

Каркас жесткости звукоизолирующей вакуумной панели, выполнен из двух продольных планок *2*, на боковой поверхности которых выполнены волнообразные углубления и двух поперечных планок *4*, прямоугольного сечения. Волнообразные углубления продольных элементов *2* по форме и размерам соответствуют волнообразной лицевой ограничивающей стенки. Все элементы каркаса соединены между собой жестко, неразъемно, вакуумплотно.

Каркас может быть изготовлен из эластичного материала – например, плотной резины, армированной упругой резины или высокопрочного эластичного пластика. Соединение каркаса с ограничивающими стенками осуществляется традиционными способами: клеевым, термическим, контактным или механическим методами, гарантирующими герметичность при создании вакуума. Для повышения надежности соединения применяются стандартные материалы – мастики, шпатлевки, герметики, уплотнители, лаки и другие составы, обеспечивающие вакуумную герметичность.

Работа устройства происходит следующим образом: после сборки конструкции через интегрированный в каркас ниппель (на чертеже не указан) производится откачка воздуха из полости между ограничивающими стенками с контролем давления в диапазоне 0,01-0,2 атм. Затем ниппель запирается, фиксируется в закрытом положении – и панель становится готовой к установке.

Установка звукоизоляционной вакуумной панели выполняется путем крепления к поверхности стены или к специальной опорной конструкции с использованием предусмотренных на каркасе крепежных элементов – например, металлических ушек. На стене или опоре соответствующие места имеют отверстия под крепление. После монтажа панели сразу можно приступать к эксплуатации.

Предлагаемая конструкция отличается рядом преимуществ по отношению к аналогам: ее толщина может быть значительно уменьшена, упрощена технологическая схема производства, снижена стоимость изготовления.

Высота волн лицевой ограждающей стенки может быть различной в передах от 5 до 15 см. Затраты на изготовление одной из двух ограждающих стенок вакуумной звукоизолирующей панели снижаются, дизайн лицевой поверхности улучшается.

В данной конструкции по сравнению с прототипом эффективность звукоизоляции не ухудшается. Поверхность звукоизолирующей панели отличается технологичностью в обработке – это позволяет выполнять отделочные работы с высокой скоростью и качеством. Конструкция не требует применения дорогостоящих материалов, что снижает себестоимость изделия. При этом уровень звукоизоляции можно регулировать за счет изменения степени вакуумирования полости панели: чем глубже вакуум, тем выше изоляционные характеристики [5].

## Список литературы

1. ВикипедиЯ : официальный сайт. – Москва. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/ (дата обращения: 27.02.2026). – Текст : электронный.

2. ForestComplex.ru : официальный сайт. – Москва. – URL: https://forestcomplex.ru/rf-protection/vertikalnye-lesa/ (дата обращения: 02.03.2026). – Текст : электронный.

3. Единый ресурс застройщиков: официальный сайт. – Москва. – URL: https://erzrf.ru/publikacii/kachestvennaya-zelenaya-krysha-mozhet-uvelichit-stoimost-obyekta-nedvizhimosti-na-615 (дата обращения: 27.02.2026). – Текс т: электронный.

4. Патент № 2582149 Российская Федерация, МПК E04B 1/00 (2006.01). Вакуумная цилиндрическая звукоизолирующая панель : № 202 4115671 : заявл. 06.06.2024: опубл. 11.09.2024, Бюл. № 26 / Лемешко М.А., Занина И.А., Семенов Н.Н., Кравченко В.А ; заявитель ДГТУ. – Текст : непосредственный.

5. Боголепов, И.И. Вакуумные звукоизолирующие конструкции / И.И. Боголепов. – Текст : непосредственный // Инженерно-строительный журнал : сборник научных статей (Москва, 07.03.2008 г.) ; Федеральный центр науки и образования. – Москва, 2008. – С. 1–18.

В начало к содержанию

УДК 687.03
**С.В. Куренова[1], К.А. Плужникова[2]**
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Бакалавр
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО КОМПЛЕКТОВАНИЮ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННОЙ МОБИЛЬНОСТЬЮ

# DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR COMPLETING PACKAGES OF MATERIALS WHEN DESIGNING FUNCTIONAL CLOTHING FOR PEOPLE WITH REDUCED MOBILITY

***Аннотация.*** *Сейчас люди старшей возрастной группы с ограниченной мобильностью являются очень активными социальными индивидуумами. Различные государственные программы направлены на поддержание и развитие «живого» интереса к различным видам деятельности, что ведет к увеличению средней продолжительности жизни. Поэтому актуальность темы исследования обусловлена необходимостью усовершенствования конструктивного устройства экипировки активного отдыха, в связи с этим обозначены задачи и цели исследования.*
***Ключевые слова:*** *проектирование, комфорт, пакет материалов, ограниченная мобильность.*

***Summary.*** *Today, older adults with limited mobility are highly active and socially engaged individuals. Various government programs aim to maintain and develop a strong interest in various activities, which leads to increased life expectancy. Therefore, the relevance of this research topic stems from the need to improve the design of active recreation equipment. The objectives and goals of this study are therefore outlined.*
***Keywords:*** *design, comfort, material package, limited mobility.*

В настоящее время люди старшей возрастной группы с ограниченной мобильностью являются очень активными социальными индивидуумами. Различные государственные программы направлены на поддержание и развитие «живого» интереса к различным видам деятельности, что ведет к увеличению средней продолжительности жизни. Поэтому актуальность темы исследования обусловлена необходимостью усовершенствования конструктивного устройства экипировки активного отдыха, в связи с этим обозначены задачи и цели исследования.

Для получения достоверной информации о потребительских предпочтениях, в аспекте выбора экипировки были проведены социологические исследования, основанные на анкетном опросе группы респондентов [1]. Требования респондентов к материалам представлены в соответствии с рисунком 1.

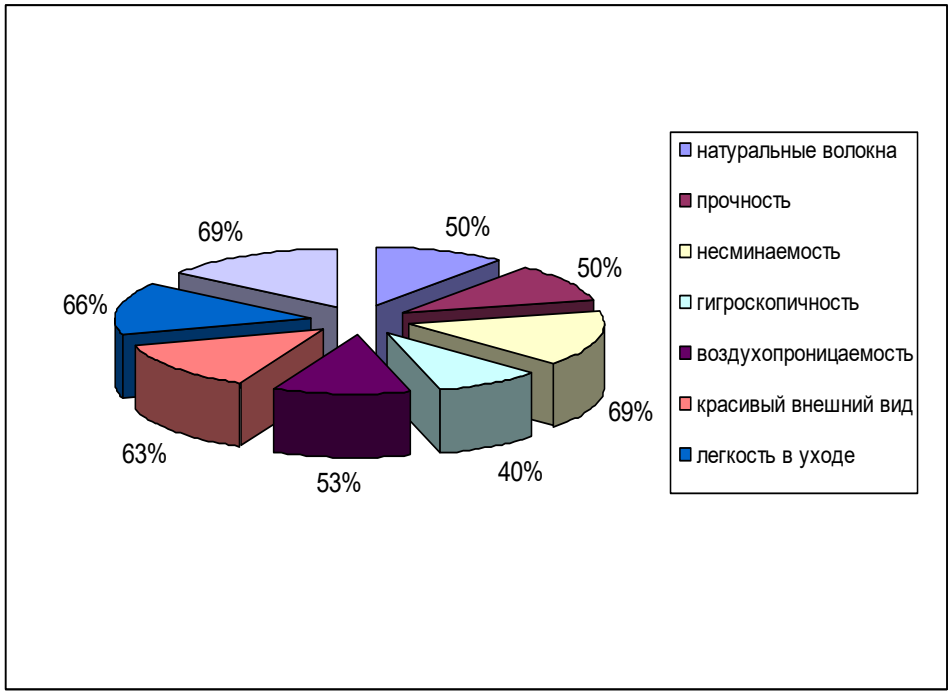



Рис. 1. Требования респондентов к материалам

На основе приведенной ранее статистики, в данной работе предложено ограничить рассматриваемую группу потребителей мужчинами с ограниченной мобильностью. Учитывая назначение будущего изделия предложено рассматривать его в аспекте класса одежды для активного отдыха в рамках объединения бытовой, специальной и спортивной одежды.

К общим требования бытовой и спортивной одежды можно отнести: эстетические требования (соответствие современному стилю, товарный вид и степень совершенства композиции модели), эксплуатационные требования (удобство в процессе носки, с учетом основных поз и движений человека в аспекте его профессиональной деятельности), эргономические (защита человека от негативных воздействий окружающей среды, при обеспечении комфортных условий в пододежном пространстве) и социальные требования (комплекс требований, определяющих конкурентоспособность модели) [6]. Отличительными особенностями экипировки как специальной (функциональной) одежды являются требования к безопасности их эксплуатации (повышенная износостойкость, устойчивость материалов и швов соединения к разрыву, истиранию, трению, а также защита человека от воздействия неблагоприятных факторов погоды).

Основная цель исследований, представленных в данной главе – разработка научно-обоснованных рекомендаций для выбора рационального пакета материалов экипировки для людей с ограниченной мобильностью для активного отдыха при температурном режиме окружающей среды от +5 до +25 ºС, и влажности воздуха от 40 до 75 %.

Проанализировав существующие в настоящее время прокладочные материалы утеплителей, используемые для изготовления одежды для активного отдыха, решено исследовать относительно новый для российского рынка утепляющий прокладочный материал COMFORTEMP® с заявленными фирмой-производителем «Фройденберг» (Германия) терморегулируемыми свойствами [4]. Научная составляющая данного этапа исследования – определение влияния на терморегулируемые и теплозащитные свойства пакета материалов прокладочного материала COMFORTEMP®. В качестве базовой была принята известная методика определения влияния пакетов материалов на физиологическое состояние человека.

Выбор поверхностного (основного) и подкладочного материалов для адаптационных комплектов был осуществлен на основе ранее разработанных рекомендаций [2, 3, 7, 8]. При этом в качестве поверхностного материала были выбраны курточная ткань «PRINCE» фирмы «Юнсен» (Республика Корея), с пропитками WR и PU [8] и смесовая ткань «Премьер-комфорт 250» группы «Премьер» производства «Чайковский текстиль» (Россия) [8]. В качестве подкладочного выбран синтетический материал полиэстер Polyester Mini Mesh. Сетчатая структура этого материала позволяет обеспечивать дополнительное проветривание, а также выводит излишнюю влагу от тела, что особенно актуально при физических нагрузках. Эта ткань часто используется в изготовлении спортивной одежды в качестве подкладки.

В данной работе исследования по определению показателей, характеризующих теплозащитные свойства материалов, проводились с использованием разработанного на кафедре «Конструирование, технологии и дизайн» Института сферы обслуживания и предпринимательства (филиала) ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» в г. Шахты специального конструктивного устройства – бикалориметра.

Схема устройства представлена в соответствии с рисунком 2.

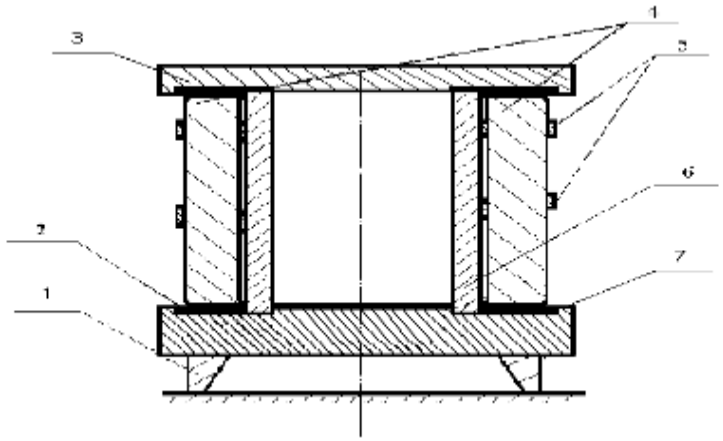



Рис. 2. Общая схема экспериментального устройства бикалориметра для исследования теплофизических свойств текстильных материалов

Содержание эксперимента заключается в определении ряда значений температуры на внешней стороне текстильного материала (пакета) через заданные промежутки времени, равные 2 мин., при фиксированном значении температуры поверхности цилиндра бикалориметра равной 100 ºС. Для повышения точности эксперимента температуру на внешней стороне поверхностного материала определяли при помощи трех датчиков, равноудаленных друг от друга. Результирующей величиной выбрана средняя по трем измерениям. Общее время проведения эксперимента составило 40 мин. Исследуемые пакеты материалов представляют собой цилиндры высотой 16 см и диаметром 26 см.

Все эксперименты проводились в лабораторных условиях: в помещении, при температуре воздуха (20±3) °С, относительной влажности воздуха от 40 до 60 % и при подвижности воздуха не более 0,4 м/с, с учетом регулярного теплового режима при следующих условиях: в металлическом ядре имеет место равномерное распределение температуры; теплоемкость слоев пакетов материалов невелика по сравнению с теплоемкостью ядра бикалориметра; тепловой поток является одномерным.

Экспериментальные исследования проводились на основе матрицы центрального рототабельного композиционного планирования (РЦКП) по плану Бокса–Уилсона. Так как в эксперименте участвуют два вида основного материала, были проведены две серии экспериментов.

Графики данных эксперимента по определению температуры поверхностного слоя исследуемых пакетов материалов приведены в соответствии с рисунками 3 и 4.

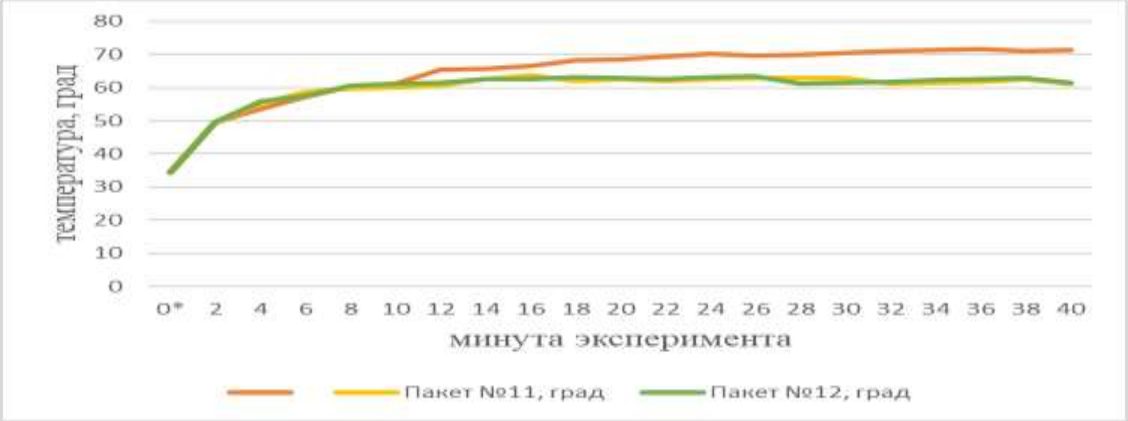



Рис. 3. Результаты экспериментальных данных
по свойствам теплопроводности пакетов материалов первой серии
(основная ткань – «PRINCE»)

На графиках четко видно разделение групп изотерм пакетов материалов, содержащих и не содержащих прокладочный материал COMFORTEMP® типов «CTE» и «CTV».

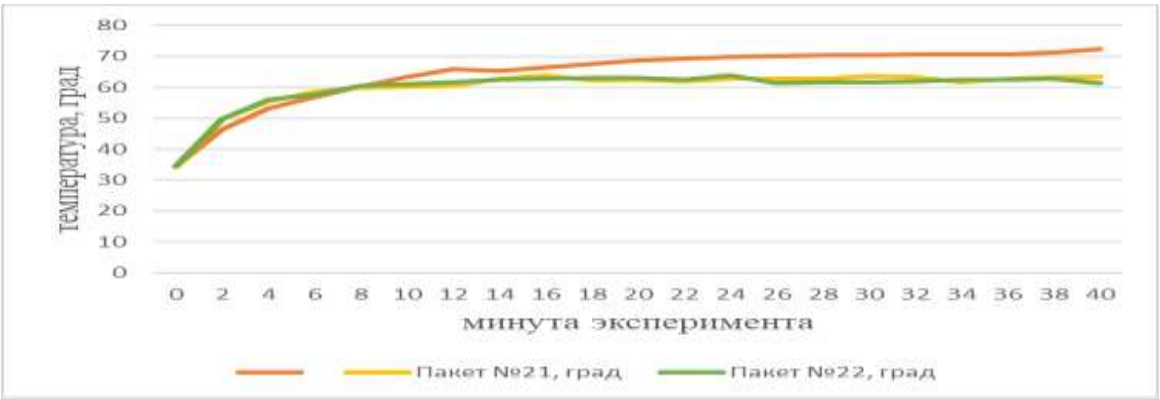



Рис. 4. Результаты экспериментальных данных
по свойствам теплопроводности пакетов материалов второй серии
(основная ткань «Премьер-комфорт 250»)

Так, в пакетах материалов, в которых в качестве прокладочного утепляющего материала использовался COMFORTEMP®, температура нагревания поверхностного материала в первые 8–10 мин. значительно превышает температуру нагревания поверхностного материала в пакетах, где COMFORTEMP® не используется. Далее происходит равномерное нагревание пакета. После достижения температуры нагрева поверхностного слоя от +62,7 до +63,8 ºС (при нагревании внутренних материалов пакетов в среднем на 36,75 ºС, (16–20 мин. эксперимента)) наблюдается эффект терморегуляции. В пакетах, сформированных без учета в них материалов COMFORTEMP®, температура нагревания поверхностного слоя увеличивается до 40 мин., т.е. практически до окончания эксперимента. Таким образом, экспериментально доказано наличие терморегулирующего эффекта в пакетах, в структуру которых входит прокладочный утеплитель COMFORTEMP®. Можно предположить, что, используя варианты пакетов материалов с прокладочным утеплителем COMFORTEMP®, можно достичь терморегулирующего эффекта в экипировке для активного отдыха и, в частности, занятий рыбной ловлей.

Представленный анализ свойств теплопроводности исследованных в данной работе пакетов материалов позволяет сделать вывод о предпочтительности использования основного материала «PRINCE» над материалом «Премьер-комфорт 250». Данное решение обосновано незначительным размахом средних значений температуры поверхностных материалов исследованных пакетов. Выбор основного материала «PRINCE» дополнительно обусловлен меньшим весом материала, более приятными тактильными свойствами, а также большей мягкостью при сохранении всех остальных качественных свойств материала и теплозащитных свойств пакетов материалов, в котором он присутствует. Таким образом, для дальнейших исследований будут выбраны следующие составляющие пакетов материалов для комплекта, состоящего из:

– для полукомбинезона и куртки в качестве основного материала выбран «PRINCE», в качестве прокладочного материала для полукомбинезона – COMFORTEMP® типа «CTE», а для куртки – COMFORTEMP® типа «CTV», в качестве подкладочного – полиэстер Polyester Mini Mesh.

Таким образом предложена номенклатура показателей качества и требований, предъявляемых к материалам и комплектующим, при проектировании и изготовлении экипировки для теплого времени года. Определен комплекс требований и показателей качества с учетом расширенного функционального соответствия мужской экипировки для активного отдыха и в частности, для занятий рыбной ловлей. Предложена методика и инструментарий для исследования теплозащитных свойств пакетов материалов с целью решения задачи терморегуляции человека, находящегося длительное время в экипировке для рыбалки. Экспериментальным путем подтверждены терморегулирующие свойства интеллектуального прокладочного материала COMFORTEMP®, а также приоритетность его использования при изготовлении экипировки для рыбной ловли и одежды для активного отдыха. На основе экспериментальных исследований разработаны рекомендации по составу и конструктивному устройству пакетов материалов для изготовления экипировки для занятий активным отдыхом.

**Список литературы**

1. Горшков, М.К. Как провести социологическое исследование под ред. / М.К. Горшков, Ф.Э. Шереги. – Москва : Политиздат, 1990. – 288 с. – Текст : непосредственный.

2. NORDSKI/SPORTSWEAR. Инсулейт – свойства наполнитель и температурные особенности : [сайт]. – Пенза. – URL: https://nordski.ru /blog/tinsuleyt-svoystva-napolnitel-i-temperaturnye-osobennosti (дата обращения: 1.04.2026). – Текст : электронный.

3. Семейство синтетических утеплителей THERMAL R® от Marmot : [сайт]. – Москва. – URL: https://www.densurka.ru (дата обращения: 1.04.2026). – Текст : электронный.

4. COMFORTEMP® ООО «Статус» : [Сайт]. – Ростов на Дону, 2021. – URL: http://status-ilene.narod.ru/Comfortemp.htm (дата обращения: 3.04.2026). – Текст : электронный.

5. Современные технологии. Real Snapshot : [сайт]. – Москва. – URL: http://reass.ru/technology.html (дата обращения: 3.04.2026) – Текст : электронный.

6. ГОСТ 12.4.176-89 Одежда специальная для защиты от теплового излучения. Требования к защитным свойствам и метод определения теплового состояния человека : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26 апреля 1989 г. : дата введения 01.01.90 / разработан Всесоюзным Центральным Советом Профессиональных Сою-

зов, Министерством здравоохранения СССР, Государственным комитетом СССР по стандартам. – Текст : электронный // Библиотека нормативной документации : [сайт]. – URL: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294838/4294838899.pdf?ysclid=mnoqrbya28191744874 (дата обращения: 3.04.2024). – Текст : электронный.

7. Материалы для верхней одежды «ЮНСЕН» : [сайт]. – Москва, 2018. – URL: http://www.unsen.ru/ (дата обращения: 7.04.2026). – Текст : электронный.

8. Чайковский текстиль : [сайт]. – Москва, 2007. – URL: http://www.textile.ru/production/spec/assort (дата обращения: 7.04.2026). – Текст : электронный.

9. Гущина, К.Г. Теплозащитные свойства материалов и пакетов одежды / К.Г. Гущина. – Текст : непосредственный // Швейная промышленность. – 1991. – № 5. – С. 7–9.

В начало к содержанию

УДК 004.85

**В.Э. Кушнарев[1], И.В. Кушнарева[2]**
[1]Студент
[2]Канд. экон. наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕДЕРАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛИЙ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

## USING FEDERATIVE LEARNING TO DETECT ANOMALIES IN REAL TIME

***Аннотация.*** *В статье рассмотрены подходы к применению федеративного обучения (FL) на периферийных (краевых) устройствах интернета вещей (IoT) для выявления аномалий в реальном времени на промышленных объектах. Проанализированы архитектуры федеративного обучения в промышленном интернете вещей (IIoT), преимущества децентрализованного обучения с сохранением данных на устройствах и ограничения по вычислительным ресурсам и задержкам. Описаны методы обеспечения конфиденциальности (дифференциальная приватность, безопасная агрегация), способы снижения коммуникационных затрат и достижения детекции аномалий в режиме, близком к реальному времени. Рассмотрены практические рамки и системы (в том числе иерархическая FL, Edge-FLGuard, Fed-RAM), а также вызовы внедрения и направления развития. Сформулированы рекомендации по выбору архитектуры и параметров FL для промышленных сценариев мониторинга и диагностики.*

***Ключевые слова:*** *федеративное обучение; периферийные вычисления; интернет вещей; промышленный интернет вещей; выявление аномалий; детекция аномалий в реальном времени; краевые устройства; конфиденциальность данных; дифференциальная приватность.*

***Summary.*** *The article discusses approaches to applying federated learning (FL) on edge devices of the Internet of Things (IoT) for real-time anomaly detection at industrial facilities. Architectures of federated learning in the Industrial Internet of Things (IIoT) are analyzed, along with the benefits of decentralized training while keeping data on devices and the constraints of computational resources and latency. Methods for ensuring confidentiality (differential privacy, secure aggregation), ways to reduce communication costs and achieve anomaly detection in near real-time are described. Practical frameworks and systems (including hierarchical FL, Edge-FLGuard, Fed-RAM) are considered, as well as implementation challenges and future directions. Recommendations for choosing FL architecture and parameters for industrial monitoring and diagnostics scenarios are formulated.*

***Keywords:*** *federated learning; edge computing; Internet of Things; Industrial IoT; anomaly detection; real-time anomaly detection; edge devices; data privacy; differential privacy.*

Актуальность темы обусловлена ростом числа подключенных датчиков и исполнительных устройств на промышленных объектах, накоплением больших объемов операционных данных и необходимостью выявлять аномалии (отказы оборудования, сбои процессов, киберугрозы) в режиме, близком к реальному времени. Централизованный сбор всех сырых данных в облако для обучения моделей машинного обучения сопряжен с рисками утечки коммерческой и технологической информации, высокими задержками и нагрузкой на сеть, что ограничивает применимость в промышленности.

Федеративное обучение позволяет обучать модели машинного обучения совместно по данным, распределенным между множеством устройств или узлов, без передачи самих сырых данных в центр. Обновления моделей (градиенты или веса) агрегируются на сервере или на промежуточных узлах, что снижает риски для конфиденциальности и объем передаваемого трафика. При развертывании вычислительных узлов на периферии сети (краевые устройства, шлюзы, промышленные контроллеры) становится возможным приблизить инференс и даже обучение к источнику данных и сократить задержки, что важно для детекции аномалий в реальном времени на промышленных объектах [1].

Федеративное обучение (Federated Learning, FL) – парадигма машинного обучения, при которой множество участников (клиентов) обучают общую модель на локальных данных, а центральный сервер (или иерархия серверов) периодически агрегирует обновления модели без доступа к сырым данным клиентов (рис. 1).

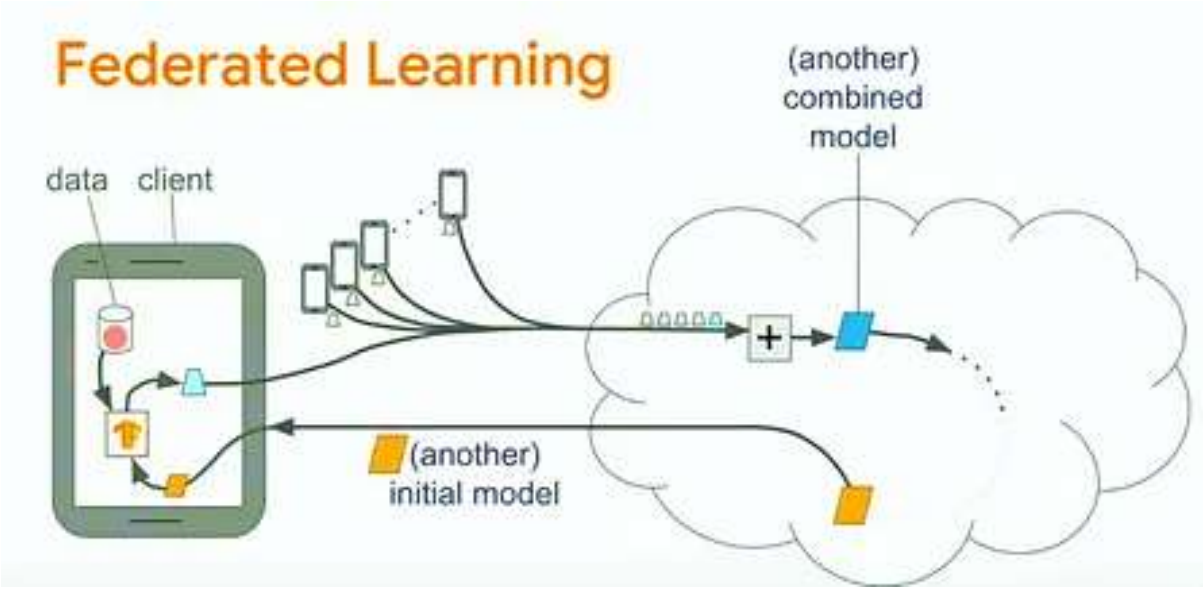



Рис. 1. Модель федеративного обучения

Классический протокол предполагает рассылку текущей глобальной модели клиентам, локальное обучение на их данных, отправку обновлений (градиентов или весов) на сервер и агрегацию (например, усреднение по Федорову – FedAvg).

В промышленном интернете вещей (IIoT) в роли клиентов выступают краевые устройства, шлюзы, программируемые логические контроллеры (ПЛК) или кластеры датчиков, генерирующие временные ряды телеметрии, сигналы вибрации, температуры, давления и т.д.

Применение FL в IIoT позволяет использовать данные с разных участков производства или разных предприятий для повышения качества модели выявления аномалий, не объединяя сырые данные в одном месте. Это особенно важно для отраслей с жесткими требованиями к защите технологий и коммерческой тайны. Вместе с тем промышленная среда накладывает ограничения: неоднородность устройств по вычислительной мощности и памяти, нестабильность каналов связи, необходимость работы в режиме, близком к реальному времени, и соответствие отраслевым стандартам безопасности.

Периферийные устройства в контексте IoT – это вычислительные узлы, расположенные близко к источникам данных (датчики, приводы, камеры), способные выполнять предварительную обработку, инференс и в ряде случаев локальное обучение. К ним относят промышленные шлюзы, встраиваемые системы на базе микроконтроллеров и одноплатных компьютеров, а также серверы на площадке (edge servers). Размещение вычислительных задач на краю сети снижает задержку и нагрузку на магистральную сеть, что критично для приложений мониторинга и диагностики в реальном времени [2].

Выявление аномалий в реальном времени предполагает обнаружение отклонений в потоках данных (временные ряды, события) с задержкой, приемлемой для принятия решений – от миллисекунд до нескольких секунд в зависимости от сценария. В промышленности это может быть детекция нештатных режимов оборудования, предвестников отказов, вторжений в сеть управления или отклонений качества продукции. Модели, используемые для такой детекции, часто строятся на основе автоэнкодеров, изолирующего леса (Isolation Forest), методов, основанных на рекуррентных или сверточных сетях, а также на гибридных подходах (например, CNN-LSTM с механизмом внимания). Для работы в режиме FL эти модели должны допускать обучение по частным локальным данным и агрегацию обновлений без потери качества при неоднородном (non-IID) распределении данных между узлами.

В литературе выделяют несколько типов архитектур FL применительно к краевым и промышленным сценариям (рис. 2).

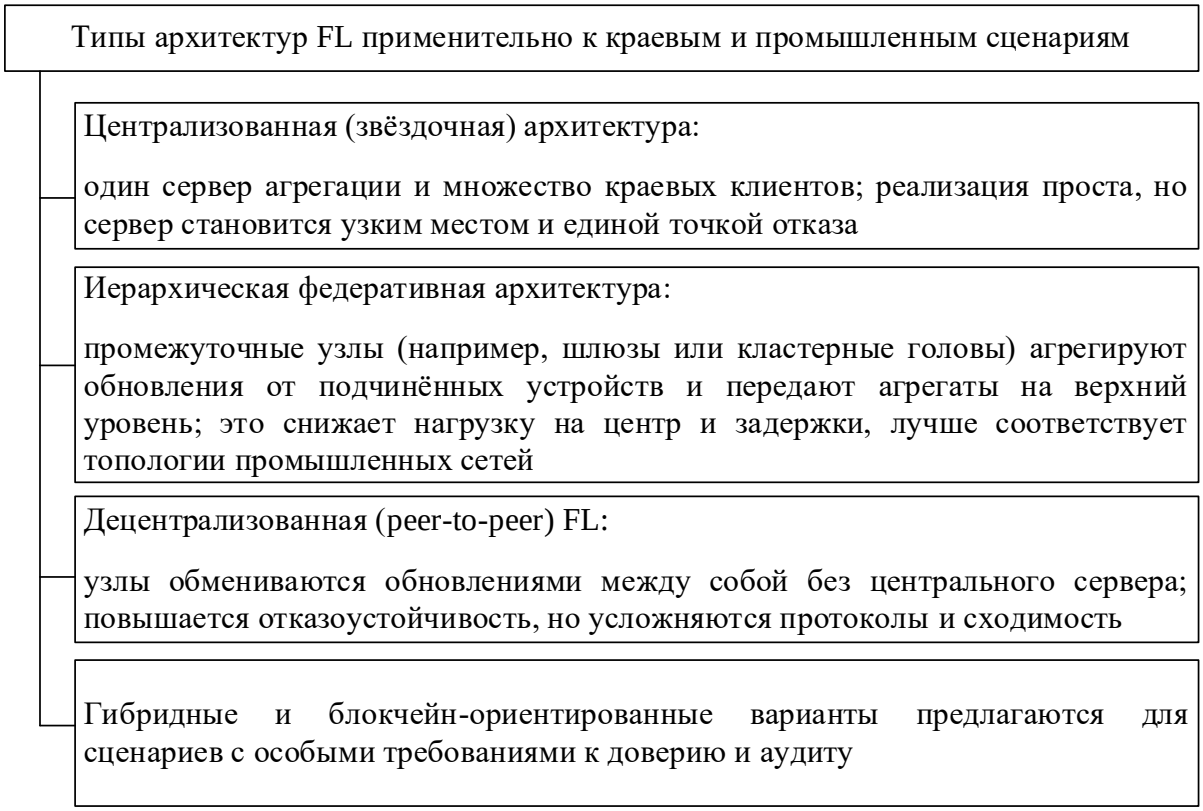



Рис. 2. Типы архитектур FL применительно к краевым и промышленным сценариям

Для промышленных объектов часто рекомендуют иерархическую FL: устройства нижнего яруса (датчики, простые контроллеры) передают обновления на шлюз или edge-сервер участка, где выполняется первая сту-

пень агрегации; затем обновленная модель или агрегированные градиенты передаются на уровень завода или облака. Такой подход позволяет сократить число коммуникационных раундов с центром и уменьшить объем передаваемых данных, что важно при ограниченной полосе пропускания и требованиях к задержке [3].

В федеративной постановке задача выявления аномалий формулируется как обучение глобальной модели (или набора моделей), способной обнаруживать аномалии в потоках данных с разных узлов, при этом сырые данные не покидают узлы. Типичные подходы включают: обучение автоэнкодеров в FL – каждый клиент обучает локальный автоэнкодер на своих данных и обменивается весами или градиентами; глобальная модель реконструирует «нормальное» поведение, а аномалии выявляются по высокой ошибке реконструкции. Обучение классификаторов или детекторов на размеченных или псевдоразмеченных данных – при наличии меток (норма/аномалия) на части узлов возможно федеративное обучение классификатора с агрегацией обновлений. Глубокие модели для временных рядов – сверточные и рекуррентные сети (в том числе CNN-LSTM с механизмом внимания) обучаются в FL для прогнозирования или реконструкции последовательностей; отклонения от прогноза или высокий уровень ошибки используются как индикатор аномалии.

Исследования показывают, что комбинация эффективных по коммуникации механизмов (сжатие градиентов, квантование, разреженные обновления) с архитектурами, учитывающими временную природу промышленных данных, позволяет достигать качества детекции, сопоставимого с централизованным обучением, при значительном снижении объема передаваемых данных (в ряде работ – до 50 % и более по сравнению с базовым FL).

Даже при отсутствии передачи сырых данных обмен градиентами или весами может раскрывать чувствительную информацию (например, через атаки по градиентам). В промышленной среде требования к защите технологий и коммерческой тайны высоки, поэтому применяют дополнительные механизмы. Дифференциальная приватность (Differential Privacy, DP): к градиентам или агрегатам добавляется калиброванный шум так, чтобы вывод о присутствии конкретной записи в наборе данных был ограничен; параметр $\varepsilon$ задает компромисс между приватностью и точностью модели. На практике DP часто применяют на стороне агрегатора или при локальном добавлении шума к обновлениям. Безопасная агрегация (Secure Aggregation): криптографические протоколы позволяют серверу получать только сумму (или взвешенное среднее) обновлений от клиентов, не видя вклада каждого; это защищает от злонамеренного сервера и наблюдателей за каналом. Для IoT предлагаются варианты, устойчивые к отключению части устройств (threshold-based protocols). В ряде работ используется комбинация сжатия и маскирования обновлений с верифицируемой агрегацией без раскрытия индивидуальных вкладов [3].

Периферийные устройства часто обладают ограниченной вычислительной мощностью, памятью и энергопотреблением; каналы связи могут быть узкополосными и нестабильными. Для снижения объема передаваемых данных и времени обучения применяют квантование градиентов и весов (например, до 8 бит и менее, вплоть до тернарной квантизации), разреженные обновления (передаются только значимые компоненты градиента), сжатие с потерями и без потерь. Адаптивные скорости обучения и выбор клиентов в каждом раунде (client sampling) позволяют сократить число коммуникационных раундов и ускорить сходимость. Эти приемы особенно важны для сценариев выявления аномалий в реальном времени, где задержка от сбора данных до обновления модели должна оставаться в допустимых пределах.

В литературе описаны конкретные системы и рамки, сочетающие федеративное обучение, краевые вычисления и выявление аномалий в промышленном IoT.

Иерархическая федеративная модель с многоуровневой агрегацией (Hierarchical Federated Learning) применяется для повышения точности детекции аномалий в IIoT при сокращении коммуникационных затрат; на нижнем уровне агрегируются обновления внутри кластера устройств, на верхнем – агрегация между кластерами или с облаком.

Edge-FLGuard – рамка федеративного обучения для детекции аномалий в реальном времени в IoT-экосистемах с поддержкой 5G; акцент на обобщающую способность модели в распределенной среде и на своевременность детекции. Fed-RAM (Federated Learning-based Robust and Adaptive Method) – метод, ориентированный на устойчивую и адаптивную детекцию аномалий в промышленных IoT-системах; учитывает неоднородность данных и надежность узлов. Подходы с коммуникационно-эффективным on-device FL объединяют модели на основе внимания (CNN-LSTM) с сжатием градиентов для детекции аномалий во временных рядах промышленных данных; в экспериментах демонстрируется существенное снижение объема обмена при сохранении точности детекции [4].

Внедрение федеративного обучения на периферийных устройствах IoT для выявления аномалий на промышленных объектах сталкивается с рядом вызовов. Гетерогенность устройств: разная производительность и объем памяти приводят к асинхронности и необходимости адаптации нагрузки. Неоднородное распределение данных (non-IID): данные разных участков или смен могут существенно различаться, что ухудшает сходимость и качество глобальной модели; применяют персонализацию, взвешенную агрегацию и методы, устойчивые к неоднородности. Надежность связи: отказы узлов и обрыв каналов требуют протоколов, толерантных к отключениям, и механизмов восстановления. Соответствие отраслевым стандартам: в промышленности действуют стандарты кибербезопасности (например, МЭК 62443), что накладывает требования на аутентификацию,

целостность и конфиденциальность обмена. Баланс между конфиденциальностью (DP, secure aggregation) и точностью модели, а также между коммуникационной эффективностью и скоростью сходимости остается предметом исследований.

Перспективными направлениями считаются: дальнейшая оптимизация коммуникаций (более агрессивное сжатие, разреженность, асинхронная агрегация); FL в сочетании с полуконтролируемым и активным обучением при нехватке разметки аномалий; учет топологии сети и качества каналов в выборе участников раунда и схем агрегации; интеграция FL с цифровыми двойниками и системами предиктивного обслуживания; стандартизация протоколов и интерфейсов FL для промышленности; применение FL для кибербезопасности промышленных систем (обнаружение вторжений, аномалий в трафике управления) [5].

Таким образом, применение федеративного обучения на периферийных устройствах интернета вещей для выявления аномалий в реальном времени на промышленных объектах представляет собой активно развивающееся направление, позволяющее совместить преимущества совместного обучения по данным с нескольких участков с сохранением конфиденциальности и снижением задержек за счет вычислений на краю сети. Архитектуры федеративного обучения в промышленном IoT включают централизованную, иерархическую и децентрализованную схемы; для промышленных сценариев часто рекомендуется иерархическая FL с агрегацией на уровне шлюзов или edge-серверов. Методы выявления аномалий в федеративной постановке охватывают автоэнкодеры, глубокие модели для временных рядов (в том числе CNN-LSTM с механизмом внимания) и классификаторы; важную роль играют механизмы сжатия градиентов и квантования для снижения коммуникационных затрат. Обеспечение конфиденциальности достигается за счет дифференциальной приватности и безопасной агрегации, при этом необходимо учитывать компромисс между уровнем защиты и точностью модели. Практические рамки (иерархическая FL, Edge-FLGuard, Fed-RAM, коммуникационно-эффективные on-device подходы) демонстрируют возможность достижения приемлемой точности детекции и снижения объема обмена данными при соблюдении ограничений краевых устройств.

Рекомендации по применению включают: выбор иерархической архитектуры при наличии естественного деления на участки или кластеры устройств; использование сжатия и квантования обновлений для сокращения задержки и нагрузки на сеть; применение дифференциальной приватности или безопасной агрегации при повышенных требованиях к защите данных; тестирование моделей на неоднородных (non-IID) данных, характерных для разных участков производства. Дальнейшие исследования целесообразно направить на сравнительную оценку архитектур и протоколов в реальных промышленных контурах, на интеграцию FL с системами предиктивного обслуживания и на стандартизацию решений для отраслевого внедрения.

**Список литературы**

1. Кугаевских, А.В. Классические методы машинного обучения : учебное пособие / А.В. Кутаевских, Д.И. Муромцев, О.В. Кирсанова. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2022. – 53 с. – Текст : непосредственный.

2. Миркин, Б.Г. Базовые методы анализа данных : учебник и практикум для вузов / Б.Г. Миркин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Изд-во Юрайт, 2026. – 297 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-19709-9. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт : [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/583143 (дата обращения: 02.03.2026).

3. Болотова, Л.С. Системы поддержки принятия решений : учебник и практикум для вузов / Л.С. Болотова. – Москва : Изд-во Юрайт, 2026. – 530 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-20422-3. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт : [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/589941 (дата обращения: 01.03.2026).

4. Аль-Свейти, М.А.М. Федеративное обучение с сохранением конфиденциальности: баланс между точностью и защитой данных в распределенном машинном обучении / М.А.М. Аль-Свейти, З.В. Ким, Д.В. Маршев. – Текст : непосредственнный // Информационные технологии и телекоммуникации. – 2025. – Т. 13. – № 2. – С. 52–68. – DOI: 10.31854/2307-1303-2025-13-2-52-68. – EDN: YHQXCK.

5. Золкин, А.Л. Федеративное обучение и дифференциальная приватность в задачах защиты персональных данных : учебное пособие / А.Л. Золкин, Р.А. Вербицкий. Москва : Русайнс, 2025. – 163 с. – URL: https://book.ru/book/959113 (дата обращения: 03.03.2026). – Текст : электронный.

В начало к содержанию

УДК 631.95

**М.А. Лемешко[1], О.О. Кавинская[2]**
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЧИСТОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ В ДОМОВЛАДЕНИЯХ ЧАСТНОГО СЕКТОРА

## PROVIDING CLEAN DRINKING WATER IN PRIVATE SECTOR HOUSEHOLDS

***Аннотация.*** *В статье приведен анализ водоснабжения домов частного сектора в условиях дефицита пресной качественной воды, или при низком качестве воды централизованного водоснабжения. Предложены методы для улучшения водоснабже-*

*ния жителей этой группы населения, описан прибор, разработанный в ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты для ионизации питьевой бутилированной воды ионами серебра. Приведено описание конструкции для реализации метода обеззараживания питьевой воды в период ее хранения. Приведено также описание разработанного прибора для получения электролитическим методом воды насыщенной ионами серебра. Прибор выполнен по принципу «два в одном», обеспечивает типовую функцию электрочайника и функцию электролитической ионизации воды ионами серебра. При этом степень диссоциации ионов серебра регулируется.*

***Ключевые слова:*** *водоснабжение, чистая вода, обеззараживание, ионы серебра, прибор ионизации.*

***Summary.*** *This article analyzes the water supply of private homes with a shortage of fresh, high-quality water or with poor centralized water quality. Methods for improving the water supply for residents of this population group are proposed, and a device developed at the Institute of Sop (branch) of DSTU in Shakhty for ionizing bottled drinking water with silver ions is described. A design for implementing a method for disinfecting drinking water during its storage period is described. A description of the developed device for producing water saturated with silver ions using an electrolytic method is also provided. The device is designed using the "two-in-one" principle, providing the typical function of an electric kettle and the function of electrolytic ionization of water with silver ions. The degree of dissociation of silver ions is adjustable.*

***Keywords:*** *water supply, clean water, disinfection, silver ions, ionization device.*

При строительстве и эксплуатации домов в частном секторе и при их благоустройстве, в отдельных регионах страны существует проблема с качественным водоснабжением. Например, в г. Краснодаре, в Ставропольском крае, в Крыму и в других городах и поселениях России, в настоящее время не решены вопросы с обеспечением населения чистой питьевой водой. Иногда в городских системах водоснабжения населению поставляется не качественная вода, зачастую не пригодная для питья без предварительной очистки. В Мире также существует большая проблема с достатком чистой питьевой воды [1].

Популярными методами водоснабжения в этих условиях является использование воды из артезианских скважин или использование бутилированной воды, централизовано очищаемой методом обратного осмоса.

Вопросы очистки, обеззараживания воды всегда остаются и будут актуальными, т.к. они напрямую связаны со здоровьем населения, с комфортными условиями жизнеобеспечения.

Известны методы для очистки воды. Например, метод фильтрования, применение фильтров с различными принципами действия, с различными показателями очистки. Относительно новым и эффективным методом очистки воды является метод обратного осмоса. Этот метод применяется для очистки воды и ее продажи как бутилированной воды в емкостях 19 л.

Известен метод дистилляции, основанный на испарении загрязненной воды с последующей ее конденсацией. Получаемый дистиллят впоследую-

щем нормализуется по составу микроэлементов, известным способом [2]. Все известные методы имеют определенные недостатки как по эксплуатационным характеристикам, так и по качеству очистки.

Методы обратного осмоса [3] и дистилляции – весьма энергоемки и для их реализации необходимо дорогостоящее оборудование. Что для частного сектора домовладений не рационально. Большинство методов очистки воды решают вопросы отделения мелких частичек от воды, и не включают процесс ее обеззараживания.

Важным вопросом является очистка и обеззараживание питьевой воды. На данный момент широко применяются такие обеззараживающие средства, как хлорсодержащие препараты, ультрафиолетовые лучи, озон, бром, используются методы с применением активного кислорода и ионизации воды.

Необходимо выделить метод очистки воды с использованием ионов серебра. Качество воды после ионизации соответствует стандартам качества питьевой воды, и дополняет методы механической очистки, которые не обеспечивают защиту от микробов и бактерий.

При использовании ионизатора серебра совместно с озонатором, от использования хлорных веществ в некоторых условиях, например, в небольших бассейнах, можно отказаться полностью. Ионизация воды серебром характеризуется следующими показателями:

– отсутствие запаха;

– ионы серебра не раздражают кожу и слизистую оболочку глаз, не опасны, например, в бассейнах, при купании детей, для очистки и обеззараживания кожи, обработки небольших ран и др.;

– ионы серебра не являются аллергеном;

– ионы серебра используются при консервировании продуктов. (Цитрат серебра (Silverion) или серебро лимоннокислое – это натуральный органический консервант).

В таблице систематизированы основные достоинства и недостатки наиболее практичных методов обеззараживания воды.

Таблица

**Достоинства и недостатки различных методов обеззараживания воды**

| Наименование | Достоинства | Недостатки |
|---|---|---|
| Хлорирование воды | – надежность и широкий спектр воздействия на микроорганизмы;<br>– хлор долго сохраняется в активном виде в воде (свободный хлор);<br>– недорогой и доступный способ | – хлорированием не уничтожаются спорообразующие микроорганизмы (в отличие, например, от озонирования);<br>– наблюдается «привыкание» патогенных микробов к этим концентрациям хлора |

| | | |
|---|---|---|
| Бромирование воды | – широкий спектр воздействия на микроорганизмы;<br>– обеспечивает оптимальный уровень надежности дезинфекции воды благодаря устойчивости к высоким значениям Рн | – по эффективности бром занимает промежуточную позицию между хлором и активным кислородом;<br>– высокая стоимость препаратов брома |
| Обеззараживание воды с помощью активного кислорода | – достаточно эффективно уничтожает вредную микрофлору, живущую в ванне бассейна;<br>– не раздражает слизистую глаз и кожу за счет отсутствия хлораминов. | – дорого по сравнению с хлорированием;<br>– кислородсодержащий реагент очень быстро разлагается в водной среде. В результате приходится использовать повышенные дозы. |
| Озонирование воды | – широкий спектр воздействия на микроорганизмы;<br>– не образуются хлорамины, раздражающие кожу и слизистую глаз | – озонирование воды намного дороже традиционного хлорирования;<br>– поверхности бассейна остаются фактором риска, так как дезинфицируется только вода, проходящая через прибор |
| Обработка воды ультрафиолетовым излучением | – УФ-облучение обладает высокой эффективностью по отношению к патогенным микроорганизмам, бактериям и вирусам, разлагает органические вещества;<br>– метод безопасен для здоровья | – нужно контролировать уровень железа и при необходимости проводить очистку воды от железа;<br>– некоторые организмы обладают устойчивостью к УФ-излучению |
| Дезинфекция ионами серебра | – пролонгированное действие - ионы серебра остаются в активном состоянии достаточно долгое время, очищая воду в бассейне, что уменьшает потребность в дополнительной дезинфекции | – воздействие ионов металлов на организм человека в достаточной степени не изучено |

Исходя из таблицы, сравнения методов очистки и обеззараживания воды, можно увидеть, что ионизация воды имеет меньше недостатков. Только в этом способе очистки исключается применение хлора, например, если применять ионизацию ионами серебра воды в бассейнах. На данный момент обеззараживание воды ионами серебра применяется в таких странах как: Польша, Канада, Беларусь, Австрия, Германия, Япония, США.

Ионизацию воды ионами серебра впервые разработал русский ученый Л.А. Кульский в 1930 г., через два года в Германии была опубликована аналогичная методика, через двенадцать лет аналогичная публикация вышла в Великобритании.

В своих работах Л.А. Кульский с участием ряда санитарно-гигиенических институтов Министерства здравоохранения УССР и Министерства здравоохранения СССР установили, что применения ионизированной се-

ребром воды, обеспечивает эффективное лечение кишечных инфекций, происходит профилактика заболеваний пищеварительной системы. В отличие от хлорированной воды, употребление серебряной воды приводит к поддержке красоты волос и кожи. Так же ими была установлена дозировка серебра для различного применения в жизни человека.

**Результаты исследований.** Бутилированная вода, очищаемая методом обратного осмоса, не подвергается полной бактериальной защите. Она обрабатывается только ультрафиолетовым облучением. Как ранее в таблице  показано, при этой обработке не все патогенные организмы подвергаются уничтожению. Выполненный и приведенный выше анализ направлений по обеспечению безопасности и полезности питьевой воды положен в основу ряда разработок по реализации идеи использования ионов серебра для повышения качества питьевой воды, повышения ее бактериальной безопасности. Предложен метод получения осеребренной воды с различными свойствами, как для приготовления напитков, так и для выполнения задач обеззараживания воды в быту.

Нами разработаны метод и устройство [4] для сохранения качества воды при ее хранении, в виде элемента из серебра для обеспечения противобактериальной защиты питьевой воды при ее хранении в стандартных бутылях емкостью 19 л.

Предложено размещать элементы серебра внутри корпуса бутыли, которые будут постоянно контактировать с хранящейся там водой. Предложены также варианты обеззараживания каналов электронасоса или помпы, используемых для извлечения необходимого объема воды из бутыли. При работе помпы или насоса вода будет проходить через серебряный (посеребренный) всасывающий патрубок, и в очень малой концентрации насыщаться ионами серебра, при этом постоянное присутствие ионов серебра во всасывающем патрубке будет препятствовать формированию бактериальных патогенных организмов в питьевой воде на поверхности патрубка и в элементах насоса.

Практика эксплуатации бутыли с электронасосами и без «серебряной» защиты выявила появление липкого налета на элементах помпы и на поверхности всасывающего патрубка. При длительной эксплуатации помп или электронасоса при наличии серебра не будут развиваться колонии бактерий и микробов при любой температуре окружающего воздуха.

В приведенной выше разработке, ионы серебра используются для бактерицидной защиты емкости и элементов насоса при длительной эксплуатации этих технических устройств при температурах, благоприятных для развития колоний патогенных организмов.

Кроме того, такая вода, насыщеная ионами серебра, полезна для питья, так как обладает бактерицидными свойствами. При этом важна правильно подобранная концентрация ионов серебра на единицу объема воды.

Простой ионообменный процесс (пассивный ионообмен) при контакте воды с поверхностью серебра продуктивен только при длительном периоде такого контакта, при этом бактерицидные свойства воды, хранящейся в сосудах из серебра проявляются через промежутки времени в несколько месяцев и этот промежуток зависит от температуры. Для активного насыщения воды ионами серебра используется электролитический метод.

Нами разработан электрочайник с функцией получения вод, насыщенной ионами серебра.

В разработанном варианте прибора используется типовой электрочайник, который снабжается электродом из серебра, понижающим трансформатором, выпрямителем, индикаторной лампочкой и кнопкой включения/выключения, регулятором времени работы и регулятором тока электролиза.

В известных и продаваемых конструкциях используются специальные корпуса приборов с аналогичными функциями осеребрения воды. Степень ионизации воды в этих приборах за один и тот же промежуток времени и при одном и том же токе между электродами будет различной для различных объемов емкости. Что может приводить к завышенной или заниженной концентрации ионов серебра, в сравнении с необходимым значением этого показателя. Различные модификации приборов для получения ионизированной воды не позволяют нагревать воду до температуры кипения с целью приготовления, например, чайного напитка.

Разработка заключается в том, что электрочайник с емкостью для воды, с нагревательным элементом и системой нагрева воды до температуры кипячения, коммутатором включения/выключения подачи напряжения на нагреватель воды в емкости, индикаторной лампочкой, снабжен двумя горизонтальными цилиндрическими электродами, понижающим трансформатором, выпрямителем, регулируемым таймером времени с контактным реле, включателем / выключателем режима серебрения воды, второй индикаторной лампочкой, включенной в цепь подачи постоянного напряжения на электроды.

Электроды расположены в горизонтальной плоскости на удалении друг от друга на расстояние 5-10 см друг от друга и на удалении от дна на 3-5 см. Один из электродов выполнен из серебра, а второй электрод выполнен из нержавеющей стали. При этом электрод выполненный из серебра – съемный. От источника постоянного напряжения к электродам подведено напряжение через контактное реле, контакты которого замыкаются и размыкаются по сигналу от таймера. Схема включения/ отключения нагревательного элемента для выполнения функции нагрева воды не меняется. Схема управления электролизом приведена на рисунке.

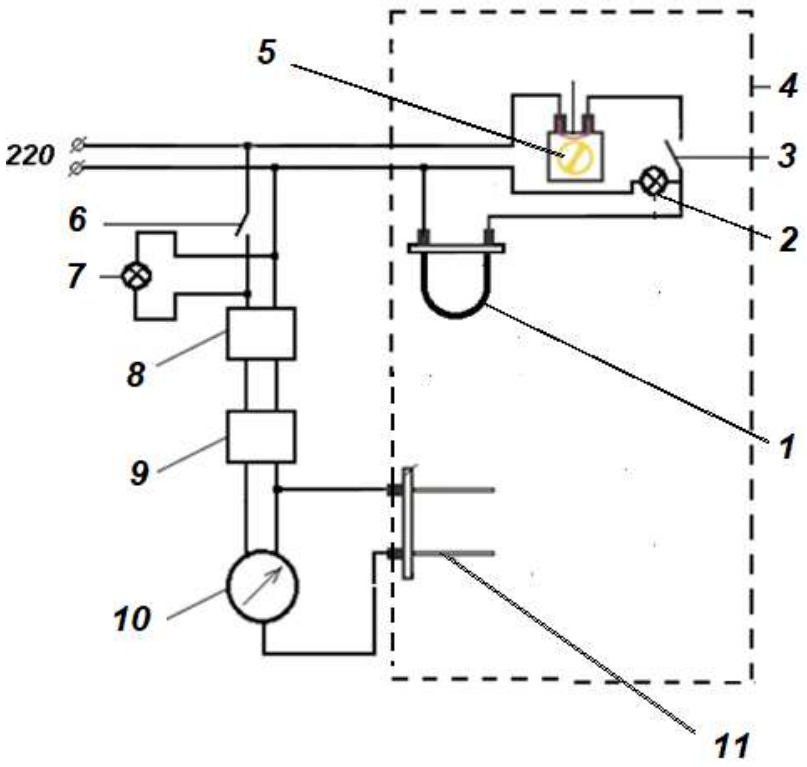



Рис. Управление нагревом воды и электролизом

Разработанный прибор состоит: из емкости для воды *4*, нагревательного элемента *1*; индикаторной лампы *2* включения нагревательного элемента, системы подвода электроэнергии к нагревательному элементу *1*; реле отключения *5* нагревательного элемента, контакты отключения *3*, включателя/выключателя функции серебрения *6*, индикаторной ламы *7* включения/ отключения функции серебрения, трансформатора *8*, выпрямителя *9*, таймера времени *10*, двух горизонтальных электродов серебрения *11*, один из которых выполнен из металла «серебро», второй электрод выполнен из нейтрального токопроводящего материала, например, из нержавеющей стали. При этом электроды *11* расположены горизонтально. Электроды расположены друг от друга на расстоянии: от 30 до 50 мм. Электроды *11* изолированы от емкости для воды *4*, если корпус емкости для воды *4* выполнен из нержавеющей стали или другого токопроводящего материала.

Один из электродов *11*, выполненный из серебра, является катодом, к которому подведен отрицательный полюс постоянного напряжения. Этот электрод крепится к емкости для воды съемно, с возможностью его замены. Ко второму электроду подведен положительный потенциал – это анод в процессе электролиза. Таймер времени *10* настраивается на выбранный режим работы и имеет шкалу, по которой пользователь регулирует необходимую степень диссоциации ионов серебра или выбирает режим работы в соответствие с назначением ионизированной воды. В исходном состоянии контакты таймера находятся в разомкнутом состоянии. Ранее [5] пер-

вый вариант прибора был исследован, по результатам исследований в прибор внесены конструктивные изменения, улучшающие его эксплуатационные характеристики.

## Список литературы

1. Дефицит водных ресурсов. // Свободная Интернет-энциклопедия Википедия. – URL:https://ru.wikipedia.org/wiki/Дефицит_водных_ресурсов (дата обращения: 10.02.2026). – Текст : элекронный.

2. Лемешко, М.А. Разработка опреснителя морской воды / М.А. Лемешко, И.С. Багнюк. – Текст : непосредственный // Научная весна-2023. Технические науки : сборник научных трудов: науч. электрон. изд. – Шахты : Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2023. – С. 140–145.

3. Процесс обратного осмоса: польза и эффективность метода. – Текст : электронный // Официальный сайт. – Вагнер-Екатеринбург. – URL: https://vagner-ural.ru/o_kompanii/stati-po-vodoochistke/process-obratnogo-osmosa-polza-i-effektivnost-metoda/ (дата обращения: 20.02.2026).

4. Патент РФ № 231190 «Помпа для бутилированной воды», МПК F04b 9/14 (206.01). Заявка: № 2024116550 от 14.06.2024, Дата рег. 14.01.2025, Опубл. 14.01.2025 Бюл. № 2. Заявитель: ФГОУ Донской государственный технический университет, авт.: Лемешко М.А., Занина И.А., Кравченко В.А.

5. Патент РФ № 188317 U1 МПК Ф47О 27/00 (2006.01) «Электрочайник с функцией серебрения воды с горизонтальными электродами». Заявка № 2018144568 от 14.12.2018, Дата рег. 05.04.1919. Опуб. 05.04.1019 Бюл. № 10. Заявитель: ФГОУ Донской государственный технический университет, авт.: Лемешко М.А., Монова А.В., Баклакова В.В., Галдина А.А, Бондарева А.С.

В начало к содержанию

УДК 699.86

**М.А. Лемешко[1], О.О. Кавинская[2], П.В. Назаренко[2]**
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВАКУУМНЫХ ТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНЙ

# USE OF VACUUM THERMAL INSULATION STRUCTURES IN THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

***Аннотация.*** *В статье приведены сведения о современных тенденциях совершенствования теплоизолирующих конструкций и теплоизолирующих материалах. Рассмотрены вопросы использования вакуума при разработке теплоизолирующих ограждений. Приведено сравнение коэффициентов теплопроводности пористых и волокнистых теплоизолирующих материалов, в порах которых находится воздух. Изучается подход по замене в порах материалов воздуха на газ с низкой теплопроводностью. Изучается возможность использования вакуума при конструировании теплоизолирующих ограждений. Разработана конструкция теплоизолирующей панели, с учетом осложнений, возникающих в подобных вакуумных панелях ввиду проявления конвективного теплообмена между ограждающими поверхностями плоской теплоизолирующей панели. Установлены условия вакуумирования при которых используемый метод наиболее эффективен. Приведено описание разработанной теплоизолирующей панели с обоснованием ожидаемой эффективности при испытаниях.*

***Ключевые слова:*** *теплоизоляция, здания и сооружения, теплоизолирующие ограждения, газы с низкой теплопроводностью, вакуумная теплоизоляция.*

***Summary.*** *This article presents information on current trends in improving thermal insulation structures and thermal insulation materials. It examines the use of vacuum in the development of thermal insulation enclosures. A comparison of the thermal conductivity coefficients of porous and fibrous thermal insulation materials containing air in their pores is provided. An approach to replacing air in the pores of materials with a gas with low thermal conductivity is explored. The possibility of using vacuum in the design of thermal insulation enclosures is explored. A design for a thermal insulation panel has been developed, taking into account the complications that arise in such vacuum panels due to the manifestation of convective heat exchange between the enclosing surfaces of a flat thermal insulation panel. The vacuuming conditions under which the used method is most effective are established. A description of the developed thermal insulation panel is provided, along with a justification for the expected performance during testing.*

***Keywords:*** *thermal insulation, buildings and structures, thermal insulation enclosures, gases with low thermal conductivity, vacuum thermal insulation.*

Улучшение теплоизоляции зданий и сооружений постоянно является актуальным вопросом, так как от эффективности теплоизоляции зависит и энергоэффективность объектов строительства и затраты на обеспечение комфортных условий жизни и труда людей всей страны. От эффективности теплоизоляции зависят и показатели продуктовой безопасности, например, в сельском хозяйстве и на предприятиях пищевой промышленности себестоимость и качество продукции зависит от эффективности теплоизоляции. Для обеспечения регламентированных температур в производственных процессах, необходимы минимальные затраты на теплоизолирующие ограждения и высокие показатели теплоизолирующих свойств этих ограждений в любой период года. Требования и рекомендации по обеспечению энергоэффективности строительных объектов регламентированы в ряде Правительственных документов и в стандартах [1, 2].

Обзор публикаций выявил большую заинтересованность потребителей и производителей теплоизолирующих материалов и теплоизолирующих ограждений в их совершенствовании. В настоящее время достаточно

глубоко изучены теплоизолирующие материалы пористой и волокнистой структуры [3, 4]. В строительной индустрии для различных условий эксплуатаций, для различных целей, с различными физико-техническими характеристиками производятся в большом ассортименте теплоизолирующие материалы. Однако исследователи продолжают изучать различные методы и подходы по их совершенствованию. Относительно новыми являются направления по изучению возможности в теплоизолирующих конструкциях использовать газы с низкой теплопроводностью или вакуум.

В данных исследованиях рассматривается вопрос разработки и совершенствования вакуумных теплоизолирующих ограждений. Одним из направлений разработки теплоизолирующих устройств являются панельные конструкции, предназначенные, преимущество, для теплоизоляции стен. В общем случае панельные теплоизолирующие конструкции относится к средствам температурной стабилизации в помещениях различного назначения.

Согласно нормативным значениям, для какого отдельного производства или технологии часто обязательным условием функционирования являются стабильные температурные режимы.

Возможно применение этих панелей для холодильных камер, для складских помещений с регулируемой температурой для хранения сельхозпродукции, или для теплоизоляции сооружений типа «силосные башни элеваторов».

Наиболее часто применяются теплоизолирующие конструкции типа «сэндвич-панель». Например, сэндвич-панелей с утеплителем из минеральной ваты, плотностью 30 кг/м$^3$, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

**Характеристики сэндвич-панелей из минеральной ваты**

| Толщина, мм | Термическое Сопротивление, К/Вт | Теплопроводность Вт/(м·К) | Водопоглощение за 2 часа, % по массе |
|---|---|---|---|
| 50 | 1,04 | 0,05 | 1,5 |
| 80 | 1,67 | 0,05 | 1,5 |
| 100 | 2,08 | 0,05 | 1,5 |
| 120 | 2,5 | 0,05 | 1,5 |
| 150 | 3,13 | 0,05 | 1,5 |
| 200 | 4,14 | 0,05 | 1,5 |
| 250 | 5,21 | 0,05 | 1,5 |
| 50 | 1,04 | 0,05 | - |

Сэндвич-панели выполняются с различным теплоизолирующим наполнителем, жестко соединяемым с покрывными листами, как правило, выполненными из металла. По назначению отличаются сэндвич-панели

стеновые и кровельные. При изготовлении вакуумных теплоизолирующих панелей прочность панелей несколько уменьшится, но уменьшится и вес конструкции. Расчетами необходимо уточнять допустимые условия применения таких панелей или их выпускать по измененной технологии, с повышенной прочностью.

Благодаря сочетанию волокон с разной направленностью производителям удалось достичь значения коэффициента теплопроводности – 0,036 Вт/м·К. Очевидно, материал различной плотности следует использовать в различных конструкциях теплоизолирующего ограждения.

Теплоизолирующая эффективность ограждений из панелей типа «сэндвич-панель» на основе пенополиуретана (ППУ) показана в сравнении с другими строительными материалами в таблице 2.

Таблица 2

**Сравнение теплоизолирующих свойств строительных материалов**

| Материал | Теплопроводность, Вт/м·С | Эквивалентная толщина, мм |
|---|---|---|
| Кирпичная кладка | 0,8-0,87 | 650 |
| Керамзитобетон | 1,1-1,2 | 500 |
| Пенобетон | 0,3-0,65 | 250 |
| Дерево | 0,18-0,20 | 140 |
| Минеральная вата (плиты) | 0,039-0,047 | 60 |
| Пробка | 0,036-0,038 | 50 |
| Пенополистирол | 0,030-0,034 | 40 |
| Пенополиуретан | 0,024-0,026 | 25 |

Как видно, при условии равного термосопротивления различных материалов, толщина плиты из пенополиуретана имеет наименьшее значение. Следует учитывать, что значения показателей теплопередачи зависит от плотности материала, а для газов – от давления, температуры и влажности. Как видно, одним из перспективных материалов, для решения задачи по разработке высокоэффективной теплоизоляции, является пенополиуретан. Следует учитывать ограничения по прочности теплоизолирующей панели. Уменьшение плотности материала или использование ППУ с открытыми порами послужит причиной снижения жесткости конструкции, что важно, например, для стеновых панелей использование ППУ с открытыми порами, также приведет к снижению прочности стеновых панелей. Следовательно, замещать в порах воздух на газ с низкой теплопроводностью возможно только не в опорных конструкциях.

Для разработки более эффективных теплоизолирующих ограждений рассмотрим термические сопротивления различных строительных матери-

алов и газов с низкой теплопроводностью. Такой подход предполагает использовать газ с низкой теплопроводностью и с лучшими показателями материала по теплопроводности, или использовать вакуум.

Идея использовать вакуум для теплоизоляции плоских ограждений не нова. Например, для улучшения теплоизоляции шкафа холодильника предложен метод вакуумирования его стенок. Показатели теплопроводности материала приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Показатели теплопроводности материалов и газов**

| Материал, газонаполненный объем | Термосопротивление для толщины 0,1 м; (м²·°С/Вт) | Теплопроводность, (Вт/м °С) |
|---|---|---|
| Силикатный кирпич | 0,115 | 0,87 |
| Сосна, ель (поперек волокон) | 0,555 | 0,18 |
| Кирпич пеношамотный, диатомитовый, изоляционный | 1,0-0,71 | 0,1-0,14 |
| Минеральная вата | 2,78 0 | 0,036-0,047 |
| Пенополистирол | 3,3 | 0,03-0,034 |
| Пенополиуретан | 3,7 | 0,027-0,029 |
| Воздух | 3,9 | 0,025-0,027 |
| Газ аргон | 5,56 | 0,018 |
| Газ углекислый | 6,11 | 0,016 |
| Газ криптон | 10,75 | 0,0093 |
| Вакуумированный воздух (менее 0,1 атм.) | 100 | 0,001 |
| Вакуумированный газ аргон | 142 | 0,0007 |

Как видно в таблице 3, известные и широко применяемые теплоизолирующие материалы: минеральная вата, пенополистирол, пенополиуретан, характеризуются коэффициентами теплопроводности в пределах 0,025-0,036 Вт/м °С, которые выше, чем показатель теплопроводности газов. Использование газа с низкой теплопроводностью или вакуума позволить снизить этот показатель еще ниже, до уровня показателей, которых в настоящее время, в применяемых теплоизолирующих конструкциях нет. Поэтому в перспективе, как видно, есть вероятность снизить коэффициент теплопередачи, если в теплоизолирующих конструкциях предусмотреть использование вакуума и газов с низкой теплопроводностью.

Представляет также интерес использования метода вакуумирования воздуха или аргона, или использование инертных газов аргона и криптона без их вакуумирования для конструирования ограждающих теплоизолирующих панелей.

Нами предложен способ изготовления сэндвич-панелей с уменьшенной степенью запенивания пространства между каркасными оболочками – металлическими или пластиковыми листами *1, 2*. В пустоты плиты из пенополиуретана будет нагнетаться газ с низкой теплопроводностью или эти полости будут вакуумированы. При этом часть площади теплоизолирующей панели не будет контактировать с вспененным пенопластом, а теплопередача по этим площадям будет происходить через теплоизолирующий газ с низкой теплопроводностью, или через вакуум.

На рисунке приведена схема теплоизолирующей панели с улучшенной теплоизоляцией.

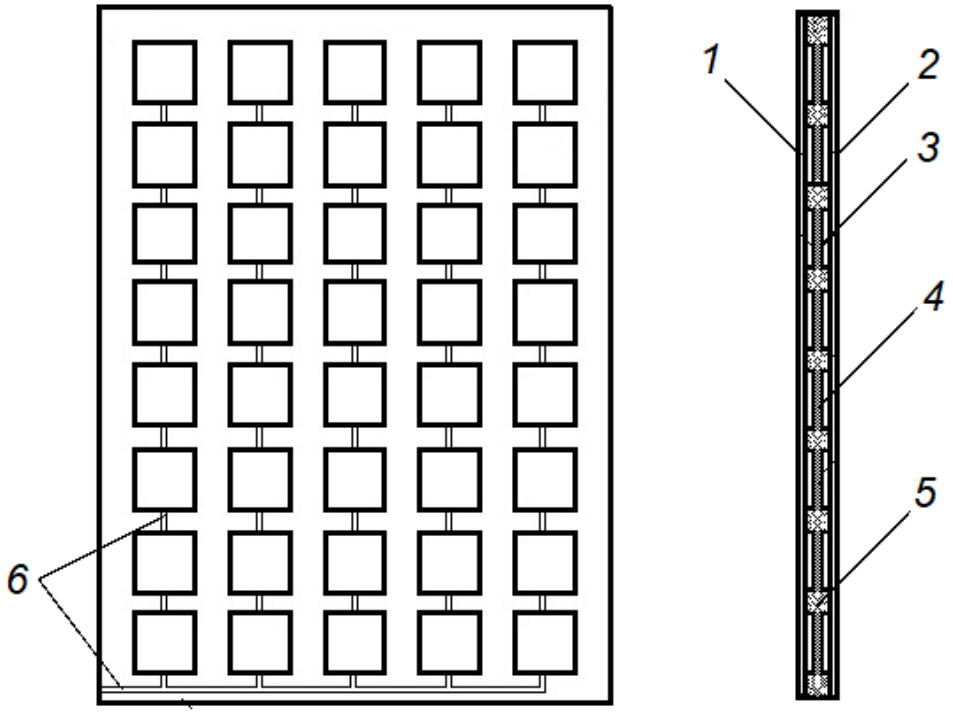



Рис. Теплоизолирующая плита вакуумной панели

Часть пены теплоизолирующей плиты удаляется в форме прямоугольных отверстий по толщине плиты. Образующиеся пустоты *3* соединяются воздуховодными каналами *6* и из них воздух вакуумируется или пустоты заполняются инертным газом аргоном или криптоном.

Для исключения конвективного теплообмена между внешними каркасными оболочками, в средней части теплоизолирующей конструкции по все площади панели размещается воздушная заслонка – перегородка *4*. Часть теплового потока буде передаваться через тепловые мостики *5*, но они необходимы для прочности конструкции. Эффективность предложенной теплоизолирующей конструкции следует исследовать экспериментально.

**Список литературы**

1. ГОСТ 4640-2011. Вата минеральная. Технические условия. – Текст : электронный // URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-4640-2011 (дата обращения: 20.02.2026).

2. ГОСТ Р 56590-2015 (EN 13165:2012) Изделия из жесткого пенополиуретана теплоизоляционные заводского изготовления, применяемые в строительстве. Общие технические условия. – Текст : электронный // URL:http://docs.cntd.ru/document/1200124626 (дата обращения: 20.02.2026).

3. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями № 1). – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200097510 (дата обращения: 21.02.2026).

4. Лемешко, М.А. Теоретическое обоснование разработки пожаробезопасных и энергоэффективных строительных сэндвич-панелей / М.А Лемешко, М.А Кащеев. – Текст : непосредственный // Перспективные технологии в промышленном и гражданском строительстве: сборник научных трудов. – Шахты : Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2019. – С. 45–49.

В начало к содержанию

УДК 534.833:677:536.2

**М.А. Лемешко[1], Р.А. Пашалиев[2]**
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Магистрант
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

## СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

## REDUCING THE COST OF HEAT-INSULATING MATERIALS AND STRUCTURES

***Аннотация.*** *В статье приведены сведения о методе решения проблемы в области теплоизоляции зданий и сооружений, целью которого является экономическая эффективность современных теплоизолирующих конструкций и теплоизоляции. Решается задача разработки экономически выгодных и энергоэффективных материалов по обеспечению теплоизоляции. Сущность подхода заключается в снижении себестоимости теплоизолирующих ограждений в строительстве, путем использования отходов, в том числе отходов текстильной, швейной и трикотажной промышленности. В статье изложен подход по определению целесообразности использовать обозначенные выше отходы в сравнении с синтетическими теплоизолирующими материалами и выявление возможности разрабатывать конструкции теплоизолирующих ограждений из этих материалов. Рассматривается сложность решения поставленной задачи в связи с эксплуатационной надежностью таких решений.*

***Ключевые слова:*** *теплоизоляция, здания и сооружения, теплоизолирующие ограждения, отходы, трикотажная промышленность, текстильная промышленность.*

***Summary.*** *This article presents a method for solving problems in the field of thermal insulation of buildings and structures, the goal of which is to improve the economic efficiency of modern thermal insulation structures and thermal insulation. The objective is to develop cost-effective and energy-efficient thermal insulation materials. The essence of this approach is to reduce the cost of thermal insulation enclosures in construction by using waste, including waste from the textile, clothing, and knitwear industries. The article presents an approach to determining the feasibility of using the above-mentioned waste in comparison with synthetic thermal insulation materials and identifying the possibility of developing thermal insulation enclosure designs from these materials. The complexity of solving this problem is considered in relation to the operational reliability of such solutions.*

***Keywords:*** *thermal insulation, buildings and structures, thermal insulation enclosures, waste, knitwear industry, textile industry.*

Совершенствование теплоизоляции зданий и сооружений включает следующие направления: – улучшение теплоизолирующих материалов по ряду показателей, в том числе по термическому сопротивлению теплопередачи, по ресурсу эксплуатации, по устойчивости к внешним воздействиям, по себестоимости; – совершенствование теплоизолирующих конструкций, в том числе с использованием газов с низкой теплопроводностью, с использованием вакуума, с использованием многослойных конструкций и др.

Многие задачи в перечисленных направлениях, изучены еще недостаточно глубоко. Одним из относительно новых, является подход к вопросу улучшения теплоизоляции путем использования отходов текстильной, швейной и трикотажной промышленности. Термин «Улучшение» подразумевает снижение себестоимости теплоизоляции и положительное влияние на экологию.

В связи с чем задача, поставленная в работе, а именно изучение возможности применения отходов вышеназванных отраслей для конструирования теплоизолирующих ограждений для зданий и сооружений, является весьма актуальной.

При этом, совершенствование теплоизоляции решает и важную государственную задачу по снижению энергозатрат на отопление, в направлении создания энергоэффективных зданий и сооружений [1, 2]. В документе [1] изложены нормы и организация контроля за тепловой энергоэффективностью зданий. В документе [2] определен порядок реализации требований энергетической эффективности зданий, включая показатели и требования к архитектурным, конструктивным и инженерно-техническим решениям.

Очевидно, что актуальным является вопрос в области экономии энергии на достижение рациональных температур в жилых и промышленных постройках с минимальными затратами.

При обеспечении регламентированных температур в производственных зданиях и цехах необходимо минимизировать затраты на теплоизоли-

рующие ограждения. Результаты исследований и рекомендации в области обеспечения энергоэффективности строительных объектов изложены в ряде публикаций [3, 4].

Обзор публикаций выявил большой интерес производственных предприятий, производителей в сельском хозяйстве, в пищевой промышленности, в других отраслях, в улучшении теплоизоляции производственных зданий, хранилищ.

В настоящее время достаточно глубоко изучены теплоизолирующие материалы пористой и волокнистой структуры. В строительной индустрии для различных условий эксплуатаций, для различных целей, применяются теплоизолирующие материалы в большом ассортименте.

В зависимости от назначения объекта строительства, от необходимых температурных условий внутри объектов строительства применяются пористые и волокнистые материалы с различными показателями по теплопроводности, влагостойкости, паропроницаемости, себестоимости, прочности.

Исследователи продолжают изучать различные методы и подходы по совершенствованию теплоизолирующих материалов. Относительно новым является направление по изучению возможности использовать в теплоизолирующих конструкциях отходы швейной, текстильной и трикотажной промышленностей.

**Постановка задачи**. Согласно нормативным значениям для какого-то отдельного производства или технологии, необходимы помещения или цеха со стабильной температурой, не зависящей от погодных условий. Например, различные хранилища для сельхозпродукции. В зимний период времени выполняется обогрев таких помещений, в жаркий период времени года, выполняется охлаждение воздуха в этих помещениях. На охлаждение и обогрев затрачивается энергия, стоимость которой влияет на себестоимость продукции. Очевидно, что чем лучше теплоизоляция таких помещений, тем меньше затрат на поддержание стабильных значений температуры, тем ниже себестоимость продукции.

В отличие от твердых коммунальных отходов (ТКО) отходы легкой промышленности, более однородны по структуре и теплоизолирующим показателям. Состояние и свойства смешанных твердых коммунальных отходов не постоянны, они зависят от времени года, от способа доставки отходов на заводы сортировки, от воздействия погодных факторов. Относительно сухой мусор, как правило, наблюдается в летний период, и больше степени отходы влажные в осеннее-зимний период. В составе ТКО входят и фрагменты текстиля, в различном состоянии, которые на современных заводах по обработке и сортировке ТКО выделяют в отдельную фракцию как вторичное сырье.

Экологически целесообразно эти отходы не выбрасывать на полигоны отходов, а использовать с пользой для конструирования теплоизолирующих ограждений.

Эволюция отношения к отходам, в настоящее время, обусловлена современными подходами к сортировке и использованию отходов, включая системы полностью автоматизированных, роботизированных линий сортировки.

Согласно данным публично-правовой компании «Российский экологический оператор» (ППК РЭО), к 2030 г. планируется сортировать 100 % ежегодно образуемых твердых коммунальных отходов (ТКО), хоронить на полигонах не более 50 % ТКО, вовлекать в хозяйственный оборот не менее 25 % отходов производства и потребления как вторичных ресурсов. К 2036 г. планируется утилизировать и обезвреживать не менее 50 % отходов I–II классов опасности [5, 6]. Современные технологии сортировки, в ряде развитых стран, представляют собой полностью роботизированный процесс сортировки при 100 процентной сортировки и безотходных технологий переработки ТКО.

**Результаты исследований.** Для выявления возможности использовать текстильные отходы в качестве теплоизолирующего материала, необходимо сделать анализ теплопроводности и других теплофизических характеристик различных текстильных материалов. Теплопроводность текстильных материалов характеризуется количеством тепла, проходящего через теплоизолятор от теплой среды к холодной. Теплопроводность различных материалов не одинакова, и зависит от молекулярной структуры материалов, от их плотности и от способности сопротивляться передаче тепловых колебаний через материал. В теплотехнике для оценки теплопроводности используется понятие – коэффициент теплопроводности. Этот показатель характеризует мощность теплового потока, проходящую за единицу времени через 1 $м^2$ материала при разности температур на его противоположных поверхностях, равной 1 градусу. Измеряется в Вт/(м·град.).

Теплофизические основы теплопроводности текстильных материалов включают:

– сложную волокнисто-пористую структуру этих материалов, обусловленную наличием волокон и пор, заполненных воздухом;

– особенности переноса тепла в текстильных материалах, обусловленные теплопроводность волокон и воздуха в замкнутых порах, а также теплопередачей путем конвекции воздуха через сквозные поры, а также путем теплоизлучения стенками пор.

Кроме этого, как и для других пористых и волокнистых теплоизолирующих материалов, коэффициент теплопроводности этих материалов зависит от давления, температуры, воздухопроницаемости и других факторов. На теплопроводность волокнистых теплоизолирующих материалов влияют длина и диаметр волокон, их физические свойства, ориентация волокон. Для пористых материалов теплопроводность зависит от размеров пор, их открытости, плотности материала. Теплопроводность тканей также зависит от типа ткани, ее структуры, переплетений, слоистости и др. осо-

бенностей различных тканей (тканной, трикотажной, нетканной и др.). Коэффициент теплопроводности текстильных полотен с повышением их средней плотности повышается в результате уменьшения закрытой пористости. В таблице 1, приведены коэффициенты теплопроводности для некоторых основных материалов, используемых в швейной и трикотажной промышленности.

Приведенные выше данные характеризуют часть основных материалов, используемых при производстве тканей и при пошиве одежды. Именно отходы этих материалов могут быть использованы при проектировании теплоизолирующих ограждений.

Таблица 1

**Значения коэффициентов теплопроводности материалов легкой промышленности**

| Материал | Коэффициент теплопроводности; λ, Вт/(м ·ºС) |
|---|---|
| 1. Шерстяной войлок | 0,052 |
| 2. Хлопок | 0,050 |
| 3. Ватин шерстяной | 0,043 |
| 4. Вата | 0,042 |
| 5. Искусственный мех | 0,041 |
| 6. Лен | 0,040 |
| 7. Синтепон | 0,039 |
| 8. Холлофайбер | 0,031 |
| 9. Вспененный полистирол | 0,030 |
| 10. Тинсулейт | 0,029 |
| 11. Перо-пуховая смесь | 0,0286 |
| 12. Криогель | 0,0145 |
| 13. Сухой воздух | 0,0256 |

Следует учитывать, что теплопроводность материалов, приведенная в таблице 1 соответствует температуре окружающего воздух 20 ºС, без специально обработки, без указания точной плотности, зависящей от температуры, и других особенностей обработки теплоизолирующих материалов.

В данных исследованиях рассматривается вопрос разработки и совершенствования теплоизолирующих материалов и теплоизолирующих конструкций. Одним из направлений разработки теплоизолирующих устройств являются панельные конструкции, предназначенные, преимущественно, для теплоизоляции стен. В общем случае панельные теплоизолирующие конструкции относятся к средствам температурной стабилизации в помещениях различного назначения. Одной из наиболее популярных и эффективных строительной конструкцией являются теплоизолирующие

сэндвич-панели. Таким образом, в исследованиях будет изучена возможность в этих изделиях в качестве теплоизолирующих материалов использовать отходы текстильной, швейной и трикотажной промышленности.

Для сравнительной оценки текстильных материалов, рассмотрим коэффициенты теплопроводности некоторых строительных теплоизолирующих материалов (табл. 2).

Таблица 2

**Теплоизолирующих свойств строительных материалов**

| Материал | Теплопроводность, Вт/(м$^2$·С) | Эквивалентная толщина, мм |
|---|---|---|
| Кирпичная кладка | 0,8-0,87 | 650 |
| Керамзитобетон | 1,1-1,2 | 500 |
| Пенобетон | 0,3-0,65 | 250 |
| Дерево | 0,18-0,20 | 140 |
| Минераловатные плиты | 0,039-0,047 | 60 |
| Пробка | 0,036-0,038 | 50 |
| Пенополистирол | 0,030-0,034 | 40 |
| Пенополиуретан | 0,024-0,026 | 25 |

Как показано в приведенной таблице 2, показатели теплопроводности текстильных материалов и строительных материалов близки. Безусловно, требуются технические и технологические проработки, для выработки конкретных теплоизолирующих ограждений из текстильных, швейных и трикотажных отходов. Например, известно, что для повышения звукоизолирующих свойств технического войлока, его поверхность обрабатывается специальным составом, увеличивающим жесткость и прочность поверхностных волокон войлока, образуя акустический войлок с высокими звукоизолирующими показателями.

## Список литературы

1. СНиП 23-02-2003. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Тепловая защита зданий. Приняты и введены в действие с 1 октября 2003 г. постановлением Госстроя России от 26.06.2003 г. № 113. Взамен СНиП II-3-79. – Текст : непосредственный.

2. Постановление Правительства РФ от 27.09.2021 №1628 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений. – Текст : непосредственный.

3. Лемешко, М.А. Эффективность пористых звукоизолирующих конструкций в строительстве / М.А. Лемешко, А.А. Посух. – Текст : непосредственный // В сборнике: Научная весна – 2023. Технические науки. Сборник научных трудов: науч. изд. – Шахты : Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты. – 2023. – С. 154–160.

4. Лемешко, М.А. Пожаробезопасная сэндвич-панель с увеличенным термическим сопротивлением теплопередаче / М.А. Лемешко, Т.В. Суханова, М.А. Кащеев – Текст : непосредственный // В сборнике: Научная весна – 2020. Технические науки. Сборник научных трудов: науч. изд. – Шахты : Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты. – 2020. – С. 123–131.

5. ППК РЭО. Экономика замкнутого цикла. – URL: https://soc. volganet.ru/46/news/news/574247/ (дата обращения: (21.02.2026). – Текст : электронный.

6. Об обращении с твердыми коммунальными отходами: Постановление Правительства Российской Федерации от 12 ноября 2016 г. № 1156 (с изменениями и дополнениями). – Текст : электронный // Грант: Помощь. Правовая система. – URL: https://base.darant.ru/71540160/ (дата обращения: (21.02.2026).

В начало к содержанию

УДК 614.8.084

**М.А. Лемешко[1], С.В. Салеев[2]**
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Магистрант
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА В ОПАСНЫХ ЗОНАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

## ENSURING LABOR SAFETY IN HAZARDOUS ZONES OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

***Аннотация.*** *В статье рассматривается вопрос безопасности труда в условиях промышленных предприятий с учетом использования современных подходов в организации безопасного труда и с использованием современных технологий и систем. Приведен краткий анализ возможных путей по улучшению безопасности труда по материалам научно-технических достижений. Выполнен анализ методов, устройств и систем безопасности труда по патентам на изобретения и полезные модели, используя фонды ФИПС. Приведено описание некоторых программируемых и логических си си-*

*стем, направленных на снижение влияния на безопасность труда «человеческого фактора» и относительно низкой квалификации работников. Показана необходимость в большей степени учитывать психофизическое состояние работников на предприятиях в опасных зонах.*

***Ключевые слова:*** *безопасность труда на предприятии, организационные мероприятия, патентный анализ, системный подход, повышение безопасности труда.*

***Summary.*** *This article examines occupational safety in industrial settings, taking into account modern approaches to workplace safety management and employing modern technologies and systems. A brief analysis of possible ways to improve occupational safety is provided, based on scientific and technological advances. An analysis of occupational safety methods, devices, and systems is conducted based on patents for inventions and utility models, using the Federal Institute of Industrial Property (FIPS) collections. A description of several programmable and logical systems aimed at reducing the impact of the human factor and relatively low worker qualifications on occupational safety is provided. The need for greater consideration of the psychophysical state of workers in hazardous areas is demonstrated.*

***Keywords:*** *occupational safety at the enterprise, organizational measures, patent analysis, systems approach, improving occupational safety.*

Безопасность жизнедеятельности населения страны, включает раздел, который посвящен безопасности труда и является весьма важным компонентом общей безопасности, наряду, например, с техникой безопасности. Вопрос безопасности труда с увеличением количества предприятий, с увеличением количества рабочих мест остается актуальным вопросом, и при развитии любых производств риск проявления опасности труда увеличивается.

Безопасность труда понятие относительное. В зависимости от вида трудовой деятельности, от организации труда, от условий труда, от факторов внешнего воздействия, от объекта труда, от инструмента (орудий) труда, вероятность проявления какой-либо опасности будет различной и никогда не может быть равной нулю. В общем, любой труд, например, даже, казалось бы, безопасный труд бухгалтера предприятия, не является абсолютно безопасным и вероятность опасности любого труда хоть и весьма малой величины, но существует всегда. Например, бухгалтер в рабочее время из-за неисправности сплит-системы открыл окно для проветривания, человека продуло сквозняком, он заболел – опасность труда бухгалтера проявилась. Для минимизации опасностей во время труда существует мощный методологический инструмент, который систематизирует, классифицирует, оценивает, прогнозирует и предлагает условия безопасного труда.

На государственном уровне безопасность труда обеспечивается постановлениями, приказами, и другими документами, регламентирующими общие нормы безопасности труда [1]. Кроме этой группы документов, разработаны и реализуются отраслевые нормы безопасности труда [2]. Разработаны и реализуются нормативные документы на специализированные направления безопасности, например, нормы пожарной безопасности,

нормы электробезопасности, нормы безопасности при взрывных работах и др. Для отдельных предприятий также разрабатываются нормативные документы локального назначения, например, СОУТ (Специальная оценка условий труда), приказы руководителя предприятия и др. [3].

Безопасности труда на предприятиях обеспечивается нормативной базой, организационными и техническими мероприятиями.

К организационным относятся мероприятия, предупреждающие проявления опасностей, и мероприятия проводимые в случае проявления опасностей. Предупреждающие мероприятия включают:

- регулирование вопросов организации безопасности труда;
- контроль за соблюдением нормативной базы;
- контроль за соблюдением норм использования технических средств;
- контроль за соблюдением требований безопасности труда.

Эти мероприятия также включают инструктажи, проверку уровня квалификации, проведение СОУТ, организацию курсов по повышению квалификации, контроль за психофизическим состоянием работников и др.

К организационным относятся также информационные мероприятия, включающие обязательное использование предупреждающих знаков, обозначений, плакатов, рекламных материалов, лекции, презентаций, инструкций и др. [4].

Ко второй группе организационных мероприятий относятся действия в случае проявления опасностей, включающие организацию оказания первой помощи, вопросы локализации и ликвидации последствий проявления опасностей, спасательные действия; действия, по минимизации разрушений, поиска пострадавших и решения вопросов эвакуации сильно пострадавших людей, для которых нужна срочная высокотехнологическая медицинская помощь и др.

К техническим мероприятиям по обеспечению безопасности труда относится большой перечень задач общего характера и задач специализированных, для отдельного технологического процесса, отдельного рабочего места, отдельного объекта и предмета труда. К этой группе мероприятий относятся такие задачи, как обеспечение работоспособности и безопасности оборудования, аппаратов, машин и других средств труда; обеспечение профилактики, ремонта и диагностики используемых средств труда.

К техническим мероприятиям также относятся планировании и реализация обновления машинного парка, развитие и совершенствование машинного и приборного парка, средств автоматики, использование активных и пассивных средств безопасности труда; обеспечение, при необходимости, современными СИЗ (средствами индивидуальной защиты).

**Результаты исследований.** Нами выполнен патентный анализ перспективных решений в области промышленной безопасности, и в области охраны труда. Ниже приведено описание наиболее интересных и полезных разработок.

Известен способ определения безопасности рабочих мест [5] заключающийся в оценке безопасности оборудования, инструмента и приспособлений, других орудий труда, от технического состояния которых зависит безопасность труда. Вместе с этим выполняется анализ и учет организационных мероприятий, включающих инструктажи и обучение по охране труда. В этом способе для полной, детальной и объективной оценки травмоопасности рабочих мест, изучается безопасность зданий, сооружений, помещений, погрузочно-разгрузочных площадок, территорий, транспортных и других коммуникаций предприятий и организаций и проводят инструментальные исследования опасных производственных факторов. Изучение и анализ выполняются методами экспертных оценок.

Установлен также способ автоматизированного обучения в области безопасности производств, заключающийся в оригинальном подходе к решению задач безопасности труда на предприятиях [6]. Этот способ заключается в системном подходе к решению проблемы безопасности труда. Алгоритм обучения включает накопление знаний по безопасности труда, используемых при автоматизации рабочих мест специалистов по охране труда; построение комплексных систем подготовки и аттестации работающих с применением формализованных знаний высококвалифицированных специалистов.

Системный подход включает обучение знаниям, являющимися наиболее значимыми с точки зрения производственной целесообразности с использованием компьютерных технологий, повторяющих все стадии процесса принятия решений специалистами по охране труда на уровне экспертов.

Наряду с этим, в инструментарий системного подхода включается процесс выявления стратегий поведения в каждом случае с пояснением рекомендаций по обучению.

Системный подход включает также метод накопления и структурирования производственных и профессиональных функций, используемых исходных документов, информации для подготовки выходных документов.

В разработанном системном подходе используется метод выработки и принятия решений, на основе перечня и структуры выходных документов, с учетом ранжированной степени производственной полезности. С учетом направлений в области улучшения информационной поддержки, ущербам от неточной или несвоевременной информации.

Известен также способ автоматизированного приобретения знаний по безопасности производства [7]. Данный способ организации безопасного производства обеспечивает повышение достоверности и полноты формализуемых знаний по безопасности производства.

Способ заключается в том, что накопление знаний в виде целевых баз знаний с заранее внесенными в них общими сведениями и знаниями по безопасности производства по литературным источникам осуществляют на базе персональных ЭВМ с использованием модели пользователя, содер-

жащей традиционные формы вопросов и сообщений, характерных для определенной профессиональной группы специалистов по охране труда. На рисунке 1 приведен алгоритм обучения по этому способу.

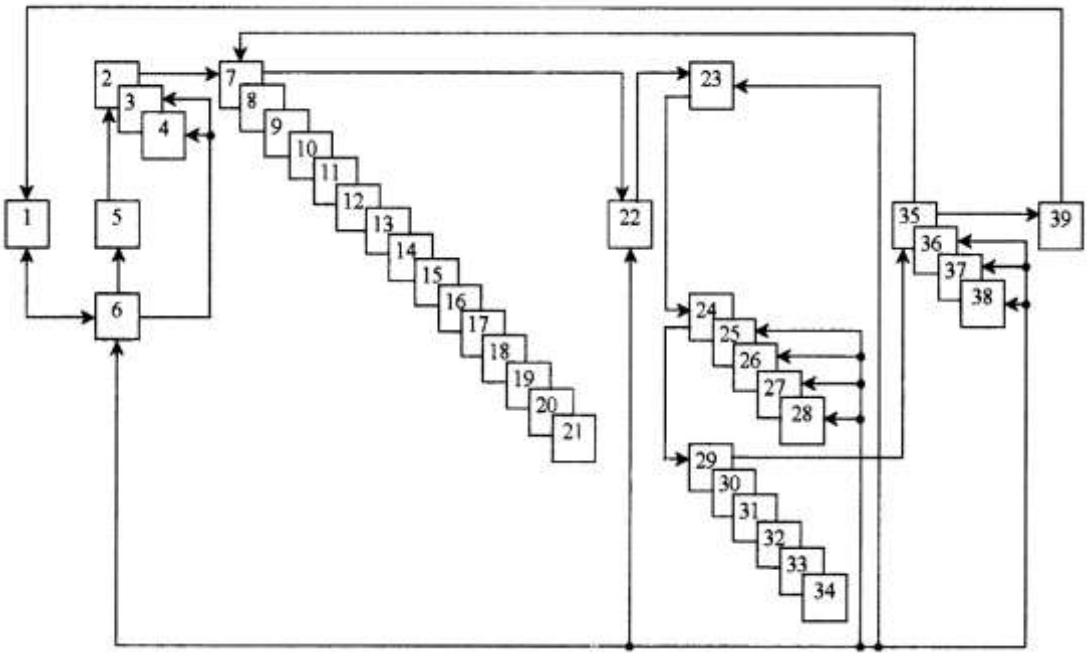



Рис. 1. Алгоритм обучения

Алгоритм анализа включает следующие блоки: 1 – специалист по охране труда, 2 – процесс получения знаний, 3 – тестовые описания, 4 – графическая интерпретация, 5 – настройка системы, 6 – интерфейс, 7 – блок накопления знаний, 8…21 – функции специалистов, блоки 21–34 – системные блоки анализа и накопления.

В рамках автоматизированных процедур извлечения знаний 2 специалисту по охране труда 1 из целевой базы знаний 35, предварительно заполненной общими сведениями и знаниями по литературным источникам, предъявляют разнообразные состояния событий 8…21, генерируемые системой в среде признаков и характеристик; а также некоторых правил, описывающих профессиональную деятельность СОТ (специалистов по охране труда), несчастные случаи или заболевания, и(или) условия труда и т.п.

Проблема приобретения знаний имеет особое значение для создания интеллектуальных систем принятия эффективных решений по обеспечению безопасности производства, в том числе автоматизированных рабочих мест специалистов по охране труда (АРМ СОТ) и профессиональных систем подготовки и аттестации работников.

Известно также изобретение, посвященное безопасности труда и включающее метод проверки психофизического состояния работника для

оценки безопасности как исполнителя, так и находящихся в опасной зоне людей при выполнении механизированных работ [8].

Способ определения профессиональной пригодности оператора технических средств заключается в предъявлении испытываемому оператору серии одиночных значков (колец) таблицы Ландольта*, программно выполняется определение усредненного времени реакции испытываемого. На мониторе демонстрируют строки таблицы Ландольта, на котором задается скорость движения строк таблицы Ландольта и определяют время реакции, по этим данным определяют профессиональную пригодность оператора. Изобретение позволяет упростить определение психофизиологических качеств оператора.

Интегральная оценка работоспособности для профессиональных психологов. В психологии кольца Ландольта применяются в тестах для оценки внимания и усидчивости. При тестировании испытуемый за определенное время, оценивает последовательно по таблице символы, должен, например, отметить определенным способом (обвести, зачеркнуть и т.п.) один вид колец и отметить другим способом другой вид колец. Схема мониторинга психофизического состояния работника приведена на рисунке 2.

Работник испытывается, отмечая символы, появляющиеся на мониторе, символы перемещаются на экране сверху вниз с определенной скоростью. Оцениваются его ответы и состояние рецепторов по двум каналам «К» и «К4». Скорость перемещения символов регулируется по каналу «БПЗ».




Рис. 2. Метод мониторинга состояния работника

Психофизиологическое состояние человека во многом влияет на безопасность труда, на качество труда, на работоспособность работника. Очевидно, что в особо опасных производственных зонах работник должен об-

ладать высокой скоростью реакции и способностью точно определять условия ситуации для оперативного принятия правильных решений.

Известно устройство для определения психофизиологического состояния и функциональных возможностей человека. Устройство может быть использовано для контроля операторской деятельности человека, выполняющего ответственную работу в различных областях практической деятельности, связанных с большими психофизиологическими нагрузками. Например, на промышленных предприятиях в опасных зонах, на железнодорожном, автомобильном транспорте, на предприятиях энергетического комплекса страны и др.

Устройство позволяет повысить оперативность получения и достоверность результатов диагностики, а также увеличить информативность определения психофизиологического состояния человека и обеспечить надежность и безопасность его профессиональной деятельности.

Устройство содержит блок датчиков, имеющий размещенные с возможностью контакта с пальцами рук человека датчик электрокожного сопротивления и датчик фотоплетизмограммы, идущие в первый канал обработки сигналов и блок определения психоэмоционального состояния человека.

Устройство имеет второй канал сигналов, для регистрации фотоплетизмограммы и включающий последовательно включенные цифровой фильтр, дифференциатор и анализатор состояния сердечно-сосудистой системы человека.

Структурная схема анализатора психофизического состояния человека приведена на рисунке 3.

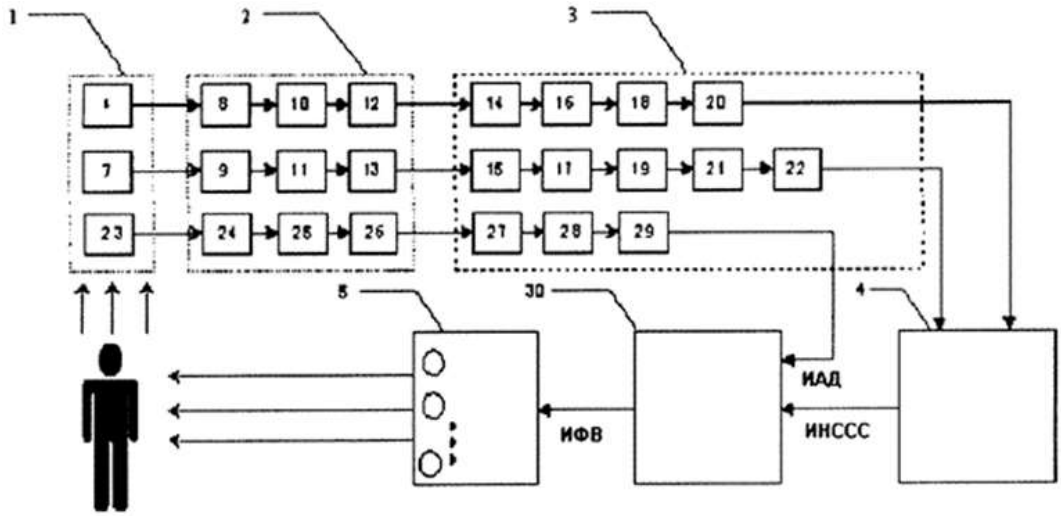



Рис. 3. Устройство для оценки психофизиологического состояния работника:
1 – система датчиков; 2 – система преобразователей; 3 – вычислительные устройства; 4 – блок сравнения; 5 – анализатор; 30 – база данных

Анализатор психофизиологического состояния человека и дополнительный канал обработки сигналов, являющийся выходом узла регистрации индекса артериального давления крови, связаны выходами со входами анализатора функциональных возможностей человека, который выходом подключен ко входу блока выбора комбинации тест-стимулов, воздействующих на человека.

**Выводы**

1. Предприятиям рекомендуется организовать контроль психофизического состояния работников на ответственных работах.

2. Руководителям предприятий постоянно обновлять средства индивидуальной защиты, отслеживая новые разработки.

3. Руководителям предприятий приобретать средства сигнализации о нарушении штатного функционирования производственного оборудования, средств электрозащиты.

## Список литературы

1. Приказ Минтруда России от 31.01.2022 № 36 «Об утверждении Рекомендаций по классификации, обнаружению, распознаванию и описанию опасностей». – Текст : непосредственный.

2. Федеральный закон от 21.07.1997 №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». – Текст : непосредственный.

3. Приказ Минтруда и соц. развития РФ. Приказ от 29 октября 2021 г. № 771н. Об утверждении примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда. – Текст : непосредственный.

4. Приказ Минтруда и соц. развития РФ. от 27.11.2020 № 833н (ред. от 29.04.2025) «Об утверждении Правил по охране труда при размещении, монтаже, техническом обслуживании и ремонте технологического оборудования». – Текст : непосредственный.

5. Заявка № 2004134031 Российская федерация, МПК G 01M /00 (2006.01). Способ определения безопасности рабочих: № 2004134031/28: заявл. 02.11.2004: опубл. 10.05.2006, Бюл. №13 / Гридасов И.С., Можаров М.С., Петровская Е.Ф. и др.; заявитель : Кузнецкая Государственная педагогическая Академия. – Текст : непосредственный.

6. Патент № 2166208 C2 Российская федерация, МПК G06F 17/40 13 (2000.01). Способ автоматизированного приобретения знаний по безопасности производства: № 99108497/09: заявл. 29.04.1999: опубл.: 27.04.2001, Бюл. № 12 / Халин Е.В., Стребков Д.С. ; заявитель Научно-исследовательская и производственная фирма «ТЕХИНТЕЛЛ». – Текст : непосредственный.

7. Патент № 2275856 C1 Российская Федерация, МПК A61B 5/16 (2006.01). Способ определения профессиональной пригодности оператора

технических средств производства: № 2004125840/14: заявл.24.08.2004: опубл.: 10.05.2006, Бюл. № 13 / Шкрабак В.С., Григорьева М.В., Шкрабак В.В., и др.; заявитель : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. – Текст : непосредственный.

8. Патент RU № 2286090 C2 Российская Федерация, МПК A61B 5/16 (2006.01). Устройство для определения психофизиологического состояния и функциональных возможностей человека: № 2004128318/14 : заявл. 23.09.2004 : опубл.: 27.10.2006 Бюл., № 30 / Брыксин В.Н., Кавджарадзе М.Г., Колончин В.С.; заявитель ООО «Содружество». – Текст : непосредственный.

В начало к содержанию

УДК 534.833.522:699.844

**М.А. Лемешко[1], А.А. Торопова[2], Е.Э. Уткина[2]**
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВАКУУМА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИХ ОГРАЖДЕНИЙ

# USING VACUUM TO IMPROVE SOUNDPROOFING ENVIRONMENTS

***Аннотация.*** *В статье изложены сведения о совершенствовании звукоизолирующих ограждений с использованием вакуума. Выполнен анализ различных конструктивных решений вакуумных звукоизолирующих ограждений. Приведены краткие описания особенностей различных конструкций звукоизолирующих панелей, в которых используются ребра жесткости для исключения прогиба ограждающих сторон при вакуумировании. Показаны этапы совершенствования вакуумных звукоизолирующих панелей. Изложены перспективы совершенствования и развития подхода по использованию вакуума для достижения эффективной звукоизоляции.*

***Ключевые слова:*** *звукоизоляция, вакуумные панели, жесткость конструкции, ребра жесткости, варианты вакуумных панелей.*

***Summary.*** *This article presents information on improving soundproofing enclosures using vacuum. Various design solutions for vacuum soundproofing enclosures are analyzed. Brief descriptions of the features of various soundproofing panel designs that utilize stiffeners to prevent deflection of the enclosing sides during vacuuming are provided. The stages of improving vacuum soundproofing panels are shown. Prospects for improving and developing the approach to using vacuum to achieve effective soundproofing are outlined.*

***Keywords:*** *soundproofing, vacuum panels, structural rigidity, stiffening ribs, vacuum panel options.*

Исследования посвящены совершенствованию вакуумных звукоизолирующих панелей. В настоящее время это одно из наиболее актуальных направлений в создании высокоэффективных звукоизолирующих ограждений. Целью исследований в этом направлении является установление возможности улучшить звукоизолирующие свойства вакуумных звукоизолирующих конструкций, различных конфигураций.

Высокоэффективная экономичная звукоизоляция на основе вспененных полимеров или современных волокнистых звукоизолирующих материалов последние годы не претерпевает существенных изменений и не наблюдается существенного улучшение звукоизолирующих свойств этих материалов. Необходимо исследовать новые подходы и методы улучшения звукоизоляции. Одним из таких подходов является использование вакуума.

**Материалы и конструкции.** Использование различных методов улучшения звукоизоляции, не всегда являются достаточно эффективными. Например, засыпка между кладкой керамзита или подобных материалов ввиду их низкой теплопроводности не всегда рентабельна и характеризуется незначительной эффективностью звукоизоляции. Стекловата не подходит для жилых построек по экологическим параметрам. Минеральная (базальтовая) вата и плиты из этого материла имеют средние характеристики по свойствам теплоизоляции и звукоизоляции, гигроскопична и со временем теряет формоустойчивость. Некоторые виды звукоизолирующих материалов приемлемы с точки зрения экологии, но теряют свои свойства с течением времени или требуют определенных мер безопасности в процессе монтажа и установки обязательных качественных дополнений. Например, пенополиуретан является хорошим тепло- и звукоизолятором, но в случае пожара, разлагается на вредные для здоровья компоненты, выделяя смертельно опасные газы.

Известен подход по улучшению эффективности звукоизоляции путем использования многослойных конструкций [1]. Пример такой конструкции приведен на рисунке 1. Дополнительная звукоизоляция состоит: – из внешней листовой облицовки, – среднего слоя из жесткого, легкого, пористого материала и разделительного слоя из упругого материала.

Рассматриваемое звукоизолирующее ограждение выполнено, по меньшей мере, из двух отдельных панелей, соединенных между собой. Разделительный слой выполнен из волокнистого упругого материала. Недостатком такого технического решения является его относительная сложность и относительно низкая эффективность.

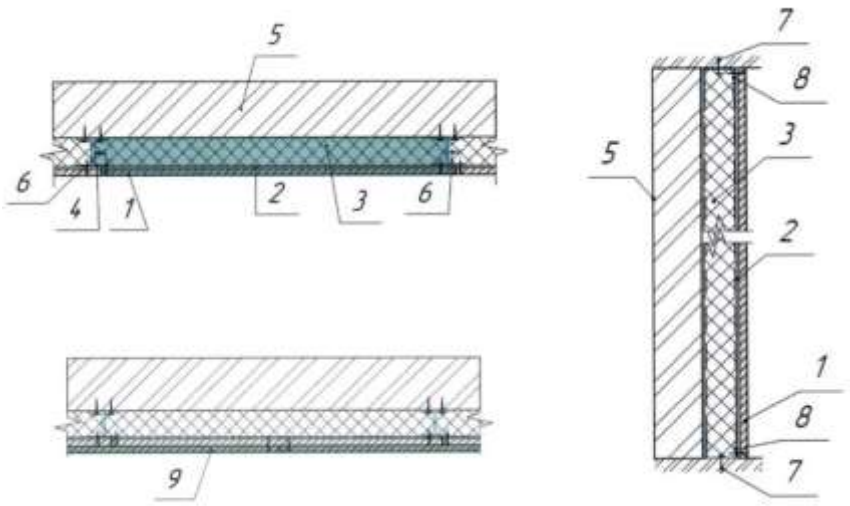



Рис. 1. Ограждение дополнительной звукоизоляции:
1 – внешняя листовая облицовка; 2 – упругий волокнистый разделительный слой; 3 – средний слой (пористый жесткий материал); 4 – стоечный металлический профиль; 5 – звукоизолирующее базовое заграждение (стена из гипсовых блоков или пенобетона); 6 – крепежные отверстия, 7 – крепежные анкера; 8 – металлический направляющий профиль; 9 – внешняя лицевая облицовка

Известен подход по улучшению звукоизоляции путем использования материалов с различной пористой структурой. На рисунке 2 приведен пример такого материала. Структура пористого слоя звукопоглощающего материала, образована множеством направленно сгруппированных определенным образом по крайней мере двух видов семейств чередующихся, отличающихся по своим геометрическим размерам пор, образующих соответствующую определенным образом заданную неоднородную жесткую скелетную структуру.

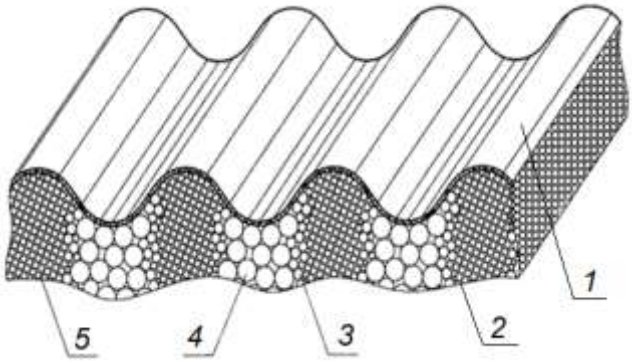



Рис. 2. Фрагмент пористой панели:
1, 2 – покрывные слои; 3 – средние поры; 4 – крупные поры; 5 – мелкие поры

Лицевая поверхность пористого звукопоглощающего слоя материала неразъемно соединена с тонким защитным слоем газонепроницаемого звукопрозрачного пленочного материала, в виде образованных чередующихся объемных зон и локальных поверхностных выступов, и впадин волнисто-морщинистого вида. В результате улучшаются звукопоглощающие и звукоотражающие свойства такой панели. Это одно из лучших технических решений с относительно приемлемыми характеристиками, однако технологически трудно выполнимо.

Аналогичных материалов множество. Используется влияние размеров ячеек на частоту наилучшего поглощения звуковой энергии. Однако существенного улучшения звукоизолирующих свойств такие решения не обеспечивают.

В Мировой практике известны попытки использовать вакуум для звукоизоляции. Относительно давно разрабатывалась идея: нет воздуха – нет среды для переноса звуковой энергии.

Однако высокоэффективных, ожидаемых результатов, до настоящего времени не получено. Основная причина этого, как показали наши исследования, это особенность конструкции с вакуумированный полостью.

В данной работе показаны положительные результаты исследований в этом направлении. Выяснена причина неудачных решений с использованием вакуума для звукоизоляции. Сущность ее заключается в следующем:

Внешне силы, обусловленные атмосферным давлением, сжимают плоские ограничивающие ограждения, вызывая их напряженное состояние – растяжение.

Предварительно приведем краткий анализ известных подходов по улучшению звукоизоляции с использованием вакуума. Представляет интерес идея использовать вакуум для звукоизоляции, в конструкциях, изменяющих физическую передачу звуковых колебаний через каркас, соединяющий две ограничивающие стенки звукоизолирующего ограждения. Рассмотрим некоторые примеры применения вакуума для звукоизоляции, применительно к плоским звукоизолирующим панелям, в которых используется каркас или соединительный элемент между покрывными слоями (плоскими ограничивающими ограждениями).

Известно применение вакуума при изготовлении стеклянных ограждений [2]. Этот вид вакуумного ограждения выполнен из двух-трех пластин стекла; герметично соединенных между собой с помощью специальных неразъемно спекающих материалов, обеспечивающих упругое соединение стекол между собой. И одновременно имеющих высокую прочность и герметичность. Между листами стекла закреплено множество распорных стеклянных столбиков, препятствующих прогибу пластин стекла при вакуумировании пространства между ними. На рисунке 3 приведена конструкция размещения нескольких плоских стекол, между которыми поддерживается вакуум.

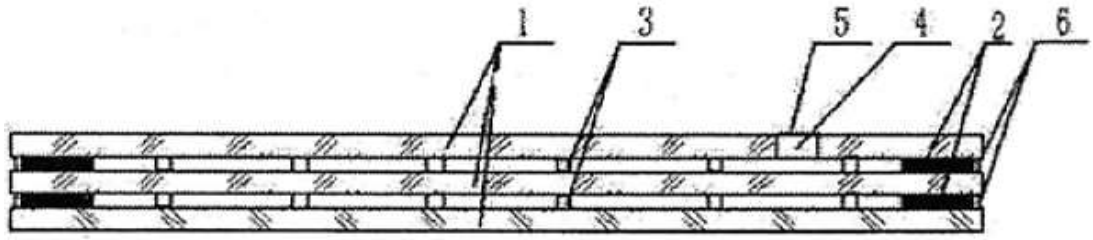



Рис. 3. Конструкция трехслойного вакуумного стекла:
1 – закаленные стекла; 2 – краевое уплотнение; 3 – аспорные элементы;
4 – окно; 5 – пленка; 6 – герметик

Известна также вакуумная звукоизолирующая конструкция, предназначенная, преимущественно в строительстве [3]. Пористый наполнитель является формообразующим элементом звукоизолирующей конструкции и выполнен из материала с открытыми порами или ячейками, который препятствует деформации (прогибанию) покрывных ограничивающих плоских стенок (рис. 4). Вакуумная звукоизолирующая конструкция содержит пористый наполнитель между боковыми стенками ограждения с образованием внутреннего пространства для его вакуумирования.

Пористый наполнитель заключен в герметичную оболочку из металлической фольги или из фольги, ламинированной полимерной пленкой. Герметичная оболочка снаружи покрыта звукопоглощающим материалом, герметиком или резиноподобным материалом.

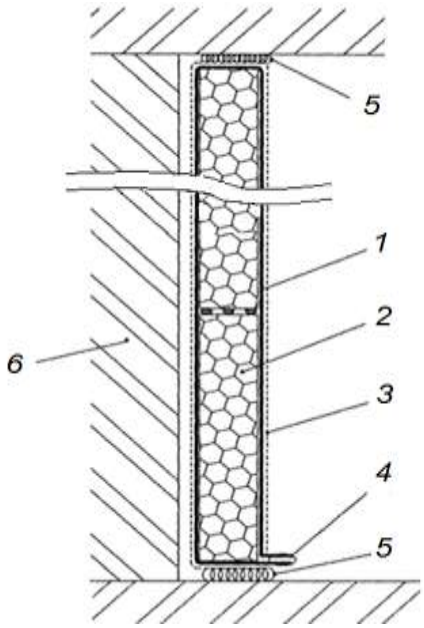



Рис. 4. Вакуумная звукоизолирующая конструкция:
1 – герметичная оболочка; 2 – пористый наполнитель; 3 – полимерная пленка;
4 – ниппель для вакуумирования; 5 – звукоизолирующие элементы;
6 – звукоизолируемая стена

Представляет интерес конструкция вакуумной звукоизолирующей панели (рис. 5), в которой используется вакуум для улучшения звукоизоляции [4] и исключен прогиб ограничивающих стенок при вакуумировании межстеночного пространства.

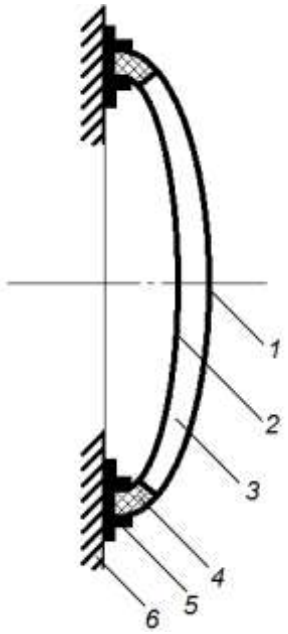



Рис. 5. Вакуумная звукоизолирующая панель:
1, 2 – ограничивающие стенки; 3 – вакуумированная полость;
4 – соединительный пояс; 5 – крепежные элементы; 6 – опора

Форма такой конструкции выбрана не случайно. Цилиндрическая поверхность покрывных слоев препятствует сжатию сторон и их изгибу при вакуумировании.

Согласно описанию патента, звукоизолирующий элемент содержит две стенки, выполненные в виде части сферы с выпуклостью наружу, с размещением между ними по периметру упругой прокладки с возможностью вакуумирования внутреннего пространства.

Очевидно, что отсутствие воздуха (при вакууме) в ограждающей конструкции делает звукоизоляцию (шумоизоляцию) наилучшей; при разряжении воздуха в ограждающей конструкции, звукоизоляция зависит от степени вакуумирования.

Однако при вакуумировании плоских панелей возникают высокие сжимающие усилия покрывных листов, что до настоящего времени было ограничивающим фактором выполнять вакуумированные панели с вакуумированный полостью и с глубоким вакуумом. На рисунке 6 показано воздействие внешних сил *P* на плоскую панель, внутри которой давление ниже атмосферного. Покрывные листы плоской панели *1* прогибаются (показано пунктиром) и превращаются в мембраны, которые не только препятствуют звукопередаче, но и могут служить усилителем звука.

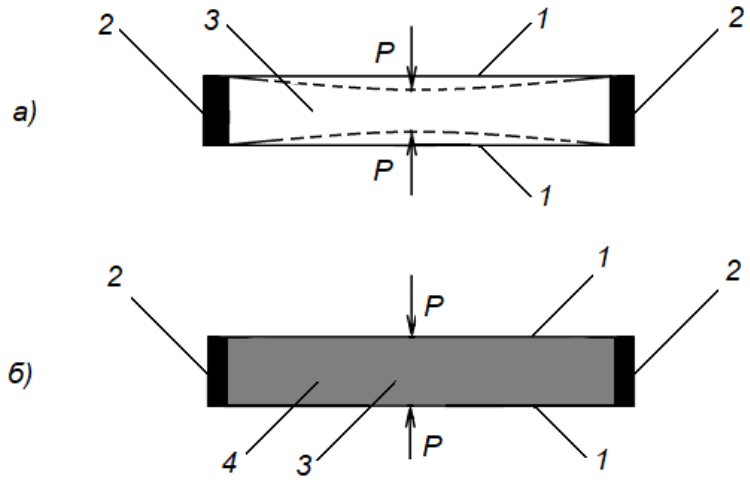



Рис. 6. Воздействие атмосферного давления:
а) вакуумная панель без формообразующего элемента; б) вакуумная панель с формообразующим элементом; *P* – действующие силы; 1 – покрывные листы панели; 2-каркас панели; 3 – зона вакуума; 4 – формообразующий элемент

В известных конструкциях вакуумные звукоизолирующие плоские панели выполняются с формообразующим, звукоизолирующим заполнителем вакуумируемого пространства из пористого материала. Это было показано в конструкции на рисунке 4. На рисунке 6 показано воздействие атмосферного давления на вакуумную звукоизолирующую панель без формообразующего элемента – наполнителя вакуумируемого пространства (а) и с наполнителем (б), который препятствует сжатию покрывных листов *1* атмосферным давлением *P*.

В указанном источнике [3] вакуумная звукоизолирующая конструкция (рис. 4) содержит формообразующий элемент в виде наполнителя внутреннего пространства для его вакуумирования. При этом происходят следующие физические явления: Воздушные звуковые колебания преобразуется в структурные колебания каркаса, который преобразую структурные колебания в воздушные звуковые колебания за ограждением.

Следовательно, необходимо исключить прогиб боковых поверхностей плоской звукоизолирующей панели, без заполнения внутренней полости опорным, формообразующим материалом.

**Результаты исследований.** Нами решена задача повышения эффективности вакуумных звукоизолирующих панелей путем использования ребер жесткости покрывных листов. Ребра жесткости - жестко, неразъемно соединены с покрывными листами, исключают их прогиб и их колебания. Эффект мембраны исключен. При этом отпадает необходимость применения формообразующего элемента, являющегося проводником звуковых колебаний. Пример такой конструкции вакуумной звукоизолирующей панели приведен на рисунке 7 [5, 6].

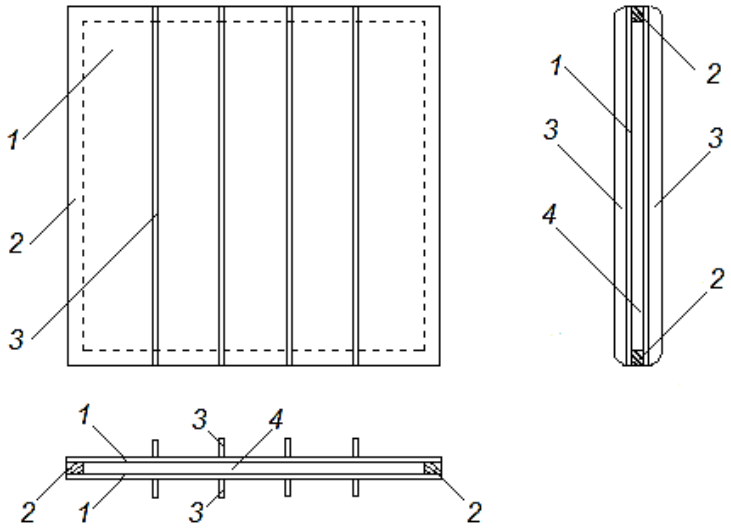



Рис. 7. Вакуумная звукоизолирующая панель с ребрами жесткости:
1 – покрывные листы; 2 – каркас; 3 – ребра жесткости;
4 – вакуумируемая полость

Разработано техническое решение с использованием ребер жесткости снаружи боковых поверхностей плоской вакуумной панели.

Ребра жесткости можно монтировать и на внутренних поверхностях покрывных листов, при этом изменяются потребительские качества панелей [6]. Ребра жесткости могут иметь различную форму, усиливая прочность конструкции и увеличивая звукоотражающие свойства звукоизолирующих ограждений

Таким образом, конструктивно решена задача по улучшению звукоизолирующих свойств вакуумных панелей. Далее целесообразно выполнить экспериментальные исследования для выявления количественных показателей разработанной конструкции.

## Список литературы

1. Патент №155 097 U1 Российская Федерация, МПК E04B 2/00 (2006.01). Ограждение дополнительной звукоизоляции: № 2014123094/03: заявл. 05.06.2014: опубл. 20.09.2015 Бюл. № 26 / Бобылев В.Н., Гребнев П.А., Монич Д.В., и др. ; заявитель: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Текст : непосредственный.

2. Патент № 2731550 Российская Федерация, МПК C03C 27/08 (2006.01), Закаленное вакуумное стекло: № 2019103081: заявл.12.09.2016: опубл.04.09.2020 Бюл. № 25/ ЧЖАО Янь, Ли Яньбин, Лян Сипин, Ли Сучжэнь; заявитель: Лоян Лендгласс Текнолоджи Ко, ЛТД. (CN). – Текст : непосредственный.

3. Патент № 2083775 Российская Федерация, МПК E04B 1/82 (2006.01), Звукоизолирующая панель с максимально возможной звукоизо-

лирующей способностью: №9494027718: заявл. 22.07.1994: опубл. 10.07.1997 / Абракитов В.Э.; заявитель: Абракитов В.Э. – Текст : непосредственный.

4. Патент №198761U1 Российская Федерация, МПК E04B 1/82 (2006.01), Вакуумная звукоизолирующая панель: № 2020109855: заявл. 05.03.2020: опубл. 28.07.2020, Бюл. №16/ Лемешко М.А., Баклакова В.В., Галдин Д.В.; заявитель Донской государственный технический университет. – Текст: непосредственный.

5. Патент №201291U1 Российская Федерация, МПК E04B 1/86 (2006.01), Вакуумная цилиндрическая звукоизолирующая панель: №2020128355: заявл. 24.08.2020: опубл. 08.12.2020, Бюл. 22 / Лемешко М.А., Занина И.А., Баклакова В.В., Бабенко Л.Г.; заявитель Донской государственный технический университет. – Текст : непосредственный.

6. Лемешко, М.А. Вакуумная звукоизолирующая панель / М.А Лемешко, М.Д. Галдин. – Текст : непосредственный // V Национальная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых Научная весна-2020. Сборник научных трудов : науч. изд. – Шахты : Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2020. – С. 117–123.

В начало к содержанию

УДК 621.375

**Е.Н. Макаренко[1], М.А. Сергеенко[1], Д.В. Клейменкин[2]**

[1]Бакалавр

[2]Аспирант

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

## ТРАНСКОНДУКТИВНЫЙ АРСЕНИД-ГАЛЛИЕВЫЙ ОПЕРАЦИОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ С РАСШИРЕННЫМ ДИАПАЗОНОМ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

## ARSENIDE-GALLIUM TRANSDUCTION OPERATIONAL AMPLIFIER WITH EXTENDED OUTPUT VOLTAGE RANGE

***Аннотация.*** *Исследован арсенид-галлиевый транскондуктивный операционный усилитель (ОТА), реализуемый на p-n-p биполярных и nJFET полевых транзисторах в рамках совмещенного GaAs технологического процесса. Выполнено математическое обоснование его работы для получения малых уровней систематической составляющей напряжения смещения нуля (Uсм) при специальном построении входного дифференциального каскада и симметрировании статических режимов его входных полевых*

*транзисторов по напряжению затвор-сток. По сравнению с традиционными ОТА предлагаемая схема позволяет уменьшить $U_{см}$ и существенно увеличить максимально возможные амплитуды выходного напряжения. Преимущества предлагаемого схемотехнического решения подтверждаются компьютерным моделированием ОТА в среде LTSpice. Разработанный ОТА демонстрирует значительное улучшение ключевых параметров и перспективен для применения в высокотемпературной и высокочастотной микроэлектронике на основе арсенида галлия.*

***Ключевые слова:*** *арсенид галлия (GaAs), транскондуктивный операционный усилитель (ОТА), p-n-p биполярный транзистор, nJFET полевой транзистор, напряжение смещения нуля ($U_{см}$), источник опорного тока, дифференциальный каскад.*

***Summary.*** *A gallium arsenide transconductive operational amplifier (OTA) operated on p-n-p bipolar and nJFET field-effect transistors in the framework of a combined GaAs technological process has been studied. A mathematical justification of its operation has been performed to obtain small levels of the systematic component of the zero offset voltage (Ucm) with a special construction of the input differential cascade and simulating the static modes of its input field-effect transistors by gate-drain voltage. Compared with traditional OTA, the proposed scheme makes it possible to reduce Ucm and significantly increase the maximum possible output voltage amplitudes. The advantages of the proposed circuit design solution are confirmed by computer simulation of OTA in the LTspice environment. The developed OTA demonstrates a significant improvement in key parameters and is promising for use in high-temperature and high-frequency microelectronics based on gallium arsenide.*

***Keywords:*** *gallium arsenide (GaAs), transconductance operational amplifier (OTA), p-n-p bipolar transistor, nJFET field-effect transistor, zero bias voltage (Vos), reference current source, differential stage.*

В российской и зарубежной микроэлектронике уделяется повышенное внимание арсенид-галлиевым микросхемам [1]. Однако, особенности арсенид-галлиевых технологических процессов накладывают существенные ограничения на типы реализуемых транзисторов и их характеристики [1-3]. Перспективный арсенид-галлиевый техпроцесс, осваиваемый Минским НИИ радиоматериалов (https://mniirm.by/) в интересах Союзного государства, обеспечивает создание только p-n-p BJT и nJFet транзисторов [1]. Отсутствие n-p-n транзисторов создает проблемы построения высокотемпературных GaAs ОУ, востребованных в ряде важных отраслей науки и техники - космическом приборостроении, нефтегазовой, автомобильной и авиационной промышленности.

В аналоговой микроэлектронике получили широкое распространение так называемые транскондуктивные операционные усилители (ОТА) [4-9], которые выпускались, например, на комплементарных биполярных транзисторах в виде серийных микросхем LM13700 (Texas Instruments), LM13600 (Texas Instruments), CA3080 (AS “ALFA PRAR”, Riga, Latvia) и др. Существенное отличие предлагаемого ОТА от известных схемотехнических решений состоит в том, что он реализуется на арсенид-галлиевых nJFET и арсенид-галлиевых p-n-p биполярных транзисторах, т.е. в другом элементном базисе и при других ограничениях на типы применяемых транзисторов.

На основе ОТА усилителей в приборостроении реализуются различные подклассы устройств частотной селекции и преобразователи аналоговых сигналов, что хорошо представлено в технических описаниях серийных микросхем LM13700, LM13600, CA3080 и др. На рисунке 1 показана схема известного транскондуктивного операционного усилителя.

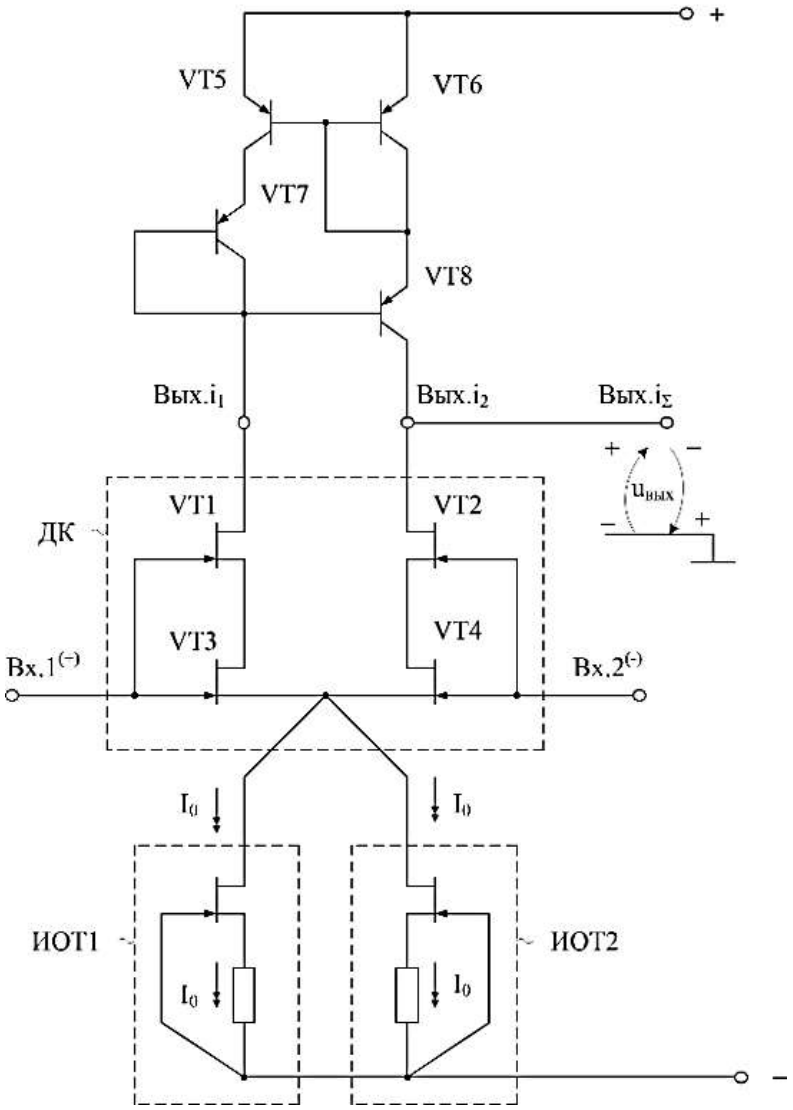



Рис. 1. Схема классического транскондуктивного операционного усилителя

Существенный недостаток ОТА на рисунке 1 состоит в том, что в этой схеме максимальные амплитуды положительных и отрицательных выходных напряжений не превышают половины напряжения на положительной шине источника питания.

На рисунке 2 представлена схема предлагаемого ОТА, который реализуется в рамках совмещенного GaAs технологического процесса, позволяющего создавать только p-n-p биполярные и nJFet полевые транзисторы.

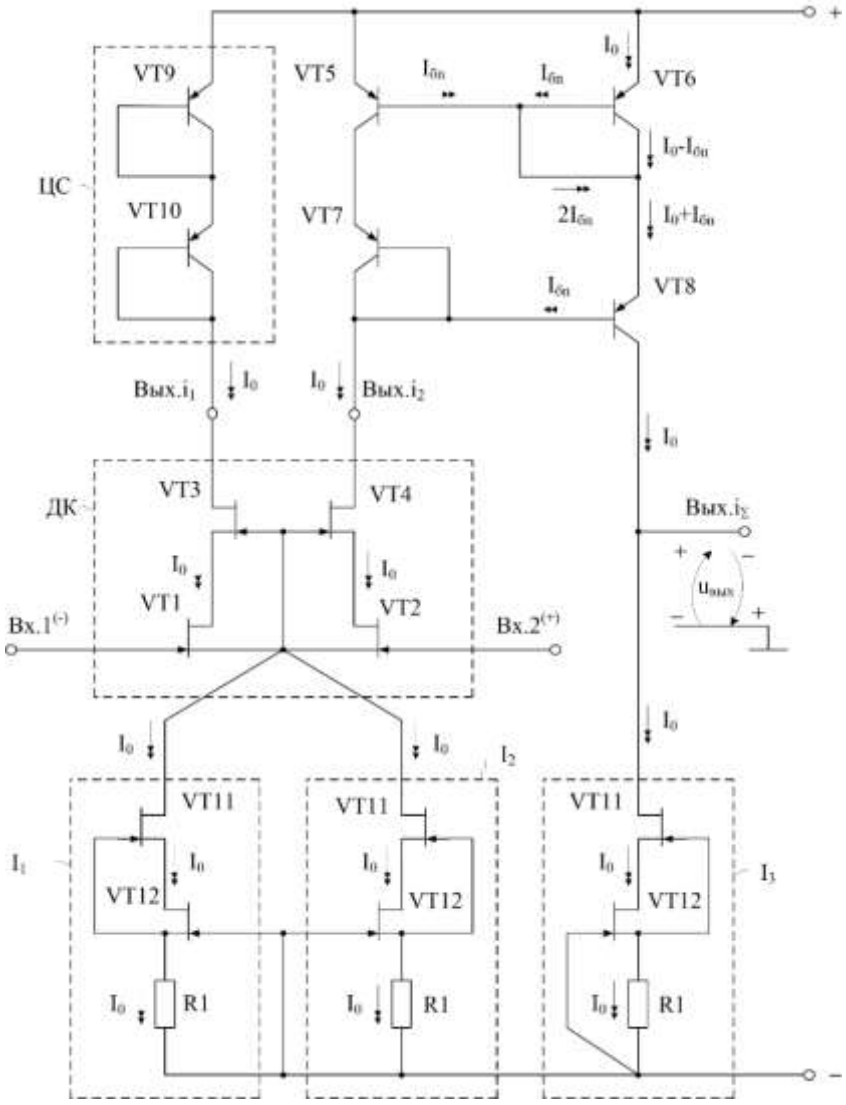



Рис. 2. Схема предлагаемого транскондуктивного ОУ

В частном случае в схеме ОТА на рисунке 2 цепь согласования потенциалов ЦС реализуется на p-n-p вспомогательных арсенид-галлиевых биполярных транзисторах VT9 и VT10.

Одним из важных параметров предлагаемого ОТА на рисунке 2 является систематическая составляющая напряжения смещения нуля ($U_{см}$), которая определяется токовой ошибкой ($\Delta I_{вых.\Sigma}$) в основном токовом выходе устройства Вых.Σ и крутизной преобразования ($S_{ДК}$) входного дифференциального напряжения $u_{вх}$ (между первым и вторым входами) в выходной ток:

$$U_{см} = \frac{\Delta I_{вых.\Sigma}}{S_{ДК}}, \quad (1)$$

где $\Delta I_{вых.\Sigma} = I_{к.8} - I_{с.11}$, $I_{к.8}$ – статический ток коллектора p-n-p биполярного транзистора VT8, $I_{с.11}$ – статический ток стока выходного полевого транзистора с управляющим p-n переходом VT11 в структуре источника опорного тока ИОТ3.

Таким образом, для получения малых $U_{см}$ необходимо, чтобы при нулевом $u_{вх}$ статический ток коллектора p-n-p биполярного транзистора VT8 был равен току стока выходного полевого транзистора с управляющим p-n переходом VT11. В предлагаемой схеме ОТА данное свойство реализуется за счет специального построения входного дифференциального каскада ДК, а также источников опорного тока I1, I2, I3. Действительно, за счет применения каскадных составных транзисторов в дифференциальном каскаде ДК, в источниках опорного тока I1, I2, I3, симметрирования статических режимов по напряжению затвор-сток выходных полевых транзисторов VT3, VT4 с управляющим p-n переходом входного дифференциального каскада ДК, а также уникальных токовых соотношений в схеме активной нагрузки ОТА на первом 10, втором 11, третьем 12 и четвертом 13 p-n-p биполярных транзисторах VT5÷VT8, представленных на рисунке 2, в предлагаемой схеме ОТА на рисунке 2 обеспечивается близкое к нулю $U_{см}$. Следует заметить, что при использовании других модификаций активной нагрузки, которых существует более 50 других вариантов построения, вышеназванный эффект не проявляется.

Максимально возможное выходное напряжение положительной полярности ОТА $U_m^{(+)}$ на рисунке 2 отличается от напряжения на положительной шине источника питания $V_{cc}$ на величину $2U_{эб}$, где $U_{эб}$ – напряжение эмиттер-база арсенид-галлиевых p-n-p биполярных транзисторов VT5÷VT8. Максимально возможное отрицательное напряжение $U_m^{(-)}$ на выходе ОТА (рис. 2) определяется источником опорного тока I3 и близко к напряжению на отрицательной шине питания $V_{ее}$.

То есть в предлагаемой схеме:

$$U_m^{(+)} + U_m^{(-)} \approx V_{cc} - 2U_{эб} + V_{ее}. \quad (2)$$

При $U_m^{(+)} = U_m^{(-)} = U_m$, а также $V_{cc} = V_{ее} = V_p$, из формулы (2) можно получить, что в рассматриваемом ОТА:

$$U_m \approx V_p - U_{эб}. \quad (3)$$

В ОТА, показанном на рисунке 1 существуют следующие ограничения на максимальные амплитуды выходных напряжения:

$$U_m^{(+)} + U_m^{(-)} + 2U_{эб} = V_{cc}. \quad (4)$$

Если принять, что $U_m^{(+)} = U_m^{(-)} = U_m$, то из формулы (4) можно найти, что:

$$U_m = \frac{V_{cc} - 2U_{эб}}{2} \leq \frac{V_{cc}}{2}. \quad (5)$$

Следовательно, в предлагаемой схеме ОТА (рис. 2) созданы условия, при которых максимально возможная амплитуда выходных напряжений имеет более высокие значения, чем в ОТА на рисунке 1.

На рисунке 3 приведен статический режим транзисторов ОУ (рис. 2) при R1 = R2 = R3 = 5 кОм, напряжениях питания Еп = ±10 В.

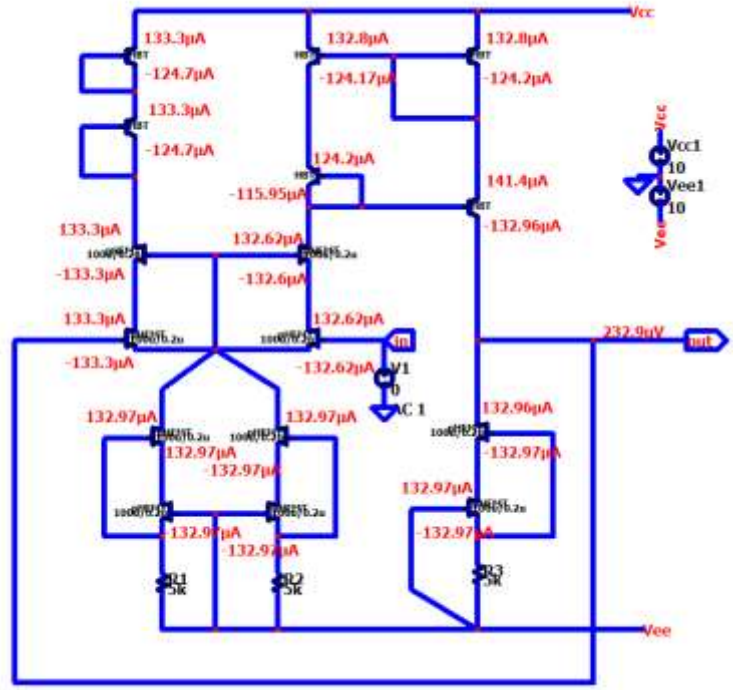



Рис. 3. Статический режим транзисторов ОТА на рисунке 2
при R1 = R2 = R3 = 5 кОм, напряжениях питания Еп = ±10 В

На рисунке 4 показана логарифмическая амплитудно-частотная характеристика коэффициента усиления по напряжению ОТА на рисунке 3 при R1 = R2 = R3 = 5 кОм, емкости коррекции Ck = 3пФ, Еп = ±10 В.

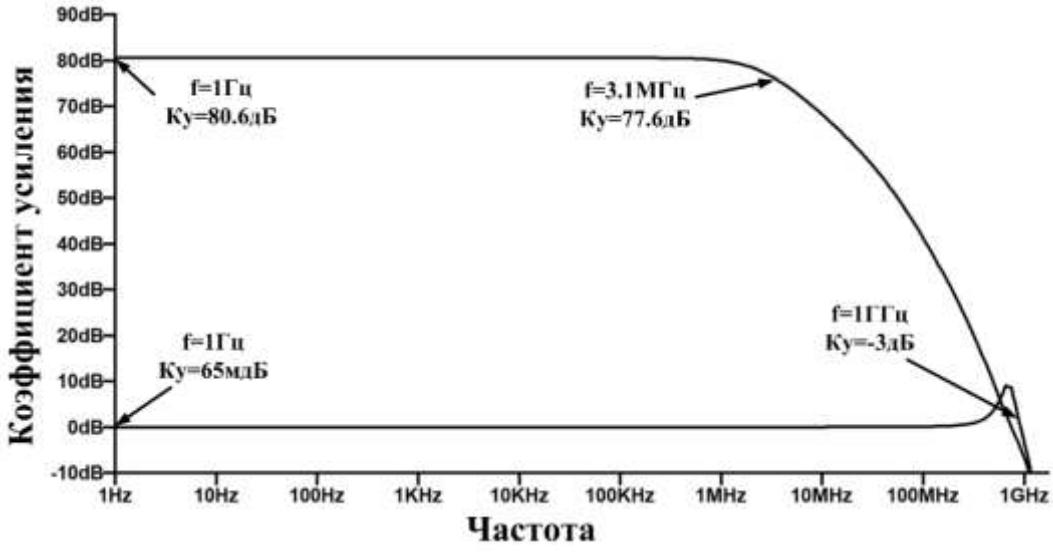



Рис. 4. Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика
коэффициерта усиления по напряжению ОТА на рисунке 3
при R1 = R2 = R3 = 5кОм, емкости коррекции Ck = 3пФ, Еп = ±10 В

Таким образом, предлагаемый арсенид-галлиевый транскондуктивный операционный усилитель обладает существенными преимуществами в сравнении с известным схемотехническим решением на рисунке 1. При этом в данной схеме существенно уменьшается систематическая составляющая напряжения смещения нуля ($U_{см}$), минимизируется влияние коэффициентов усиления по току базы GaAs биполярных транзисторов на $U_{см}$. Кроме этого, увеличиваются максимально возможные амплитуды выходного напряжения.

**Заключение.** Разработан арсенид-галлиевый транскондуктивный операционный усилитель (OTA), реализуемый в рамках совмещенного GaAs технологического процесса при использовании только p-n-p биполярных (BJT) и nJFET полевых транзисторов. За счет предлагаемого схемотехнического решения удалось добиться существенного снижения напряжения смещения нуля ($U_{см}$) и расширить диапазон изменения выходного напряжения. Представленные результаты компьютерного моделирования показывают, что исследованный OTA демонстрирует значительное улучшение ключевых параметров (по сравнению с аналогами) и перспективен для высокотемпературной и высокочастотной микроэлектроники на основе арсенида галлия. Предлагаемое решение актуально для космического приборостроения, нефтегазовой, автомобильной и авиационной промышленности.

**Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-79-10069, https://rscf.ru/project/23-79-10069/.**

## Список литературы

1. Дворников, О.В. Арсенид галлиевый аналоговый базовый кристалл / О. В. Дворников [и др.]. – Текст : непосредственный // Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем (МЭС). – 2021. – Вып. 2. – С. 47–54. – DOI: 10.31114/2078-7707-2021-2-47-54.

2. Liu W. High-performance microwave AlGaAs-InGaAs Pnp HBT with high-DC current gain / W. Liu [et al.] // IEEE Microwave and Guided Wave Letters. – 1992. – Vol. 2, № 8. – P. 331–333. – DOI: 10.1109/75.153604.

3. Kobayashi, K.W. Integrated complementary HBT microwave push pull and Darlington amplifiers with PNP active loads / K.W. Kobayashi [et al.] // GaAs IC Symposium Technical Digest. – 1992. – P. 313–316. – DOI: 10.1109/GAAS.1992.247281.

4. Ibaragi E.A Low Power Dissipation Technique for a Low Voltage OTA / E.A. Ibaragi [et al.] // IEICE TRANSACTIONS on Fundamentals. – 1998. – Vol. E81 A, № 2. – P. 237–243.

5. Bouzerara L. Low voltage CMOS wideband operational transconductance amplifier with regulated cascode circuit / L. Bouzerara [et al.] // 9th International Conference on Electronics, Circuits and Systems. – Dubrovnik, Croatia, 2002. – P. 49–52. Vol. 1. – DOI: 10.1109/ICECS.2002.1045330.

6. Sala R.D. A 0.3V Rail to Rail Three Stage OTA With High DC Gain and Improved Robustness to PVT Variations / R.D. Sala [et al.] // IEEE Access. – 2023. – Vol. 11. – P. 19635–19644. – DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3248303.

7. Khateb F. 0.5 V Nano Power Voltage Mode First Order Universal Filter Based on Multiple Input OTA / F. Khateb [et al.] // IEEE Access. – 2023. – Vol. 11. – P. 49806–49818. – DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3277252.

8. Veeravalli A. Transconductance amplifier structures with very small transconductances: a comparative design approach / A. Veeravalli [et al.] // IEEE Journal of Solid State Circuits. – 2002. – Vol. 37, № 6. – P. 770–775. – DOI: 10.1109/JSSC.2002.1004582.

9. Mohieldin A.N. Non linear effects in pseudo differential OTAs with CMFB / A.N. Mohieldin [et al.] // IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Analog and Digital Signal Processing. – 2003. – Vol. 50, № 10. – P. 762–770. – DOI: 10.1109/TCSII.2003.818395.

10. Chumakov V.E. Architectures and Circuitry of GaAs Operational Amplifiers for Instrumentation and Integrated Microelectronic Systems / V.E. Chumakov [et al.] // 2023 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF). – St. Petersburg, Russian Federation, 2023. – P. 1–8. – DOI: 10.1109/WECONF57201.2023.10147994.

В начало к содержанию

УДК 621.397.4

**С.В. Маков[1], В.В. Кокенко[2], А.Р. Бережной[3]**
[1]Канд. тех. наук, доцент
[2]Студент
[3]Аспирант
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

## ОБЗОР ИНТЕРФЕЙСОВ ПЕРЕДАЧИ ВИДЕО

## OVERVIEW OF VIDEO TRANSMISSION INTERFACES

***Аннотация.*** *В статье рассматривается система передачи видеоинформации с мобильной платформы на базе одноплатного компьютера Raspberry Pi Zero W. Актуальность темы объясняется тем, что технологии видеонаблюдения и развития мобильной робототехники все чаще используется для решения задач безопасности и автоматизации. Будут упомянуты основные типы камер, применимых для необходимой платформы, а также рассмотрены способы организации передачи видеопотока по Wi-Fi с учетом аппаратных ограничений одноплатного компьютера.*

***Ключевые слова:*** *Raspberry Pi Zero W, видеоинформация, дистанционная передача видеоинформации, колесная платформа, одноплатный компьютер, Wi-Fi, робототехника.*

***Summary.*** *This article examines a system for transmitting video information from a mobile platform using a Raspberry Pi Zero W single-board computer. The topic is relevant because video surveillance and mobile robotics technologies are increasingly being used to address security and automation challenges. The article will discuss the main types of cameras applicable to this platform, as well as methods for streaming video over Wi-Fi, taking into account the hardware limitations of the single-board computer.*

***Keywords:*** *Raspberry Pi Zero W, video information, remote video transmission, wheeled platform, single-board computer, Wi-Fi, robotics.*

Система передачи видеоданных с мобильной платформы на базе Raspberry Pi Zero W представляет собой компактное решение для задач дистанционного мониторинга и робототехнических комплексов. Интерес к подобным системам обусловлен активным развитием мобильной робототехники, а также ростом спроса на автономные устройства видеонаблюдения, применяемые в сфере безопасности, промышленной автоматизации и исследовательских проектах. Ограниченные вычислительные ресурсы одноплатного компьютера требуют рационального выбора аппаратных компонентов и сетевых технологий, обеспечивающих устойчивую передачу видеосигнала по беспроводному каналу связи.

Передача видеопотока по Wi-Fi зависит от используемого сетевого протокола, который определяет способ доставки данных от источника к клиентскому устройству. От выбранного механизма трансляции напрямую зависят задержка сигнала, устойчивость к потерям пакетов, нагрузка на процессор и возможность подключения нескольких пользователей одновременно. Для мобильной платформы особенно важны минимальная задержка и стабильность соединения, поскольку видеосигнал может использоваться не только для наблюдения, но и для дистанционного управления.

В качестве источника изображения для Raspberry Pi Zero W могут применяться два типа камер – модули с интерфейсом CSI и USB-устройства. Камера, подключаемая через интерфейс CSI, обеспечивает более эффективную работу за счет прямого взаимодействия с графической подсистемой и поддержки аппаратного кодирования. Это позволяет получать видеопоток с высоким разрешением при сравнительно невысокой нагрузке на центральный процессор. Однако использование такого решения требует совместимого модуля и специализированного шлейфа. Альтернативным вариантом является USB-камера, подключаемая через переходник OTG. Данный способ отличается универсальностью и доступностью, но при высоких параметрах съемки возрастает загрузка процессора, что может ограничивать частоту кадров и стабильность передачи.

Для организации потоковой трансляции применяются различные протоколы. Одним из распространенных решений является RTSP в сочетании с RTP. В этой конфигурации RTSP отвечает за управление сеансом

связи – установление соединения, запуск и остановку воспроизведения, – тогда как передача медиаданных осуществляется по RTP. Подобная схема широко используется в IP-камерах благодаря небольшой задержке и гибкости настройки. Недостатком является отсутствие встроенной поддержки в большинстве веб-браузеров, что требует применения промежуточного сервера или специализированного клиентского программного обеспечения [1, 2].

Другим вариантом является WebRTC, предназначенный для организации защищенного обмена аудио- и видеоданными в режиме реального времени. Его ключевым преимуществом является минимальная задержка и нативная поддержка в современных браузерах, что упрощает интеграцию в веб-интерфейсы управления мобильной платформой [3]. Технология поддерживает прямое соединение между узлами, однако требует отдельной реализации механизма сигнализации и может создавать дополнительную нагрузку на устройство при подключении нескольких клиентов [4].

Для передачи видео через стандартную веб-инфраструктуру может использоваться MPEG-DASH – адаптивная технология потоковой трансляции по HTTP [5]. Она обеспечивает автоматическую подстройку битрейта в зависимости от пропускной способности сети и поддерживает современные видеокодеки, включая H.264 и H.265. Несмотря на универсальность и масштабируемость, данное решение характеризуется большей задержкой по сравнению с протоколами реального времени и требует более сложной серверной части [6].

С учетом аппаратных ограничений Raspberry Pi Zero W выбор технологии передачи должен основываться на балансе между качеством изображения, задержкой и нагрузкой на систему. Для задач дистанционного управления мобильной платформой предпочтение целесообразно отдавать протоколам с минимальной задержкой, тогда как для мониторинга с возможностью подключения нескольких пользователей могут применяться HTTP-ориентированные решения. Таким образом, эффективная организация передачи видеоданных определяется комплексным учетом аппаратных возможностей (табл. 1) устройства и используемого протокола передачи данных (табл. 2).

Таблица 1

**Сравнение интерфейсов передачи видео по основным критериям**

| Интерфейс | Используемые базовые протоколы | Задержка потока |
|---|---|---|
| USB | USB протокол (UVC для камер) | ~0,125-1 мс |
| Ethernet | TCP/UDP/IP | ~0,1-1 мс |
| SATA | AHCI/SATA протокол | ~10-100 мкс |
| RS-485 | Modbus RTU, Profibus | ~1-10 мс |
| HDMI | TMDS | <1 мс |
| CSI (MIPI CSI-2) | MIPI CSI-2 протокол | ~0,1 мс |

Таблица 2

**Сравнение протоколов передачи видео по основным характеристикам [7]:**

| Протоколов | Тип среды передачи данных | Задержка потока |
|---|---|---|
| WebRTC | UDP (DLTS/SRTP) | Очень низкая от 200 до 500 мс |
| RTSP/RTP | UDP(для скорости)/TCP(для надежности) | Очень низкая менее 500 мс |
| HLS (HTTP Live Streaming) | TCP/HTTP | Высокая ~10–25 с, иногда может достигать 30–40 с |
| MPEG-DASH | HTTP (основано на базе TCP) | 4–5 с и более (в зависимости от длины сегмента) |
| RTMP | TCP | Низкая ~ 3–5 с |

Дополнительным важным фактором при организации видеопередачи является выбор используемого видеокодека. Кодирование видеопотока позволяет существенно уменьшить объем передаваемых данных, что особенно важно при использовании беспроводных каналов связи с ограниченной пропускной способностью. В системах на базе Raspberry Pi Zero W наиболее распространенным является видеокодек H.264 (MPEG-4 AVC), который обеспечивает оптимальное соотношение между качеством изображения и требуемым битрейтом. Данный кодек поддерживается аппаратным ускорителем видеокодирования, встроенным в графический процессор VideoCore IV, используемый в архитектуре одноплатного компьютера Raspberry Pi. Благодаря аппаратному кодированию нагрузка на центральный процессор значительно снижается, что позволяет обеспечить стабильную передачу видеопотока даже при длительной работе системы.

Аппаратное кодирование имеет существенное значение для устройств с ограниченными вычислительными ресурсами. В случае программного кодирования обработка каждого кадра выполняется центральным процессором, что может приводить к увеличению задержки и снижению частоты кадров. Использование аппаратного кодировщика позволяет выполнять компрессию видеоданных параллельно с основной работой системы, тем самым повышая общую эффективность функционирования мобильной платформы. Кроме того, аппаратное кодирование обеспечивает более стабильный битрейт и предсказуемую нагрузку на систему, что положительно влияет на устойчивость передачи данных по беспроводной сети.

При организации передачи видеоданных по Wi-Fi важную роль играет характеристика используемого беспроводного канала. Raspberry Pi Zero W оснащен встроенным модулем беспроводной связи стандарта IEEE

802.11 b/g/n, работающим в диапазоне 2,4 ГГц. Максимальная теоретическая скорость передачи данных в данном стандарте может достигать 150 Мбит/с, однако в реальных условиях пропускная способность значительно ниже из-за влияния различных факторов, таких как уровень помех, расстояние до точки доступа, загруженность радиоканала и особенности окружающей среды. В условиях городской застройки или помещений с большим количеством беспроводных устройств возможно возникновение интерференции, что может приводить к потерям пакетов и увеличению задержек передачи [6].

Для повышения устойчивости видеопотока в подобных условиях применяются механизмы адаптации битрейта. Данные механизмы позволяют динамически изменять параметры кодирования видео в зависимости от текущего состояния сети. При снижении пропускной способности канала уменьшается разрешение или частота кадров видеопотока, что позволяет сохранить непрерывность передачи данных. В противном случае возможны задержки, накопление буферов или прерывание соединения. Адаптивное управление битрейтом широко используется в современных потоковых протоколах и является важным элементом систем дистанционного видеонаблюдения.

Также существенную роль играет выбор транспортного протокола передачи данных. Использование протокола UDP позволяет минимизировать задержки передачи, поскольку данный протокол не требует подтверждения получения каждого пакета. Однако при этом возможны потери отдельных пакетов, что может приводить к кратковременному ухудшению качества изображения. В случае видеопотоков реального времени подобные потери считаются допустимыми, поскольку своевременность доставки данных имеет большее значение, чем их абсолютная точность. Протокол TCP, напротив, обеспечивает гарантированную доставку пакетов, однако повторная передача потерянных данных может приводить к увеличению задержек, что делает его менее предпочтительным для задач дистанционного управления.

Отдельное внимание следует уделить вопросам сетевой безопасности и защищенности канала передачи данных. При использовании беспроводных сетей существует риск несанкционированного доступа к видеопотоку или перехвата передаваемой информации. Для предотвращения подобных угроз применяются современные методы шифрования, такие как WPA2-PSK или WPA3, используемые на уровне беспроводной сети. Дополнительно протоколы передачи видео могут использовать механизмы криптографической защиты, например, SRTP (Secure Real-time Transport Protocol), применяемый в технологии WebRTC. Использование защищенных протоколов позволяет обеспечить конфиденциальность передаваемых данных и предотвратить вмешательство в работу системы.

При проектировании системы передачи видеоданных также необходимо учитывать энергопотребление мобильной платформы. Поскольку Raspberry Pi Zero W часто используется в автономных робототехнических устройствах, питающихся от аккумуляторов, эффективность энергопотребления становится одним из ключевых факторов. Постоянная передача видеопотока и работа беспроводного модуля могут существенно увеличивать расход энергии. Для оптимизации энергопотребления могут применяться различные методы, включая снижение разрешения видеопотока, уменьшение частоты кадров, а также использование режимов энергосбережения беспроводного адаптера.

Практическая реализация системы потоковой передачи видео на базе Raspberry Pi может быть выполнена с использованием различных программных средств. Наиболее распространенными инструментами являются программные библиотеки и мультимедийные фреймворки, такие как FFmpeg, GStreamer и VLC, позволяющие организовать захват, кодирование и передачу видеоданных по сети. Эти средства поддерживают широкий набор сетевых протоколов и видеокодеков, что обеспечивает гибкость настройки системы и возможность адаптации под различные условия эксплуатации. Кроме того, они позволяют реализовать дополнительные функции обработки видеопотока, включая изменение разрешения, наложение графических элементов и запись видеоархива.

С точки зрения архитектуры системы передача видеопотока может осуществляться как напрямую между устройством и клиентом, так и через промежуточный сервер. Прямое соединение позволяет минимизировать задержку и уменьшить количество сетевых узлов в цепочке передачи данных. Однако при необходимости подключения нескольких пользователей или интеграции с веб-интерфейсом управления более удобным может быть использование серверной инфраструктуры. В этом случае сервер выполняет функции распределения потоков, управления подключениями и обработки медиаданных [7].

В результате анализа аппаратных интерфейсов подключения камер к одноплатному компьютеру Raspberry Pi Zero W был выбран интерфейс MIPI CSI-2. Данный интерфейс обеспечивает прямую передачу видеоданных от сенсора камеры к процессору устройства, что позволяет минимизировать задержку обработки и снизить нагрузку на центральный процессор. Передача данных осуществляется по высокоскоростной специализированной шине, предназначенной для работы с изображениями, что обеспечивает высокую пропускную способность и стабильность видеопотока.

**Список литературы**

1. CESBO Прием через RTSP. – Текст : электронный // ASTRA CESBO. – URL: https://astra.cesbo.com/ru/receiving/rtsp/ (дата обращения: 28.01.2026).

2. Videosdk Video Streaming Protocols Explained: Find the Perfect Fit for Your Needs. – Текст : электронный // VIDEOSDK. – URL: https://www.videosdk.live/developer-hub/developer-hub/hls/video-streaming-protocols-guide (дата обращения: 01.03.2026).

3. WebRTC Общение в режиме реального времени для Интернета. – Текст : электронный // WEBRTC. – URL: https://webrtc.org/?hl=ru (дата обращения: 01.03.2026).

4. Inorain Video Streaming Protocols. – Текст : электронный // INORAIN. – URL: https://inorain.com/glossary/video-streaming-protocols (дата обращения: 01.03.2026).

5. Flussonic MJPEG (Motion JPEG – транслитерация). – Текст : электронный // FLUSSONIC. – URL: https://flussonic.ru/glossary/mjpeg (дата обращения: 02.03.2026).

6. CardinalPeak Understanding Streaming Protocols: How to Choose the Right One for Your Needs. – Текст : электронный // CARDINALPEAL. – URL: https://www.cardinalpeak.com/blog/understanding-and-choosing-the-right-streaming-protocol (дата обращения: 02.03.2026).

7. Flashphoner Задержка в онлайн-трансляциях с веб-камеры. – Текст : электронный // FLASHPHONER. – URL: https://flashphoner.com/zaderzhka-v-onlajjn-translyaciyakh-s-veb-ka/?lang=ru (дата обращения: 02.03.2026).

В начало к содержанию

УДК 004.421

**Р.В. Малай[1], Д.В. Кузнецов[2]**
[1]Студент
[2]Ассистент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

## ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ

## ENGINEERING DESIGN OF ALGORITHMS

***Аннотация.*** *В статье представлен системный подход к проектированию алгоритмов в разработке программного обеспечения на основе цепочки «Задача – Метод – Алгоритм – Реализация». Обосновывается важность структурированного процесса: без четкого планирования хаотичная разработка ведет к неэффективным и трудносопровождаемым решениям, особенно в условиях неопределенности. Авторы раскрывают суть четырех последовательных этапов: от формализации задачи с определением целей и ограничений – к выбору стратегического метода решения, дальнейшей трансформации метода в детальный алгоритм с оценкой сложности и корректности, и, наконец, к воплощению алгоритма в коде с учетом технических требований и особенностей среды реализации. Особое внимание уделяется этапу формализации задачи через построение информационной (в т.ч. математической) модели, а также выбору*

*инструментов описания проектных решений – от словесных описаний и псевдокода до блок-схем, нотации ДРАКОН и графовых моделей для параллельных систем.*

***Ключевые слова:*** *структура алгоритма, проектирование алгоритма, формализация, информационная модель, блок-схема алгоритма, нотация ДРАКОН, графовая модель.*

***Summary.*** *The article presents a systematic approach to the design of algorithms in software development based on the chain "Problem – Method – Algorithm – Implementation". The importance of a structured process is substantiated: without clear planning, chaotic development leads to inefficient and difficult-to-follow decisions, especially in conditions of uncertainty. The authors reveal the essence of four consecutive stages: from the formalization of the task with the definition of goals and constraints to the choice of a strategic solution method, the further transformation of the method into a detailed algorithm with an assessment of complexity and correctness, and, finally, to the implementation of the algorithm in the code, taking into account the technical requirements and features of the implementation environment. Particular attention is paid to the stage of formalization of the problem through the construction of an information (including mathematical) model, as well as the choice of tools for describing design solutions – from verbal descriptions and pseudocode to flowcharts, DRAKON notation and graph models for parallel systems.*

***Keywords:*** *algorithm structure, algorithm design, formalization, information model, algorithm flowchart, DRAKON notation, graph model.*

Род Стивенс определяет алгоритм [1] как набор команд, необходимых для решения той или иной задачи. Он определяет шаги, согласно которым она будет выполняться. Почему недостаточно просто «придумать» алгоритм? Дело в том, что без последующей системной работы идея рискует остаться лишь концепцией или, что хуже, воплотиться в неудовлетворительной форме. Ведь хаотичная разработка может приводить к неэффективным, непонятным и непереносимым решениям из-за отсутствия четкого планирования, недостаточной гибкости и ошибок в процессе. Это особенно характерно для проектов в условиях неопределенности, например, при разработке программного обеспечения (ПО).

Такой подход позволяет превратить разрозненные технические идеи в надежные, воспроизводимые и жизнеспособные решения. Предлагаемая в [2] цепочка «Задача – Метод – Алгоритм – Реализация» служит каркасом для этой системной работы, накладывая дисциплину на каждый этап. Целью данной статьи является краткий обзор такого подхода к проектированию алгоритмов.

Задача – это отправная точка. Четкая, всесторонняя формализация проблемы, включая ограничения, критерии успеха и границы применимости, не позволяет цели смещаться в процессе разработки.

Метод – это стратегический уровень. Здесь выбирается фундаментальный принцип или математический аппарат для решения задачи (например, численный метод, метод оптимизации, парадигма машинного обучения). Выбор метода определяет теоретическую эффективность будущего решения.

Алгоритм – это тактическая конкретика. На этом этапе абстрактный метод превращается в четкую, пошаговую процедуру: структуры данных, конкретные операции, потоки управления. Здесь оценивается сложность, корректность и практическая реализуемость.

Реализация – это материализация. Алгоритм воплощается в конкретном коде с учетом особенностей языка, архитектуры системы, требований к производительности и сопровождаемости. Это этап, где теория встречается с реальностью вычислительной среды.

Следование этой цепочке последовательно минимизирует неопределенность. Каждый этап отвечает на строго определенный круг вопросов и предоставляет артефакты (техническое задание, обоснование метода, псевдокод, рабочий код) для проверки и передачи знания. Таким образом, инженерное проектирование алгоритмов становится не искусством одиночек, а управляемым процессом, ведущим к созданию качественного, понятного и адаптируемого программного обеспечения.

**Переход от проблемы к реальной постановке задачи.** Переход от неформальной проблемы к ее формальной постановке является первым и ключевым этапом в решении задач в программировании. Этот процесс представляет собой последовательное преобразование содержательного понимания задачи в строгую, однозначную модель, пригодную для дальнейшей алгоритмизации и реализации на компьютере.

Исходным пунктом является содержательный анализ и постановка задачи. На этом этапе необходимо глубоко осознать суть проблемы, явления или объекта изучения. Должно быть четко определено, что дано – какие исходные данные известны и допустимы, – и что требуется найти в результате. Важно выделить существенные свойства рассматриваемого объекта и указать связи между исходными данными и искомыми результатами. Фактически, это разработка технического задания на содержательном уровне.

Следующим шагом является формализация задачи, то есть построение ее информационной модели. Поскольку изучение сложных реальных объектов часто затруднительно, используется метод моделирования, который заключается в создании упрощенного заменителя – модели, отражающей существенные с точки зрения цели моделирования признаки. Модель может быть натурной (материальной) или информационной. Именно информационная модель, существующая отдельно от объекта-оригинала, становится основой для формализации.

Информационные модели классифицируются по различным признакам: по предметной области (физические, экономические и др.), по учету фактора времени (статические или динамические) и, что наиболее важно для программирования, по форме представления. Здесь выделяют образные, знаковые и смешанные (образно-знаковые) модели.

Для формальной постановки задачи используются прежде всего знаковые модели. К ним относятся:

– словесные модели – описания на естественном языке;

– математические модели – построенные с использованием математических понятий и формул. Язык математики является основным языком информационного моделирования в науке;

– компьютерные математические модели – реализуемые с помощью систем программирования, электронных таблиц и специализированных пакетов;

– имитационные модели – воспроизводящие поведение сложных систем со случайными элементами путем многократного «прогона» на компьютере.

Таким образом, формализация задачи в программировании заключается в построении математической модели. В результате анализа устанавливается принадлежность задачи к известному классу, выбирается соответствующий математический аппарат, определяется формат исходных данных и результатов, вводится система условных обозначений. Математическая модель – это система соотношений, описывающая наиболее существенные взаимосвязи в изучаемом классе объектов, вместе с областями допустимых значений для данных и результатов.

После этого происходит отвлечение от предметной сущности задачи, и дальнейшая работа ведется уже с абстрактными математическими понятиями и формулами, что открывает путь к выбору конкретного метода решения и разработке алгоритма.

**Концепция цепочки «Задача – Метод – Алгоритм – Реализация».** Универсальным инструментом для структурирования процесса проектирования и разработки программного обеспечения является концепция цепочки «Задача – Метод – Алгоритм – Реализация» (ЗМАР). Она представляет собой многоуровневую иерархию абстракций, где каждый последующий шаг является детализацией и конкретизацией предыдущего, что напрямую соответствует принципу «разделяй и властвуй».

1. Задача (Problem). Это высший уровень абстракции, на котором существует что необходимо решить или достичь. Задача формулируется в терминах предметной области, без привязки к способам ее решения. Например: «обеспечить безопасный доступ пользователей к системе», «реализовать физическую модель упругого столкновения тел», «отсортировать каталог товаров». На этом этапе ключевым является точное определение целей, ограничений и критериев успешности. В контексте объектно-ориентированной декомпозиции задача может быть изначально осмыслена как система взаимодействующих сущностей (пользователи, система безопасности; тела, силы, поля; товары, категории, фильтры).

2. Метод (Method). На этом уровне определяется как, в общих чертах, будет решаться задача. Метод – это стратегия или подход, основанный на определенных принципах, математическом аппарате или устойчивых

паттернах проектирования. Это еще алгоритм, а его абстрактная модель. Для задачи безопасности методом может быть «аутентификация по логину/паролю и авторизация на основе ролей (RBAC)». Для задачи моделирования – «применение методов численного интегрирования (например, метода Верле) для уравнений движения». Для сортировки – «использование алгоритма сравнения на основе ключей». Метод вытекает из декомпозиции задачи: выбранный подход диктует, на какие ключевые абстракции (объекты, их ответственность и взаимодействия) будет разбиваться система.

3.Алгоритм (Algorithm). Здесь метод трансформируется в четкую, однозначную и конечную последовательность шагов, приводящую от исходных данных к результату. Алгоритм формализует метод, добавляя детали порядка действий и логики принятия решений. Если метод – это «сортировка сравнением», то алгоритм – это конкретная схема работы: «быстрая сортировка (QuickSort) с выбором опорного элемента по медиане трех». Если метод – «RBAC», то алгоритм описывает последовательность проверок: «1. Найти роль пользователя. 2. Получить список разрешений роли. 3. Сверить запрашиваемое действие со списком...». Алгоритмическая декомпозиция наиболее явно проявляется именно на этом уровне, проектируя поток выполнения.

4. Реализация (Implementation). Это низший уровень абстракции, переход от проектной спецификации к конкретному исполняемому коду на определенном языке программирования. Реализация воплощает алгоритм с учетом всех технических аспектов: синтаксиса языка, структур данных, системных интерфейсов, требований к производительности и т.д. Здесь абстрактные шаги алгоритма и объекты проектирования обретают конкретную форму в виде классов, функций, модулей. Именно на этом этапе принципы объектно-ориентированной декомпозиции (инкапсуляция, наследование, полиморфизм) используются для организации кода, что обеспечивает такие преимущества, как повторное использование, гибкость и удобство сопровождения, упомянутые выше.

**Выбор средства формализации проектных решений.** Выбор средств формализации проектных решений на этапе проектирования алгоритмов и архитектуры программных систем является стратегической задачей, напрямую влияющей на качество, сопровождаемость и успех реализации проекта. Этот выбор должен соотноситься как с задачами конкретного этапа жизненного цикла ПО, так и с областями знаний программной инженерии, в первую очередь – проектированием (Software Design) и конструированием (Software Construction). С точки зрения инженерной практики, каждый инструмент описания структуры занимает свою четкую нишу, и их осознанное применение формирует основу систематического, управляемого процесса разработки.

Для фазы концептуального проектирования и командной коммуникации незаменимыми являются словесное описание и псевдокод. Словесное описание на естественном языке, несмотря на риск неоднозначности,

обеспечивает максимальную свободу для первоначального изложения идеи и постановки задачи. Псевдокод, будучи гибридом естественного языка и формальных элементов программирования, вводит необходимый уровень строгости через базовые структуры управления (циклы, ветвления) и математическую нотацию. Он идеален для создания понятных, легко адаптируемых спецификаций, которые могут быть эффективно использованы для обсуждения и уточнения алгоритмической логики на ранних стадиях, когда важно сосредоточиться на «что», а не на «как». Этот подход соответствует задачам архитектурного проектирования, где ключевым является выявление и описание основных компонентов и их взаимодействий.

Когда проект переходит в стадию детального проектирования, требующего однозначной визуализации потока управления и логики выполнения (особенно в критических системах, таких как системы реального времени), на первый план выходят формальные визуальные нотации – блок-схемы и нотация ДРАКОН [3]. Блок-схемы, регламентированные международным (ISO 5807) и национальным (ГОСТ 19.701–90) стандартами, обеспечивают универсальное и недвусмысленное графическое представление последовательности операций. Нотация ДРАКОН, развивая эту идею, была создана специально для повышения надежности и наглядности алгоритмов в ответственных областях, устраняя структурные недостатки классических блок-схем. Использование таких стандартизированных нотаций строго соответствует инженерному подходу, закрепленному в стандартах жизненного цикла ПО (например, ISO/IEC 12207), который требует четкого документирования и формализации проектных решений для обеспечения их верификации, контроля и преемственности между этапами.

Распространенной, но не всегда оптимальной практикой является использование на этапе проектирования языков программирования. Хотя программы являются конечной конкретизацией алгоритмов, их преждевременное применение «загрязняет» высокоуровневый проект избыточными деталями реализации: синтаксисом, особенностями управления памятью, конструкциями конкретного языка. Это приводит к смещению фокуса с проектирования системы на особенности ее кодирования, что может преждевременно ограничить архитектурные решения и затруднить коммуникацию. Язык программирования – это основной инструмент области конструирования ПО. Его использование для проектирования размывает границу между этапами, что противоречит принципам четкого разделения процессов в инженерном цикле. На этапе проектирования его роль должна быть сугубо иллюстративной или уточняющей для отдельных, уже детально проработанных, модулей.

Ключевым инструментом для проектирования параллельных и высокопроизводительных систем выступают графовые модели и информационные графы. Эти модели позволяют абстрагироваться от последовательно-

сти операций и сконцентрироваться на фундаментальном свойстве алгоритма – информационных зависимостях данных. Вершины графа соответствуют операциям, дуги – потокам данных. Анализ такого графа (выявление независимых ветвей, критического пути, потенциала параллелизма) составляет основу для принятия решений о распараллеливании и оптимизации. Специализированные языки описания информационной структуры (например, Algolang [4]) и системы их визуализации (AlgoView [5]) позволяют проводить этот анализ формально и наглядно. Данный подход напрямую поддерживает деятельность по проектированию, ориентированному на конкретные качества системы (производительность, масштабируемость), и позволяет прогнозировать ее поведение на различных вычислительных архитектурах до этапа реализации.

Таким образом, эффективный инженер-проектировщик должен владеть всем спектром инструментов описания структуры, понимая их место в жизненном цикле ПО. Выбор определяется целью: коммуникация и концептуализация (словесно-псевдокодовые описания), формализация и верификация логики управления (стандартизированные визуальные схемы) или проектирование параллельной структуры и анализ свойств (графовые модели). Осознанное применение этих инструментов в соответствии с задачами этапов проектирования и конструирования и является отличительным признаком системного, инженерного подхода к созданию программного обеспечения.

**Заключение.** Таким образом, инженерное проектирование алгоритмов представляет собой структурированный и итеративный процесс, последовательно реализующий цепочку «Задача – Метод – Алгоритм – Реализация». Этот подход обеспечивает системный переход от абстрактной постановки задачи к конкретному исполняемому коду, при этом каждое промежуточное решение документируется и подвергается всестороннему анализу. Такой метод позволяет не только контролировать сложность разработки, но и создавать надежные, эффективные и сопровождаемые программные решения. Инвестирование времени и усилий в качественное описание, проектирование и анализ структуры алгоритма на ранних этапах многократно окупается на стадии реализации. Четкая формализация задачи, выбор обоснованного метода, детальная проработка алгоритма с оценкой сложности и корректности – все это позволяет значительно снизить количество ошибок, упростить процесс отладки, достичь высокой производительности и повысить понятность кода. Использование таких инструментов, как псевдокод, блок-схемы, информационные графы и шаблоны параллелизма, превращает проектирование из искусства в управляемую инженерную дисциплину.

**Список литературы**

1. Стивенс, Род Алгоритмы. Теория и практическое применение / Род Стивенс. – 2-е издание. – Москва : Эксмо, 2021. – 544 с. – Текст : непосредственный.
2. Воеводин, В.В. Открытая энциклопедия свойств алгоритмов AlgoWiki: от мобильных платформ до экзафлопсных суперкомпьютерных систем / В.В. Воеводин. – Текст : непосредственный // Вычислительные методы и программирование. – 2015. – № 16, № 1. – С. 99–111.
3. Пароннджанов, В.Д. Алгоритмические языки и программирование: ДРАКОН / В.Д. Пароннджанов. – Москва : Изд-во Юрайт, 2022. – 436 с. – Текст : непосредственный.
4. Antonov, A. Study of the algorithms information structure as the basis of a training workshop / A. Antonov, N. Volkov // Russian Supercomputing Days. – Cham : Springer International Publishing, 2021. – P. 404–414.
5. Antonov, A.S. Information Graph Visualization Using AlgoView Software Tool / A.S. Antonov, N.I. Volkov // Lobachevskii Journal of Mathematics. – 2020. – № 8. – P. 1427–1434.

В начало к содержанию

УДК 004.9:378

**П.А. Масленников**
Магистрант
Научный руководитель – А.В. Бугакова, канд. техн. наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ КОММУНИКАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ ПЛАТФОРМЕ БИЗНЕС-ОБРАЗОВАНИЯ

## OPTIMIZATION OF COMMUNICATION AND ASSIGNMENT PROCESSES ON AN INTERNATIONAL BUSINESS EDUCATION PLATFORM

***Аннотация.*** *В статье рассматриваются процессы коммуникации между участниками образовательного процесса и выполнения домашних заданий на международной платформе бизнес-образования. Проведен анализ текущей модели взаимодействия пользователя с платформой, выявлены типичные проблемы: фрагментация каналов связи, задержки в обратной связи, отсутствие единого центра уведомлений и непрозрачность статусов заданий. На основе обзора научной литературы и практик ведущих LMS-платформ предложены направления оптимизации, включающие централизацию коммуникаций, автоматизацию уведомлений, стандартизацию жизненного цикла заданий и внедрение аналитики обратной связи. Сформулированы практические рекомендации по улучшению пользовательского опыта, применимые к платформам бизнес-образования различного масштаба.*

***Ключевые слова:*** *бизнес-образование, онлайн-платформа, коммуникация, домашние задания, обратная связь, оптимизация процессов, пользовательский опыт, LMS, уведомления, цифровая трансформация.*

***Summary.*** *This paper examines communication and homework assignment processes on an international business education platform. The current model of user interaction with the platform is analyzed, and typical problems are identified: fragmentation of communication channels, delays in feedback, lack of a unified notification center, and non-transparent assignment statuses. Based on a review of scientific literature and best practices of leading LMS platforms, optimization directions are proposed, including centralization of communications, automation of notifications, standardization of the assignment lifecycle, and implementation of feedback analytics. Practical recommendations for improving user experience applicable to business education platforms of various scales are formulated.*

***Keywords:*** *business education, online platform, communication, homework assignments, feedback, process optimization, user experience, LMS, notifications, digital transformation.*

В условиях глобализации и цифровой трансформации международное бизнес-образование переживает период активного роста. По данным аналитических исследований, глобальный рынок систем управления обучением (LMS) в 2023 г. превысил 32 млрд долл. США и, по прогнозам, будет демонстрировать среднегодовой темп роста около 19 % в период с 2024 по 2032 г. [1]. Одновременно мировой рынок образовательных технологий (EdTech) в 2025 г. оценивается примерно в 185 млрд долл. США. Международные платформы бизнес-образования становятся ключевым инструментом подготовки специалистов, обеспечивая доступ к программам из любой точки мира.

Однако рост числа пользователей и усложнение образовательных программ обнажают проблемы, связанные с организацией коммуникации и управлением домашними заданиями на таких платформах. Исследования показывают, что обратная связь, предоставляемая через LMS, нередко воспринимается студентами как запоздалая, неперсонализированная и неинтерактивная, что негативно влияет на вовлеченность и результаты обучения [2]. Фрагментация каналов связи (электронная почта, форумы, мессенджеры, чаты внутри платформы) приводит к потере информации и снижению эффективности взаимодействия между студентами и преподавателями [3].

Целью настоящего исследования является анализ процессов коммуникации и выполнения заданий на международной платформе бизнес-образования и разработка рекомендаций по их оптимизации. Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

1. Описать текущую модель взаимодействия пользователя с платформой в части коммуникации и домашних заданий;

2. Выявить типичные проблемы и узкие места в данных процессах;

3. На основе обзора научной литературы и практик ведущих LMS-платформ предложить направления оптимизации;

4. Сформулировать практические рекомендации, применимые к платформам бизнес-образования.

Объектом исследования выступает международная платформа бизнес-образования (название не раскрывается по условиям NDA). Предметом исследования являются процессы коммуникации между участниками образовательного процесса и механизмы работы с домашними заданиями на указанной платформе.

Современные платформы бизнес-образования, как правило, объединяют несколько типов взаимодействия: «студент – платформа», «студент – преподаватель», «студент – студент» и «преподаватель – платформа» [4]. Каждый тип взаимодействия обслуживается определенными инструментами: форумами, чатами, системой обмена сообщениями, комментариями к заданиям, видеоконференциями и автоматическими уведомлениями.

Процесс работы с домашними заданиями на типичной платформе бизнес-образования включает этапы [5] представленные на рисунке. Причем, каждый из этих этапов может сопровождаться коммуникацией – вопросами студента, уточнениями преподавателя, комментариями к работе.

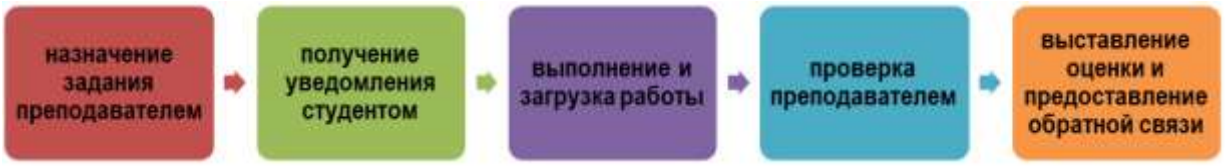



Рис. 1. Этапы процесс работы с домашними заданиями

Коммуникационные инструменты на исследуемой платформе включают [6]: внутреннюю систему сообщений, комментарии к заданиям и материалам курса, форум обсуждений, email-уведомления и элементы видеоконференцсвязи. Уведомления о новых заданиях, дедлайнах и результатах проверки доставляются по нескольким каналам одновременно, однако единый центр управления уведомлениями отсутствует.

Анализ текущей модели взаимодействия позволил выявить ряд типичных проблем, характерных для международных платформ бизнес-образования.

1. Потеря контекста: сообщения между участниками распределены по нескольким каналам (форум, чат, комментарии, email), что приводит к потере контекста. Студент вынужден проверять несколько разделов платформы, чтобы убедиться, что не пропустил важную информацию. Как отмечается в исследованиях, разрозненность инструментов является одной из наиболее частых проблем образовательных платформ [7].

2. Неэффективная система обратной связи: обратная связь по домашним заданиям нередко предоставляется с задержкой, при этом студент

не видит промежуточный статус проверки. Отсутствие четких статусов («назначено», «на проверке», «проверено») создает неопределенность и порождает лишние обращения к преподавателям.

3. Дисбаланс информационных потоков: уведомления дублируются по нескольким каналам без возможности гибкой настройки приоритетов. Часть уведомлений игнорируется из-за информационного шума, а критически важные напоминания (дедлайны, результаты проверки) теряются среди менее значимых сообщений. По данным исследований, персонализированные и своевременные уведомления являются одним из ключевых факторов повышения вовлеченности студентов [8].

4. Платформа не предоставляет преподавателям и администраторам аналитических данных о скорости ответов, среднем времени проверки заданий, количестве неотвеченных вопросов и других метриках качества коммуникации. Без аналитики невозможно системно улучшать процессы взаимодействия и принимать обоснованные управленческие решения.

На основе проведенного анализа и обзора практик ведущих LMS-платформ (Moodle, Canvas LMS, SOHO.LMS и др.) предлагаются следующие направления оптимизации процессов коммуникации и работы с домашними заданиями.

Объединение всех каналов связи в единый коммуникационный центр с хронологической лентой сообщений. Пользователь должен иметь возможность из одного интерфейса видеть все обсуждения, комментарии к заданиям и личные сообщения. Опыт платформы Canvas LMS демонстрирует, что интеграция коммуникационных инструментов повышает удовлетворенность пользователей и снижает количество пропущенных сообщений [9].

Внедрение четких статусов задания: «Назначено», затем «В работе», далее «Отправлено на проверку», после этого «На проверке» и в итоге «Проверено (с оценкой и комментарием)». Каждая смена статуса должна сопровождаться автоматическим уведомлением. Такой подход, аналогичный workflow-системам в бизнес-процессах, обеспечивает прозрачность и предсказуемость для всех участников [10].

Замена дублирующих уведомлений на систему с приоритизацией: критичные уведомления (дедлайны, результаты проверки) выделяются визуально и отправляются по предпочтительному каналу пользователя, а менее срочные (новые обсуждения, рекомендации) группируются в дайджест.

Создание дашборда для преподавателей и администраторов с ключевыми метриками: среднее время ответа на вопрос студента, среднее время проверки задания, процент заданий, проверенных в срок, количество неотвеченных обращений, показатели удовлетворенности обратной связью.

В таблице ниже представлена сводная характеристика предлагаемых направлений оптимизации.

Таблица

**Направления оптимизации процессов коммуникации и работы с заданиями**

| Направление | Проблема | Предлагаемое решение | Ожидаемый эффект |
|---|---|---|---|
| Централизация коммуникаций | Фрагментация каналов, потеря контекста | Единый коммуникационный центр с лентой сообщений | Снижение пропущенных сообщений, ускорение ответов |
| Стандартизация жизненного цикла задания | Непрозрачность статусов, лишние обращения | Четкие статусы с автоуведомлениями при смене | Прозрачность процесса, снижение нагрузки на преподавателей |
| Интеллектуальные уведомления | Дублирование, информационный шум | Приоритизация уведомлений, персональные настройки каналов | Повышение вовлеченности, снижение пропущенных дедлайнов |
| Аналитика коммуникации | Отсутствие данных о качестве взаимодействия | Дашборд с метриками: время ответа, % проверки в срок | Обоснованные управленческие решения, системное улучшение |

Проведенное исследование процессов коммуникации и выполнения заданий на международной платформе бизнес-образования позволяет сформулировать следующие выводы.

Во-первых, основными проблемами взаимодействия пользователей с платформой являются фрагментация каналов коммуникации, задержки в обратной связи, дублирование уведомлений и отсутствие аналитики качества взаимодействия. Эти проблемы характерны не только для исследуемой платформы, но и для значительной части образовательных онлайн-платформ в целом.

Во-вторых, предложенные направления оптимизации (централизация коммуникаций, стандартизация жизненного цикла задания, интеллектуальная система уведомлений и внедрение аналитики) опираются на лучшие практики ведущих LMS-платформ и подтверждаются данными научных исследований.

В-третьих, реализация предложенных улучшений не требует кардинальной перестройки архитектуры платформы и может осуществляться поэтапно, начиная с наиболее критичных направлений (стандартизация статусов заданий и централизация коммуникаций).

Перспективы дальнейших исследований связаны с количественной оценкой эффективности предложенных решений на основе A/B-тестирования и анализа поведенческих метрик пользователей платформы.

## Список литературы

1. Размер рынка систем управления обучением (LMS) : аналитический отчет / GM Insights. – Текст : электронный // GM Insights : [сайт]. – URL: https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/learning-management-system-lms-market (дата обращения: 02.02.2026).

2. Todorova, G. Optimizing Feedback in Learning Management Systems to Increase Student Engagement / G. Todorova. – Enschede : University of Twente, 2024. – 12 p.

3. Libre, N.A. A Discussion Platform for Enhancing Students Interaction in the Online Education / N.A. Libre // Journal of Online Engineering Education. – 2022. – Vol. 13, No. 1. – P. 1-6.

4. Шелепаева, А.Х. Образовательные онлайн-платформы: классификация и критерии оценивания / А.Х. Шелепаева. – Текст : непосредственный // Открытое образование. – 2022. – Т. 26, № 3. – С. 27–34.

5. Canvas Assignments, Feedback, and Grading : [сайт]. – Текст : электронный // InterPro – Teaching & Learning – Tools & Technology. – URL: https://kb.wisc.edu/engr/interpro/102597 (дата обращения: 12.03.2026).

6. Системы управления обучением (LMS): виды, функции : [сайт]. – Текст : электронный // AIM : [блог]. – URL: https://www.in-aim.ru/blog/chto-takoe-obrazovatelnaya-platforma-lms-i-kak-s-ee-pomoshchyu-upravlyat-obucheniem/ (дата обращения: 13.03.2026).

7.Улучшение образовательной платформы: 12 советов от экспертов Атвинты. – Текст : электронный // Атвинта : [блог]. – 2025. – URL: https://atwinta.ru/material/blog/kak-onlajn-shkole-uluchshit-obrazovatelnuju-platformu/ (дата обращения: 20.02.2026).

8. Garrels, V. Improving Student Engagement in Online Courses through Interactive Learning Activities / V. Garrels // Nordic Journal of Digital Literacy. – 2022. – Vol. 17, No. 2. – P. 87–102.

9. Canvas LMS – облачная платформа для образования : [сайт]. – Текст : электронный // Instructure. – URL: https://www.instructure.com/canvas (дата обращения: 09.02.2026).

10. ГОСТ Р 57700.3-2017 Численное моделирование физических процессов. Ч. 3. Термины и определения в области моделирования бизнес-процессов : национальный стандарт Российской Федерации. – Текст : электронный // Техэксперт : [сайт]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200145434 (дата обращения: 03.02.2026).

В начало к содержанию

УДК 004.9:005
**П.А. Масленников**
Магистрант
Научный руководитель – А.В. Бугакова, канд. техн. наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМАХ

# ANALYSIS OF BUSINESS PROCESS AUTOMATION TOOLS IN EDUCATIONAL ONLINE PLATFORMS

***Аннотация.*** *В работе проведен сравнительный анализ инструментов автоматизации бизнес-процессов в пяти LMS-платформах (Moodle, Canvas, Stepik, SOHO.LMS, Digital Q.LMS). Изучена функциональность по управлению пользователями, назначению курсов, оцениванию и аналитике. Разработана сравнительная матрица для выбора платформы в зависимости от задач организации. Результаты показывают необходимость анализа специфики, уровня автоматизации и интеграционных требований. Практическая значимость – рекомендации по выбору LMS для разных типов учреждений.*
***Ключевые слова:*** *системы управления обучением (LMS), автоматизация бизнес-процессов, онлайн-образование, дистанционное обучение, сравнительный анализ, образовательные платформы, цифровая трансформация, управление учебным процессом.*

***Summary.*** *The paper presents a comparative analysis of business process automation tools in five LMS platforms (Moodle, Canvas, Stepik, SOHO.LMS, Digital Q.LMS). Functionality for user management, course assignment, assessment, and analytics was examined. A comparative matrix was developed for platform selection based on organizational needs. Results emphasize analysis of specificity, automation level, and integration requirements. Practical significance lies in recommendations for LMS selection across educational institutions.*
***Keywords:*** *Learning Management Systems (LMS), business process automation, online education, distance learning, comparative analysis, educational platforms, digital transformation, learning process management.*

В условиях цифровой трансформации образование становится одним из приоритетных направлений инноваций и технологических инвестиций. Онлайн-платформы обучения стремительно интегрируются в экосистему высшего образования, корпоративного обучения и дополнительного профессионального образования. По данным аналитических исследований, глобальный рынок систем управления обучением в 2023 г. превысил 32 млрд долл. США и, по прогнозам, будет демонстрировать среднегодовой темп роста около 19 % в период с 2024 по 2032 г. Одновременно мировой рынок образовательных технологий (EdTech) в 2025 г. оценивается примерно в 185 млрд долл. США, причем в России объем рынка составил около 41,9 млрд руб. в третьем квартале 2025 г. [1]. Такой устойчивый рост свиде-

тельствует о растущей потребности в совершенствовании систем управления образовательными процессами и внедрении эффективных технологических решений.

Однако многообразие существующих образовательных платформ с разнородным функционалом и подходами к организации бизнес-процессов делает сложным выбор конкретного образовательного учреждения. Каждая из ведущих систем управления обучением обладает собственным набором инструментов автоматизации, различающихся по уровню функциональности, интеграционным возможностям и модели внедрения. К числу наиболее распространенных LMS-платформ относятся Moodle, Canvas, Stepik, SOHO.LMS и Digital Q.LMS, каждая из которых ориентирована на определенную целевую аудиторию и сценарии использования. Различия в методах автоматизации ключевых процессов (управление пользователями, назначение курсов, оценивание и аналитика) требуют систематического анализа и сравнения функциональности для обоснованного выбора платформы. Кроме того, внедрение технологий искусственного интеллекта в образовательные платформы и рост требований к персонализированному обучению повышают актуальность изучения инструментов автоматизации как с технической, так и с управленческой точек зрения [2].

Целью настоящего исследования является проведение сравнительного анализа инструментов автоматизации бизнес-процессов в ведущих образовательных онлайн-платформах и формулирование рекомендаций по выбору оптимального решения для различных типов образовательных организаций. Для достижения этой цели требуется решить следующие задачи: 1) определить понятие и концепцию автоматизации бизнес-процессов в контексте онлайн-образования; 2) провести детальный обзор функциональности пяти ведущих LMS-платформ, их архитектурные и операционные характеристики; 3) разработать сравнительную матрицу инструментов автоматизации на основе ключевых критериев (управление доступом, назначение курсов, автоматическое оценивание, аналитика, интеграционные возможности); 4) провести анализ особенностей реализации функций автоматизации в каждой платформе по направлениям; 5) определить области применения и ограничения платформ в различных образовательных сценариях; 6) сформулировать практические рекомендации и матрицу выбора платформы в зависимости от целей и ресурсов организации.

Практическая значимость исследования заключается в предоставлении руководителям образовательных учреждений, IT-специалистам и лицам, ответственным за цифровую трансформацию, объективной информации, необходимой для принятия обоснованных управленческих решений при выборе LMS-платформы. Полученные результаты будут полезны как при первоначальном внедрении системы управления обучением, так и при миграции с одной платформы на другую или при расширении функциональности существующих решений.

## 1. Теоретические основы автоматизации бизнес-процессов в LMS

Для понимания специфики автоматизации в системах управления обучением необходимо определить ключевые термины и концепции, составляющие теоретическую основу исследования.

Согласно ГОСТ Р 57700.3-2017 [3], бизнес-процесс представляет собой совокупность логически упорядоченных и взаимосвязанных работ и (или) деятельностей, действий (функций, операций), выполняемых для получения требуемого конечного результата, обеспечивающего достижение бизнес-цели и решение поставленной задачи. В контексте онлайн-образования бизнес-процессы включают регистрацию студентов, назначение курсов и учебных материалов, проверку заданий и тестов, выставление оценок, выдачу сертификатов, управление расписанием, а также формирование отчетности по успеваемости и посещаемости. Каждый из перечисленных процессов характеризуется наличием входных данных (например, заявка студента на курс), последовательности действий (обработка заявки, зачисление в группу) и выходного результата (подтверждение записи, доступ к материалам).

Автоматизация бизнес-процессов определяется как применение программных средств и технологий для выполнения повторяющихся задач и операций без участия человека или с минимальным вмешательством, что приводит к сокращению временных и трудовых затрат, снижению вероятности ошибок и повышению общей эффективности работы системы [4]. В образовательных платформах автоматизация охватывает такие функции, как массовое назначение курсов по заданным критериям, автоматическая проверка тестов с выставлением оценок, рассылка уведомлений о начале занятий или дедлайнах, формирование аналитических отчетов в режиме реального времени и управление доступом пользователей на основе ролей и расписания.

Система управления обучением – это программная платформа, предназначенная для создания, распространения, управления и отслеживания учебного контента, а также для контроля успеваемости и прогресса обучающихся LMS представляет собой интегрированную среду, объединяющую функции хранения учебных материалов (видеолекции, презентации, текстовые документы, интерактивные задания), инструменты коммуникации (форумы, чаты, видеоконференции), средства оценки знаний (тесты, практические задания) и аналитические модули для генерации отчетов по различным параметрам обучения [5]. Основная задача LMS заключается в создании единой цифровой образовательной среды, доступной для пользователей из любой точки мира при наличии интернет-соединения, что особенно актуально в условиях географически распределенных учебных заведений и корпоративных структур.

Автоматизация бизнес-процессов в LMS-платформах реализуется через набор специализированных функций и инструментов, которые можно классифицировать по направлениям их применения. В таблице 1 представлена систематизация основных функций автоматизации, применяемых в современных системах управления обучением.

Таблица 1

**Классификация функций автоматизации в LMS-платформах**

| Направление автоматизации | Функции | Примеры инструментов |
|---|---|---|
| Управление доступом и пользователями | Автоматическая регистрация, распределение по группам и потокам, назначение ролей (студент, преподаватель, администратор), ограничение доступа по расписанию | Правила автозачисления, триггеры, массовый импорт пользователей, интеграция с HR-системами |
| Назначение и распространение курсов | Массовое или индивидуальное назначение курсов, автоматическое формирование учебных планов, управление дедлайнами и расписанием | Workflow-системы, календарное планирование, автоматические рассылки |
| Проверка знаний и оценивание | Автоматическое тестирование с мгновенной обратной связью, формирование рейтингов, выставление оценок, управление попытками прохождения | Квизы с автопроверкой, банк вопросов, адаптивное тестирование |
| Аналитика и отчетность | Сбор данных об активности пользователей, формирование отчетов по успеваемости, посещаемости, времени обучения, визуализация метрик в дашбордах | Встроенная бизнес-аналитика, дашборды в реальном времени, экспорт отчетов |
| Коммуникация и уведомления | Автоматическая рассылка напоминаний, уведомлений о новых курсах, дедлайнах, результатах тестирования | Email, SMS, push-уведомления, интеграция с мессенджерами |
| Интеграция с внешними системами | Обмен данными с корпоративными информационными системами (CRM, ERP, HR), импорт и экспорт контента в стандартных форматах (SCORM, xAPI) | API, готовые коннекторы, веб-сервисы, SSO (Single Sign-On) |

Представленная классификация демонстрирует, что автоматизация в LMS охватывает весь жизненный цикл учебного процесса: от регистрации пользователя и назначения ему курса до завершения обучения, выдачи сертификата и формирования итоговой аналитики. Уровень реализации каждой функции варьируется в зависимости от архитектуры платформы, ее целевой аудитории и заложенных разработчиками возможностей. Различия в степени автоматизации определяют функциональные характеристики конкретной LMS и влияют на выбор платформы образовательным учреждением или организацией.

## 2. Обзор исследуемых LMS-платформ

На основе анализа рынка образовательных технологий и требований различных категорий пользователей были выбраны пять ведущих LMS-платформ для детального рассмотрения: Moodle, Canvas LMS, Stepik, SOHO.LMS и Digital Q.LMS. Каждая из этих систем занимает определенную нишу и обладает характерными особенностями реализации функций автоматизации бизнес-процессов.

Moodle представляет собой систему управления обучением с открытым исходным кодом, распространяемую по лицензии GNU GPL [6]. Платформа широко используется в высших учебных заведениях и корпоративном секторе, благодаря гибкости настройки и возможности адаптации под специфические требования организации. Модульная архитектура Moodle позволяет расширять функциональность системы за счет установки дополнительных плагинов и модулей, разрабатываемых как официальной командой проекта, так и сообществом разработчиков.

Система поддерживает широкий спектр форматов учебного контента, включая текстовые документы, видеолекции, интерактивные задания и тесты различных типов. Инструменты коммуникации включают форумы, чаты, систему обмена сообщениями и возможность интеграции с внешними сервисами видеоконференций. Автоматизация процессов в Moodle реализуется через систему условного доступа, позволяющую настраивать правила отображения контента и прогрессии обучения, а также через гибкую систему ролей и прав доступа.

Canvas LMS является коммерческой облачной платформой управления обучением, разработанной компанией Instructure [7]. Система ориентирована преимущественно на академический сектор, включая университеты и школы. Отличительной особенностью Canvas является современный пользовательский интерфейс, высокая степень персонализации учебного процесса и глубокая интеграция с внешними образовательными инструментами через стандарт LTI (Learning Tools Interoperability).

Платформа предоставляет расширенные возможности для совместной работы студентов и преподавателей, включая инструменты для группового обучения, рецензирования работ и обсуждений. Автоматизация в Canvas LMS реализована через систему назначения курсов на основе ролей пользователей, автоматическую проверку заданий с использованием банков вопросов, а также через интеграцию с системами аналитики для формирования детальных отчетов о прогрессе обучения. Поддержка технологий искусственного интеллекта позволяет реализовывать адаптивные образовательные траектории.

Stepik представляет собой платформу для создания и распространения массовых открытых онлайн-курсов, разработанную российской компанией [8]. Основное преимущество платформы заключается в сильной системе автоматической проверки заданий, особенно в области программи-

рования и точных наук. Stepik предоставляет инструменты для создания интерактивных заданий с автоматической проверкой кода на различных языках программирования, математических задач и тестов с множественным выбором.

Платформа ориентирована на модель самообучения, при которой студенты самостоятельно регистрируются на курсы и проходят обучение в удобном для них темпе. Автоматизация охватывает процессы регистрации, назначения курсов, проверки заданий и выдачи сертификатов. Система аналитики позволяет авторам курсов отслеживать активность студентов и эффективность учебных материалов.

Автоматизация в SOHO.LMS охватывает не только образовательные процессы, но и бизнес-процессы, включая управление продажами, обработку платежей, сегментацию клиентов и автоматические маркетинговые коммуникации. Платформа поддерживает проведение вебинаров, создание лендингов для привлечения студентов и интеграцию с системами CRM и платежными шлюзами.

Digital Q.LMS представляет собой корпоративную систему управления обучением, интегрированную с модулями управления персоналом и системами HR [10]. Платформа ориентирована на крупные организации, требующие автоматизации процессов корпоративного обучения, адаптации персонала и аттестации сотрудников. Ключевой особенностью является глубокая интеграция с корпоративными информационными системами, включая ERP и системы управления талантами.

Автоматизация в Digital Q.LMS охватывает назначение обучающих программ на основе должностных обязанностей и карьерных треков сотрудников, автоматическую проверку выполнения обязательных программ обучения, формирование отчетности для HR-подразделений и руководства. Система поддерживает интеграцию с каталогами пользователей (Active Directory, LDAP) и обеспечивает единый вход для сотрудников организации.

## 3. Сравнительный анализ инструментов автоматизации

На основе обзора пяти образовательных онлайн-платформ Moodle, Canvas LMS, Stepik, SOHO.LMS и Digital Q.LMS, представленного, сформирована сравнительная таблица по ключевым направлениям автоматизации бизнес-процессов. В качестве критериев сопоставления выделены управление доступом и пользователями, назначение курсов, автоматическое оценивание, аналитика и отчетность, коммуникация, интеграция с внешними системами, а также особенности стоимости и лицензирования.

Таблица 2 позволяет наглядно отразить степень развитости функциональности в каждой из платформ и выявить их сильные и слабые стороны с точки зрения поддержки типовых бизнес-процессов образовательной организации. Представленная матрица будет далее использована для детального анализа по направлениям автоматизации в четвертом разделе статьи.

Таблица 2

**Сравнительная характеристика инструментов автоматизации бизнес-процессов в LMS-платформах**

| Критерий / платформа | Moodle | Canvas LMS | Stepik | SOHO.LMS | Digital Q.LMS |
|---|---|---|---|---|---|
| Управление доступом и пользователями | Гибкие роли, группы, импорт пользователей | Расширенные роли, SSO, каталоги | Базовые роли, фокус на курсах | Многоуровневая структура, роли для отделов | Роли по должностям, оргструктура HR |
| Назначение курсов | Ручное, массовое, самозапись по ключу | Массовое и автоматическое по ролям | В основном самозапись на курсы | Автоназначение по сегментам и тарифам | Назначение по должности, планам и аттестации |
| Автоматическое оценивание | Разнообразные тесты, шкалы, итоговый балл | Банки вопросов, рубрики, сложные схемы | Сильная автопроверка заданий, особенно кода | Тесты и опросы с автопроверкой | Автотесты, привязка к HR-показателям |
| Аналитика и отчетность | Отчеты по активности и успеваемости, экспорт | Расширенные дашборды, интеграция с BI | Базовые отчеты по прохождению курсов | Аналитика воронки обучения и продаж | Детальные HR-отчеты, соответствие требованиям |
| Коммуникация | Форумы, сообщения, уведомления, комментарии | Сообщения, обсуждения, интеграция с вебинарами | Обсуждения и комментарии в курсах | Вебинары, чаты, рассылки, триггерные уведомления | Уведомления сотрудникам и руководителям, вебинары |
| Интеграция с внешними системами | Плагины, REST-API, внешняя аутентификация | Широкая поддержка LTI, API, каталог приложений | Интеграции для авторизации и проверки заданий | Интеграция с CRM, платежами, рассылками | Глубокая связка с HR, ERP и ИБ-системами |
| Стоимость / лицензирование | Open source, платные облачные сервисы | Коммерческий SaaS по подписке | Freemium для пользователей, платные опции для организаций | Коммерческая модель «LMS + маркетинг + продажи» | Коммерческое корпоративное лицензирование по сотрудникам / модулям |

Детальный анализ представленной сравнительной матрицы позволяет выявить специфику реализации инструментов автоматизации в каждой из рассмотренных платформ по ключевым направлениям.

Управление доступом и пользователями. Сравнительный анализ свидетельствует о лидерстве Canvas LMS и Digital Q.LMS по функционалу управления доступом за счет поддержки SSO и интеграции с корпоративными каталогами пользователей. Moodle обеспечивает высокую гибкость

кастомизации ролей, что позволяет адаптировать систему под сложные организационные структуры образовательных учреждений. В то время как Stepik и SOHO.LMS предлагают упрощенные модели администрирования, ориентированные на самообслуживание пользователей и массовое обучение.

Назначение курсов. Автоматизация назначения курсов наиболее развита в Digital Q.LMS (привязка к должностным обязанностям и учебным планам) и SOHO.LMS (сегментация по клиентским тарифам). Canvas LMS предоставляет расширенные возможности массового назначения курсов на основе ролей пользователей, что особенно эффективно в академических учреждениях с четко определенной структурой образовательных программ. Moodle предлагает гибкие механизмы как ручного, так и автоматического назначения, включая самозапись студентов по ключам доступа. Stepik ориентирована преимущественно на самостоятельную регистрацию обучающихся на открытые курсы.

Автоматическое оценивание. По возможностям автоматического оценивания выделяются Stepik (автопроверка программирования и математических задач) и Canvas LMS (сложные рубрики оценивания и банки вопросов). Moodle демонстрирует универсальность, поддерживая широкий спектр типов заданий и тестов с гибкими настройками оценивания. Digital Q.LMS интегрирует результаты обучения с системой аттестации персонала, что позволяет автоматически учитывать образовательные достижения в HR-процессах. SOHO.LMS обеспечивает базовую функциональность автоматического тестирования, достаточную для большинства бизнес-ориентированных образовательных программ.

Аналитика и отчетность. Аналитические возможности наиболее проработаны в Canvas LMS (визуальные дашборды с BI-интеграцией) и Digital Q.LMS (HR-отчетность и соответствие корпоративным требованиям). Moodle предоставляет стандартные отчеты по активности и успеваемости с возможностью экспорта данных для дальнейшей обработки. SOHO.LMS акцентирует внимание на конверсии образовательных процессов в коммерческие показатели, предоставляя аналитику воронки продаж и метрики эффективности маркетинговых кампаний. Stepik предлагает базовые отчеты, ориентированные на авторов курсов.

Коммуникация и уведомления. Все рассмотренные платформы поддерживают базовые функции коммуникации, однако их реализация различается. Moodle предоставляет комплексную систему форумов, чатов и обмена сообщениями. Canvas LMS интегрируется с внешними платформами для проведения видеоконференций. SOHO.LMS выделяется наличием триггерных уведомлений и инструментов для автоматизированных маркетинговых коммуникаций. Digital Q.LMS обеспечивает уведомления как обучающихся, так и руководителей о статусе выполнения образовательных программ. Stepik ориентирована на асинхронное обучение с акцентом на обсуждения в рамках курсов.

Интеграция с внешними системами. Canvas LMS демонстрирует наиболее широкие возможности интеграции благодаря поддержке стандарта LTI и обширному каталогу приложений. Digital Q.LMS обеспечивает глубокую интеграцию с корпоративными системами HR, ERP и информационной безопасности. Moodle предоставляет гибкие механизмы интеграции через плагины и REST-API. SOHO.LMS интегрируется с CRM-системами и платежными шлюзами для обеспечения полного цикла работы с клиентами. Stepik предлагает базовые интеграции, необходимые для функционирования платформы открытых курсов.

**4. Сравнительный анализ инструментов автоматизации**

На основе проведенного анализа можно определить оптимальные области применения каждой из рассмотренных LMS-платформ и их основные ограничения.

Moodle оптимальна для образовательных учреждений с развитой IT-инфраструктурой и необходимостью глубокой кастомизации образовательной среды. Платформа подходит для вузов, реализующих сложные образовательные программы с различными траекториями обучения. Основное ограничение – необходимость значительных ресурсов на техническое сопровождение, настройку и обновление системы.

Canvas LMS рекомендуется для академических учреждений, ориентированных на персонализированное обучение и активное использование современных образовательных технологий. Платформа обеспечивает высокий уровень пользовательского опыта и простоту внедрения благодаря облачной модели. Ограничения связаны с относительно высокой стоимостью подписки и зависимостью от поставщика услуг.

Stepik оптимальна для создания и распространения массовых открытых онлайн-курсов, особенно в области информационных технологий и точных наук. Платформа подходит для индивидуальных преподавателей и небольших образовательных проектов. Основное ограничение – низкая степень интеграции с корпоративными системами и ограниченные возможности для организации сложных образовательных программ.

SOHO.LMS рекомендуется для коммерческих образовательных проектов, онлайн-школ и тренинговых центров, требующих интеграции образовательных и маркетинговых процессов. Платформа обеспечивает полный цикл работы с клиентами от привлечения до обучения. Ограничения связаны с фокусом на бизнес-процессы, что может быть избыточным для академических учреждений.

Digital Q.LMS оптимальна для крупных корпораций с потребностью в автоматизации процессов корпоративного обучения и интеграции с HR-системами. Платформа обеспечивает соответствие нормативным требованиям к обучению персонала и аттестации. Основное ограничение – относительно высокая стоимость внедрения и лицензирования, что может быть неоправданным для малого и среднего бизнеса.

**Заключение.** Проведенное исследование инструментов автоматизации бизнес-процессов в пяти ведущих образовательных онлайн-платформах позволяет сформулировать следующие выводы.

Во-первых, выявлены дифференцированные специализации платформ: Moodle оптимальна для вузовских систем с открытым кодом и требованиями к глубокой кастомизации, Canvas LMS – для персонализированного академического обучения с акцентом на пользовательский опыт, Stepik – для массовых открытых онлайн-курсов с сильной автоматической проверкой заданий, SOHO.LMS – для образовательного бизнеса с маркетинговой составляющей, Digital Q.LMS – для корпоративных HR-систем с интеграцией процессов обучения и управления персоналом.

Во-вторых, основные ограничения платформ связаны со спецификой их целевой аудитории: Stepik характеризуется низкой степенью интеграции с корпоративными системами, Moodle требует значительных ресурсов на техническое сопровождение, коммерческие решения (Canvas LMS, SOHO.LMS, Digital Q.LMS) характеризуются относительно высокой стоимостью владения.

В-третьих, рекомендуется осуществлять выбор платформы исходя из организационного масштаба (академический или корпоративный сектор), бюджетных ограничений, требований к интеграции с существующими информационными системами, уровня технической подготовки персонала и специфики образовательных программ.

В-четвертых, перспективы развития автоматизации бизнес-процессов в LMS связаны с внедрением технологий искусственного интеллекта для предиктивной аналитики успеваемости, формирования персонализированных образовательных траекторий и автоматизации создания учебного контента. Дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение эффективности применения ИИ-технологий в различных образовательных сценариях и разработку методик оценки результативности автоматизации образовательных процессов.

## Список литературы

1. Размер рынка систем управления обучением (LMS) : аналитический отчет / GM Insights. – Текст : электронный // GM Insights : [сайт]. – URL: https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/learning-management-system-lms-market (дата обращения: 02.02.2026).

2. Тренды корпоративного обучения в 2026 году : статья / MTS Link. – Текст : электронный // MTS Link : [блог]. – URL: https://mts-link.ru/blog/korporativnoe-obuchenie-v-2026-godu/ (дата обращения: 02.02.2026).

3. ГОСТ Р 57700.3-2017 Численное моделирование физических процессов. Часть 3. Термины и определения в области моделирования бизнес-процессов : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : дата введения 2018-04-30 / разработан Всероссийским научно-

исследовательским институтом стандартизации и сертификации в машиностроении (ВНИИНМАШ). – Текст : электронный // Техэксперт : [сайт]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200145434 (дата обращения: 03.02.2026).

4. Автоматизация бизнес-процессов : онлайн-курс / Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации. – Текст : электронный // РАНХиГС : [сайт]. – URL: https://rau.ru/avtomatizatsiya-biznes-protsessov/ (дата обращения: 03.02.2026).

5. Системы управления обучением (LMS): виды, функции : [сайт]. – Текст : электронный // AIM : [блог]. – URL: https://www.in-aim.ru/blog/chto-takoe-obrazovatelnaya-platforma-lms-i-kak-s-ee-pomoshchyu-upravlyat-obucheniem/ (дата обращения: 12.03.2026).

6. Moodle – открытая система управления обучением : [сайт]. – Текст : электронный // Moodle. – URL: https://moodle.org/ (дата обращения: 06.02.2026).

7. Canvas LMS – облачная платформа для образования : [сайт]. – Текст : электронный // Instructure. – URL: https://www.instructure.com/canvas (дата обращения: 09.02.2026).

8. Stepik – образовательная платформа и конструктор онлайн-курсов : [сайт]. – Текст : электронный // Stepik. – URL: https://stepik.org/ (дата обращения: 10.02.2026).

9. SOHO.LMS – платформа для онлайн-школ : [сайт]. – Текст : электронный // SOHO Education Technologies. – URL: https://soho-lms.ru/ (дата обращения: 12.02.2026).

10. Digital Q.LMS – корпоративная система управления обучением : [сайт]. – Текст : электронный // Digital Q. – URL: https://digitalq.ru/products/lms/ (дата обращения: 12.02.2026).

В начало к содержанию

УДК 004.93

**Д.В. Медведев[1], Е.Н. Спасский[2], К.С. Соколенко[2], А.С. Дудник[2]**
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Магистрант
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

## ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛНОВОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

## APPLICATION OF WAVE ALGORITHM FOR DETECTING GRAPHIC OBJECTS

***Аннотация.*** *В статье рассматриваются особенности применения волнового алгоритма для детектирования графических объектов на монохромных изображениях. Проведен анализ существующих методов детектирования графических объектов, раз-*

*личающихся точностью и скоростью работы. Подробно описаны шаги разработанного алгоритма с учетом особенностей новой для него области применения. Приведены результаты вычислительного эксперимента, подтверждающие преимущества применения волнового алгоритма детектирования графических объектов на монохромных изображениях перед существующими методами.*

***Ключевые слова:*** *детектирование объектов, волновой метод, 3D-реконструкция, алгоритм, цифровая обработка изображений.*

***Summary.*** *This article examines the application of a wave algorithm for detecting graphic objects in monochrome images. An analysis of existing graphic object detection methods, which differ in speed and reconstruction accuracy, is provided. The steps of the developed algorithm are described in detail, taking into account the specifics of its new application area. The results of a computational experiment are presented, confirming the advantages of using a wave algorithm for detecting graphic objects in monochrome images over existing methods.*

***Keywords:*** *object detection, wave method, 3D reconstruction, algorithm, digital image processing.*

В условиях стремительного развития современных цифровых экосистем растет важность быстрой и достоверной 3D-реконструкции различных объектов городской среды. Исходной информацией для визуализации в таких системах, как правило, выступают фотографии и чертежи, от скорости и качества обработки которых зависит эффективность реконструкции.

На сегодняшний день существует множество алгоритмов детектирования графических объектов, отличающихся скоростью и точностью реконструкции [1-5]. В рамках данной работы предложено использовать волновой алгоритм [6], обычно применяемый для поиска кратчайшего маршрута в двумерном дискретном лабиринте.

В основу волнового алгоритма положена имитация распространения волны на неоднородной плоскости, что позволяет детектировать все точки, с которыми эта волна «столкнулась». Таким образом, применяя волновой алгоритм для детектирования графических примитивов, можно эффективно выделить все внешние и внутренние точки их окружения.

Перед применением волнового алгоритма анализируемое дискретное изображение должно пройти предварительную обработку, в ходе которой исследуемая область окружается так называемыми «стенами» – последовательностями ячеек, содержащими значение «1». Ячейки «стен» выполняют роль препятствий для распространения волны.

Далее необходимо выбрать исходную ячейку, от которой будет моделироваться распространение волны. Эта ячейка должна быть пустой, то есть иметь значение «0». Если это правило выполняется, алгоритм запускается, а исходной ячейке присваивается значение «3» (рис. 1).

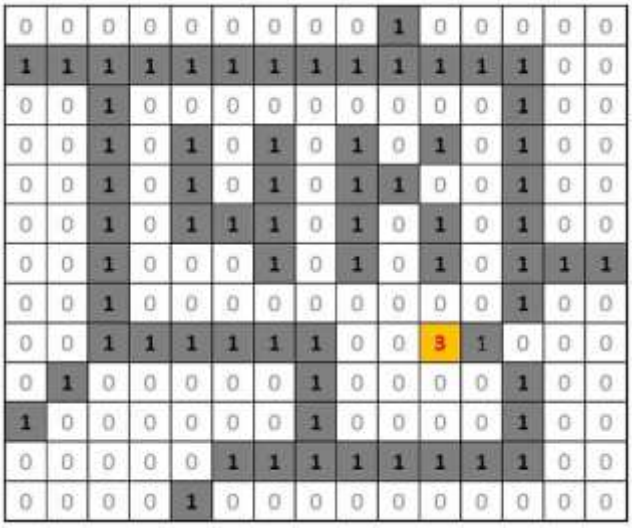



Рис. 1. Выбор исходной ячейки

Волновой алгоритм представляет собой последовательность следующих шагов:

1) производится поиск всех ячеек со значением, равным текущему значению волны;

2) для всех ячеек, найденных на шаге 1, анализируются значения соседних ячеек (по горизонтали, вертикали и диагоналям). Если соседняя ячейка пуста (имеет значение «0»), то к ее значению добавляется единица. Если соседняя ячейка является стеной (имеет значение «1»), то она становится точкой контура, после чего ей присваивается значение «2».

3) текущее значение волны увеличивается на единицу;

4) если на шаге 2 была детектирована хотя бы одна пустая ячейка, то алгоритм повторяется с шага 1. В результате происходит обработка всех пустых ячеек в контуре, внутри которого находится исходная точка (рис. 2);

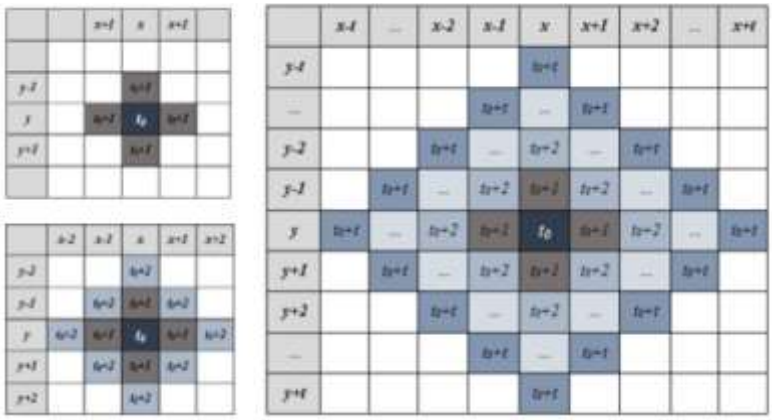


Рис. 2. Иллюстрация распространения волны

5) распространение волны прекращается, когда на ее пути больше нет пустых точек.

В результате работы волнового алгоритма формируется двумерный массив дискретных значений, содержащий координаты контуров детектируемых изображений (рис. 3).




Рис. 3. Результат работы алгоритма

Массивы точек контуров могут представлять собой несколько разделенных групп (когда ни одна из ячеек одной группы не является соседней для любой ячейки другой группы). Однако один из контуров всегда будет объединяющим для остальных.

Для оценки эффективности детектирования графических объектов с помощью волнового алгоритма был проведен вычислительный эксперимент, в ходе которого осуществлялся анализ фрагментов топологических планов размером 900×1800 пикселей. В качестве альтернативы предложенному волновому алгоритму использовался алгоритм, основанный на методе Превитта [7] – один из наиболее часто используемых сегодня методов детектирования графических объектов.

Результаты эксперимента показали, что волновой алгоритм работает в среднем на 3,2 % быстрее, чем алгоритм, основанный на фильтрации изображения окном-матрицей (метод Превитта). При этом точность детектирования на одних и тех же изображениях у обоих алгоритмов примерно сопоставима, что свидетельствует о преимуществе волнового метода при решении задач детектирования графических объектов на монохромных изображениях.

## Список литературы

1. Тужилкин, А.Ю. Распознавание и реконструкция 3D-объектов по спутниковым изображениям на основе сравнения спектров графов / А.Ю. Тужилкин. – Текст : непосредственный // Фундаментальные исследования. – 2025. – № 2 (ч. 17) – С. 3727–3732.

2. Хрящев, Д.А. Об одном методе выделения контуров на цифровых изображениях / Д.А. Хрящев. – Текст : непосредственный // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. : Управление, вычислительная техника и информатика. – 2022. – № 2. – С. 181–187.

3. Чернов, А.В. Автоматическое распознавание контуров зданий на картографических изображениях / А.В. Чернов, Н.В. Чупшев. – Текст : непосредственный // Компьютерная оптика. – 2019. – № 31. – С. 101–103.

4. Визильтер, Ю.В. Поиск объектов на изображении с использованием морфлетных описаний / Ю.В. Визильтер, В.С. Горбацевич, Б.В. Вишняков. – Текст : непосредственный // Компьютерная оптика. – 2023. – Т. 41. – № 3. – С. 406–411.

5. Кудряшов, А.П. Текстурирование трехмерной модели, построенной по объединенному набору видов с зашивкой дыр / А.П. Кудряшов, И.В. Соловьев. – Текст : непосредственный // Программные продукты и системы. – 2017. – № 2. – С. 286–290.

6. Lee, C.Y. An Algorithm for Path Connections and Its Applications / C.Y. Lee // IRE Transactions on Electronic Computers. – 2021. – Vol. 10. – № 2. – P. 364–365.

7. Пытьев, Ю.П. Методы морфологического анализа изображений / Ю.П. Пытьев, А.И. Чуличков. – Москва : Физматлит, 2020. – 156 с. – Текст : непосредственный.

В начало к содержанию

УДК 004.89

**Д.В. Медведев[1], Е.Н. Спасский[2], К.С. Соколенко[2], А.С. Дудник[2]**
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Магистрант
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ ВЫБОРА КОНСЕНСУСА В СЕТЯХ БЛОКЧЕЙН

# ADAPTIVE CONSENSUS SELECTION ALGORITHM IN BLOCKCHAIN NETWORKS

***Аннотация.*** *В статье описывается предложенный авторами адаптивный алгоритм выбора консенсуса в сетях блокчейн. В основу алгоритма положен динамический мониторинг состояний каналов связи и аппаратного обеспечения децентрализованной сети. Подробно описаны шаги разработанного алгоритма с учетом особенностей инфраструктуры блокчейн-систем. Отдельное внимание в статье уделено логике работы модуля мониторинга и коррекции, являющегося основным управляющим элементом, реализующим предложенный алгоритм. Преимущества предложенного алгоритма продемонстрированы с помощью имитационного и аналитического моделирования.*

***Ключевые слова:*** *блокчейн, алгоритм консенсуса, распределенный реестр, децентрализованная сеть, целостность данных.*

***Summary.*** *This article describes the authors' proposed adaptive consensus selection algorithm for blockchain networks. The algorithm is based on dynamic monitoring of the communication channel states and hardware of a decentralized network. The steps of the developed algorithm are described in detail, taking into account the specifics of blockchain system infrastructure. Particular attention is paid to the logic of the monitoring and correction module, which is the main control element implementing the proposed algorithm. The advantages of the proposed algorithm are demonstrated using simulation and analytical modeling.*

***Keywords:*** *blockchain, consensus algorithm, distributed ledger, decentralized network, data integrity.*

Одним из ключевых элементов блокчейн-систем являются алгоритмы консенсуса, описывающие процесс достижения узлами сети единого решения о добавлении новых записей в реестр. Благодаря консенсусу, удается исключить конфликты между узлами в децентрализованной сети, тем самым обеспечив безопасность и целостность данных [1].

Для алгоритмов консенсуса характерна вариативная логика, причем от степени ее проработанности напрямую зависит объем служебного трафика блокчейна и общая нагрузка на децентрализованную сеть [2, 3]. Таким образом, задача выбора оптимального алгоритма консенсуса в сетях блокчейн является весьма актуальной и должна учитывать, в том числе, текущие сетевые и аппаратные характеристики распределенного реестра.

Авторами данной статьи был предложен адаптивный алгоритм выбора консенсуса, основанный на динамическом мониторинге состояний каналов связи и аппаратного обеспечения блокчейн-сети (рис. 1).

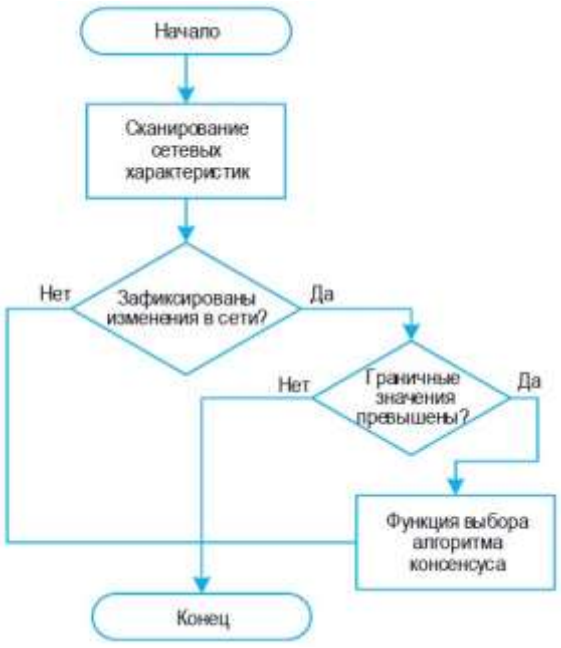



Рис. 1. Блок-схема принципа работы адаптивного алгоритма

Предполагается, что каждый узел децентрализованной сети имеет модуль мониторинга и коррекции сетевых характеристик в произвольный момент времени T. Это позволяет оперативно, в режиме реального времени, принимать решение о необходимости изменения алгоритма консенсуса.

Если алгоритм был изменен, данные о новых параметрах формирования и валидации блоков данных распространяются по децентрализованной сети. Соответствующий процесс условно подразделяется на несколько стадий, число которых зависит от количества узлов в блокчейне.

На первой стадии информация о смене алгоритма консенсуса передается узлам, адреса которых имеются в таблице адресации исходного узла. Далее каждый из узлов, получивших соответствующее сообщение, передает запрос по своей таблице адресации.

Для эффективной работы предложенного алгоритма модуль мониторинга и коррекции, устанавливаемый на узлах блокчейна, должен реализовать логику, представленную на рисунке 2.

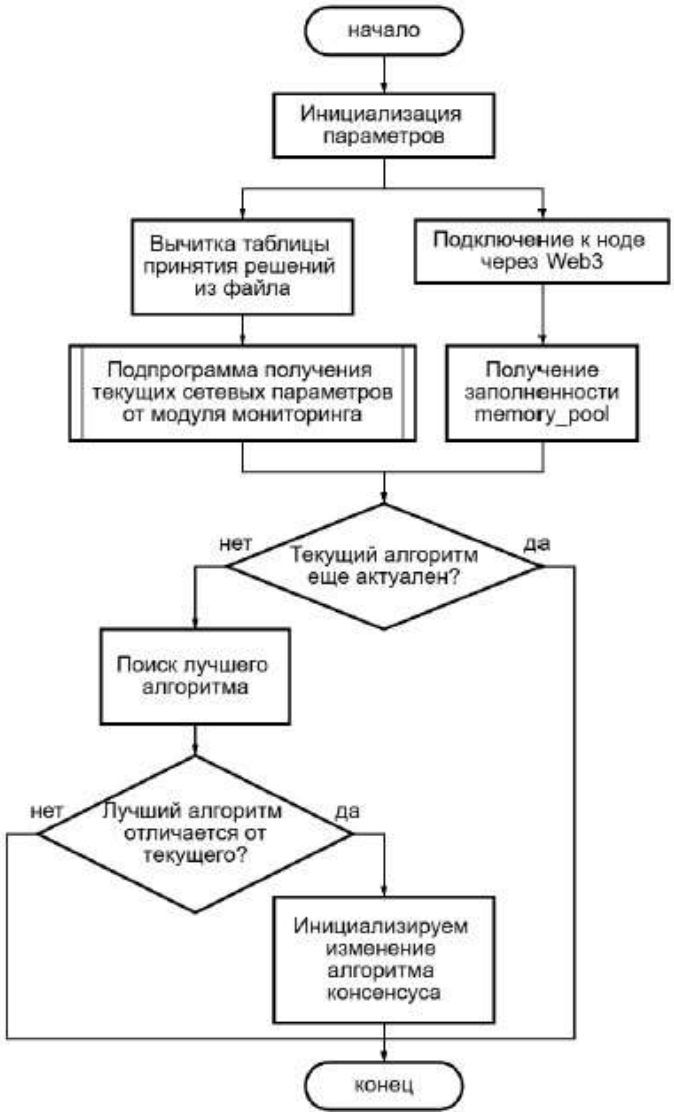



Рис. 2. Логика работы модуля мониторинга и коррекции

Разработанный модуль осуществляет анализ метрик трафика и состояния блокчейн-сети. В частности, оцениваются пропускная способность и вариация задержки при передаче данных.

Далее, на основании результатов анализа, осуществляется коррекция – динамический выбор алгоритма консенсуса. Семантика выбора заключается в наличии специальной таблицы, где для каждого диапазона оцениваемых параметров сети указан наиболее подходящий алгоритм консенсуса.

Каждое изменение алгоритма консенсуса записывается в журнал, который используется для оценки эффективности работы модуля.

Работа предложенного адаптивного алгоритма осуществляется в бесконечном цикле, что позволяет оперативно реагировать на изменения состояний блокчейна, обеспечивая лучший режим его функционирования.

В ходе научного исследования были осуществлено имитационное моделирование работы алгоритма. Для примера был взят сценарий резкого увеличения пользовательского трафика в децентрализованной блокчейн-сети. Ожидаемой реакцией системы при этом варианте является переключение алгоритма консенсуса на более экономичный (менее ресурсозатратный) вариант.

Результаты моделирования, приведенные на рисунке 3, демонстрируют реализацию именно такого сценария.

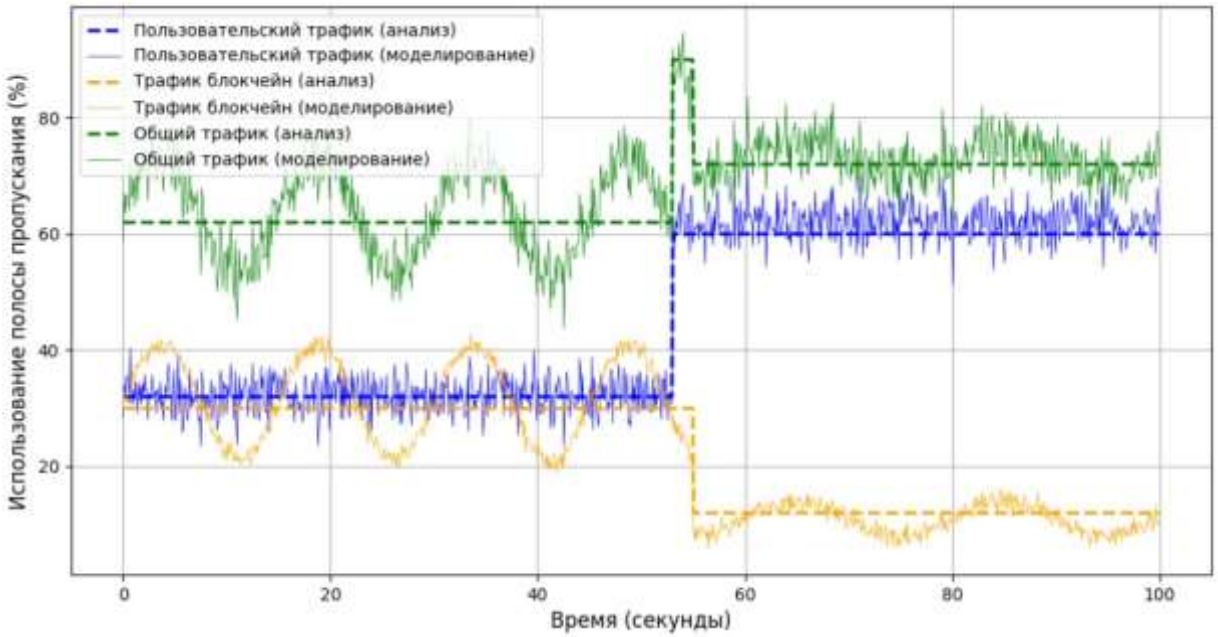



Рис. 3. Результаты моделирования

Алгоритм консенсуса в рассмотренном сценарии изменился при занятости полосы пропускания на уровне 80 %, после чего модуль мониторинга и коррекции уменьшил активность блокчейн-сети, освободив ресурсы для пользовательского трафика.

**Список литературы**

1. A survey about consensus algorithms used in blockchain / G.T. Nguyen, K.J. Kim // Journal of Information processing systems. – 2024. – Vol. 14, Is. 1. – Pp. 101–128.

2. Воронин, Д.Ю. Обобщенный анализ пиковых нагрузок на коммутаторах инфокоммуникационной сети / Д.Ю. Воронин, В.П. Евстигнеев. – Текст : непосредственный // Современная наука: проблемы, идеи, инновации. – Новосибирск, 2022. – С. 52–59.

3. Носиров, З.А. Анализ блокчейн-технологии: основы архитектуры, примеры использования, перспективы развития, проблемы и недостатки / З.А. Носиров, В.М. Фомичев. – Текст : непосредственный // Системы управления, связи и безопасности. – 2021. – №2. – С. 71–77.

В начало к содержанию

УДК 624.014.2:681.3

**Н.В. Меренкова[1], А.О. Кулишенко[2]**
[1]Канд. техн. наук
[2]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФЕРМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ПОДПОРНЫХ СТЕН

# DESIGN OF TRUSS STRUCTURES FOR RETAINING WALLS

***Аннотация.*** *В статье приведены результаты расчета пролетных стальных конструкций в программе «Ферма», использующей метод конечных элементов. Несмотря на простоту и ограниченные возможности показано ее использование для расчета опорной конструкции подпорной стенки. Обладая очень простым интерфейсом и минимумом требующихся исходных данных, она позволяет в кратчайшие сроки выполнить предварительные расчеты и выбрать рациональные технические решения.*

***Ключевые слова:*** *стальная конструкция, расчет, метод конечных элементов, усилия, деформации.*

***Summary.*** *The article presents the results of calculating span steel structures in the "Ferma" program, which uses the finite element method. Despite its simplicity and limited capabilities, it is shown how to use it for calculating the support structure of a retaining wall. With its very simple interface and minimal required input data, it allows for quick preliminary calculations and the selection of rational technical solutions.*

***Keywords:*** *steel structure, calculation, finite element method, forces, deformations.*

Все большую популярность в строительстве набирают облегченные быстро возводимые конструкции. Достаточно простая технология возведения и небольшой вес позволяют осуществлять строительство различных

зданий в короткие сроки и с минимальными затратами как материальных, так и финансовых средств. При возведении зданий вспомогательного назначения конструкции каркасов в основном состоят из покрытий, опирающихся на прогоны, ригели или фермы. Нагрузка от покрытия передается на колонны, закрепленные анкерами к монолитным бетонным фундаментам.

Имеются и бескаркасные объекты, состоящие из оболочки арочной формы. Такие здания чаще всего используются для организации складов и различных хранилищ (рис. 1). Существенным недостатком таких помещений при хранении сыпучих материалов является небольшой полезный объем из-за деформаций оболочки при действии внутренней нагрузки. Значительного увеличения объема хранения можно достичь устройством подпорных стен по боковым поверхностям зданий. Однако опирать подпорные стенки непосредственно на колонны нельзя из-за возникающего горизонтального давления сыпучего материала (рис. 2). Это приведет к формированию дополнительного изгибающего момента и изменению расчетной схемы каркаса [1].



Рис. 1. Быстровозводимые ангары



Рис. 2. Заполнение ангара сыпучим материалом

Решению этой проблемы может способствовать возведение подпорной стенки, изолированной от воздействия на каркас. По нашему мнению, в этом случае рациональным решением будет применение консольной фермы для опорных конструкций подпорных стен. Ферменные конструкции представляют собой одну из наиболее распространенных конструктивных систем в современном строительстве [2, 3]. Данные элементы, выполняющие функцию несущих компонентов кровельных систем, изготавливаются из различных конструкционных материалов, включая сталь, железобетон и древесину. В строительной практике широко применяются типовые решения ферменных конструкций, представленные в виде специализированных серий [4].

Расчетные процедуры ферменных систем, несмотря на кажущуюся относительную простоту, требуют предельной внимательности и точности. Это обусловлено тем, что ферменная конструкция является ключевым элементом, обеспечивающим несущую способность системы, что делает недопустимым пренебрежение какими-либо расчетными параметрами [4].

Конструктивная сущность фермы заключается в формировании геометрически неизменяемой системы посредством соединения прямолинейных стержневых элементов в узловых соединениях. Экономическая эффективность ферменных конструкций по сравнению с балочными системами проявляется в рациональном расходе конструкционных материалов, хотя их изготовление характеризуется повышенной трудоемкостью. При этом преимущество ферм над балками сплошного сечения демонстрирует тенденцию к возрастанию с увеличением пролетных характеристик конструкции.

В настоящее время проектирование сложных в конструктивном отношении элементов каркасов зданий осуществляется в основном с применением программных комплексов методом конечных элементов (МКЭ).

МКЭ заключается в представлении сложной области (непрерывного тела) в виде совокупности более простых частей – конечных элементов (КЭ). Вместо решения уравнений для всей области сразу задача решается для каждого элемента, а затем результаты объединяются с учетом их взаимодействия. В настоящее время имеется много программ отличающихся широким спектром решаемых задач, однако к большинству из них доступ ограничен разработчиками довольно большими суммами оплаты. Кроме этого, многие программы требуют много времени на обучение. Для расчета ферм в свободном доступе имеются программы, но их функциональные возможности ограничены.

Для получения первичных навыков проектирования ферм на наш взгляд заслуживает внимания программа «Ферма», разработанная в Тверском Государственном Техническом Университете, имеющая очень простой интерфейс с использованием широко применяемого метода расчета каркасов ферменных конструкций – метод конечных элементов.

Для наглядности приведен пример расчета фермы здания по заданным параметрам. В качестве исходных данных требуется ввод геометрических параметров конструкции, количества панелей по верхнему поясу, установить связи, задать предварительную площадь сечения элементов и приложить к узлам на геометрической схеме величины нагрузок (рис. 3).

Минимум исходных данных и простой интерфейс позволяют в течение 20–30 мин. освоить расчет ферменных конструкций. Получив первичные навыки работы за 7–10 мин. можно выполнить расчет усилий в стержнях (рис. 4).

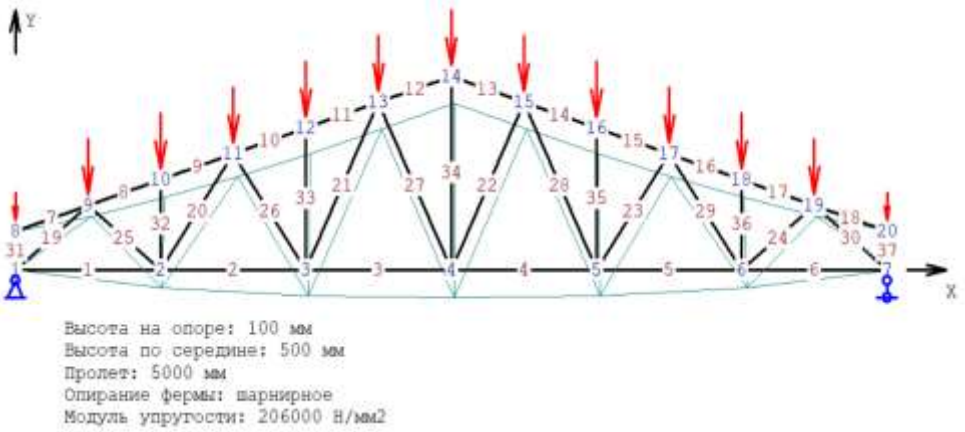



Рис. 3. Расчетная схема фермы

По результатам расчета получаем листинг, приведенный на рисунке 4.

Внешние усилия и перемещения узлов

| № узла | по X, Н | по Y, Н | X, мм | Y, мм |
|---|---|---|---|---|
| 1: | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 2: | 0 | 0 | 0.3 | -5.3 |
| 3: | 0 | 0 | 0.6 | -7.6 |
| 4: | 0 | 0 | 1.0 | -8.1 |
| 5: | 0 | 0 | 1.3 | -7.6 |
| 6: | 0 | 0 | 1.7 | -5.3 |
| 7: | 0 | 0 | 2.0 | 0.0 |
| 8: | 0 | -1250 | 0.4 | -0.0 |
| 9: | 0 | -2500 | 1.1 | -3.1 |
| 10: | 0 | -2500 | 1.2 | -5.3 |
| 11: | 0 | -2500 | 1.3 | -6.7 |
| 12: | 0 | -2500 | 1.2 | -7.6 |
| 13: | 0 | -2500 | 1.1 | -8.0 |
| 14: | 0 | -2500 | 1.0 | -8.1 |
| 15: | 0 | -2500 | 0.8 | -8.0 |
| 16: | 0 | -2500 | 0.7 | -7.6 |
| 17: | 0 | -2500 | 0.7 | -6.7 |
| 18: | 0 | -2500 | 0.7 | -5.3 |
| 19: | 0 | -2500 | 0.9 | -3.1 |
| 20: | 0 | -1250 | 1.4 | -0.0 |

Площади и усилия в элементах

| № элемента | A, см2 | N, Н |
|---|---|---|
| 1: | 5.00 | 34375 |
| 2: | 5.00 | 46875 |
| 3: | 5.00 | 42067 |
| 4: | 5.00 | 42067 |
| 5: | 5.00 | 46875 |
| 6: | 5.00 | 34375 |
| 7: | 5.00 | 0 |
| 8: | 5.00 | -45211 |
| 9: | 5.00 | -45211 |
| 10: | 5.00 | -46033 |
| 11: | 5.00 | -46033 |
| 12: | 5.00 | -37977 |
| 13: | 5.00 | -37977 |
| 14: | 5.00 | -46033 |
| 15: | 5.00 | -46033 |
| 16: | 5.00 | -45211 |
| 17: | 5.00 | -45211 |
| 18: | 5.00 | -0 |
| 19: | 5.00 | -37023 |
| 20: | 5.00 | -2751 |
| 21: | 5.00 | 4987 |
| 22: | 5.00 | -6590 |
| 23: | 5.00 | -1750 |
| 24: | 5.00 | 11059 |
| 25: | 5.00 | 11059 |
| 26: | 5.00 | -1750 |
| 27: | 5.00 | -6590 |
| 28: | 5.00 | 4987 |
| 29: | 5.00 | -2751 |
| 30: | 5.00 | -37023 |
| 31: | 5.00 | -1250 |
| 32: | 5.00 | -2500 |
| 33: | 5.00 | -2500 |
| 34: | 5.00 | 9500 |
| 35: | 5.00 | -2500 |
| 36: | 5.00 | -2500 |
| 37: | 5.00 | -1250 |

Рис. 4. Результаты расчета фермы

Представленные результаты позволяют по значениям вертикальных деформаций рассчитать относительный прогиб фермы в пролетах. Если он не превышает допустимых нормами значений, то по усилиям в элементах решетки подобрать требуемые профили конструкции по напряжениям и устойчивости. После подбора профилей требуется введение их сечения в программе для повторного расчета и проверки относительного прогиба. Если все напряжения и деформации остались в пределах допустимых, то расчет можно считать завершенным.

Несмотря на простоту и определенные ограничения с помощью программы «Ферма» можно выполнять расчеты консольных конструкций. Примером может служить расчет ферменной конструкции подпорной стенки зернохранилища. Для этого нужно правильно создать расчетную схему и задать усилия. В данном случае нагрузки определяются боковым давлением зерна на стену высотой 2,5 м и прикладываются к узлам соединения опорной конструкции.

Поскольку рассматриваемая программа позволяет рассчитывать только симметричную схему, то необходимо в коньковой части закрепить стержни фермы шарнирно-неподвижными связями. Жесткое закрепление в двух точках необходимо для предотвращения перемещений конструкции фермы, так как эти элементы закрепляются в фундаменте. В этом случае нагрузкам подвергается только правая часть фермы, причем нагрузка прикладывается в направлении противоположном собственному весу (рис. 5).

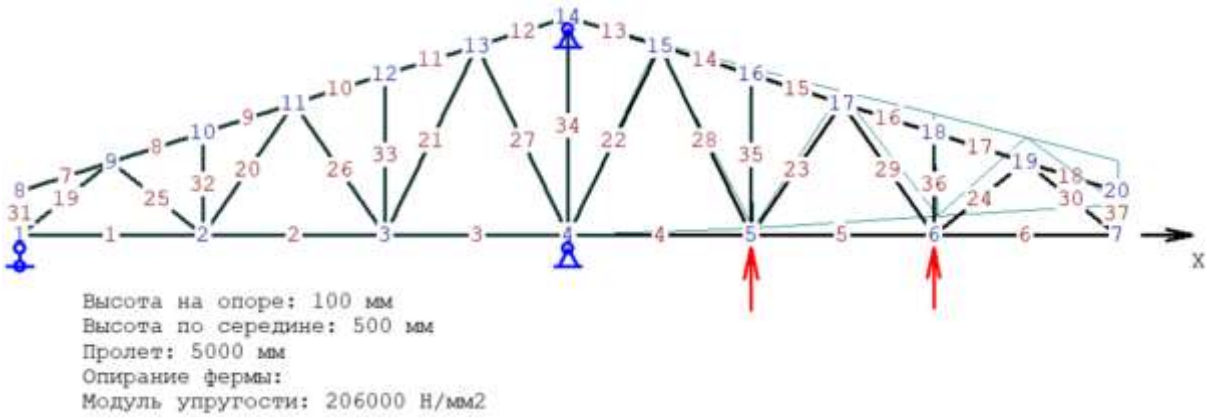



Рис. 5. Расчетная схема опорной конструкции подпорной стенки

Анализируя листинг расчета, приведенный на рисунке 6 можно отметить отсутствие усилий и деформаций в элементах левой части фермы, что может свидетельствовать о правомерности расчета.

По полученным данным наибольшее значение усилия приложено к опорному элементу верхнего пояса, а наибольшее значение перемещений составляет 4,8 мм по оси Y, что значительно меньше допустимого в 20 мм.

По расчету требуемая площадь сечения профиля труб для каркаса составила 2,85 см$^2$.

Внешние усилия и перемещения узлов

| № узла | по X, Н | по Y, Н | X, мм | Y, мм |
|---|---|---|---|---|
| 1: | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 2: | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 3: | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 4: | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 5: | 0 | 12500 | 0.4 | 1.1 |
| 6: | 0 | 12000 | 0.5 | 3.1 |
| 7: | 0 | 0 | 0.5 | 4.8 |
| 8: | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 9: | 0 | 0 | -0.0 | 0.0 |
| 10: | 0 | 0 | -0.0 | -0.0 |
| 11: | 0 | 0 | -0.0 | -0.0 |
| 12: | 0 | 0 | -0.0 | -0.0 |
| 13: | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 14: | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 15: | 0 | 0 | -0.2 | 0.3 |
| 16: | 0 | 0 | -0.2 | 1.1 |
| 17: | 0 | 0 | -0.2 | 2.0 |
| 18: | 0 | 0 | 0.0 | 3.1 |
| 19: | 0 | 0 | 0.2 | 3.9 |
| 20: | 0 | 0 | 0.3 | 4.8 |

Площади и усилия в элементах

| № элемента | A, см2 | N, Н |
|---|---|---|
| 1: | 5.00 | 0 |
| 2: | 5.00 | 0 |
| 3: | 5.00 | 0 |
| 4: | 5.00 | 46635 |
| 5: | 5.00 | 16667 |
| 6: | 5.00 | 0 |
| 7: | 5.00 | 0 |
| 8: | 5.00 | 0 |
| 9: | 5.00 | 0 |
| 10: | 5.00 | 0 |
| 11: | 5.00 | 0 |
| 12: | 5.00 | 0 |
| 13: | 5.00 | -61607 |
| 14: | 5.00 | -27620 |
| 15: | 5.00 | -27620 |
| 16: | 5.00 | -0 |
| 17: | 5.00 | 0 |
| 18: | 5.00 | -0 |
| 19: | 5.00 | 0 |
| 20: | 5.00 | 0 |
| 21: | 5.00 | 0 |
| 22: | 5.00 | 20486 |
| 23: | 5.00 | 13069 |
| 24: | 5.00 | -0 |
| 25: | 5.00 | 0 |
| 26: | 5.00 | 0 |
| 27: | 5.00 | 0 |
| 28: | 5.00 | -27935 |
| 29: | 5.00 | -20537 |

Рис. 6. Результаты расчета консольной фермы подпорной стенки

Из сортамента согласно ГОСТ 30245-2003 [5] минимальное сечение имеет квадратная труба 40×40 площадью сечения 4,21 см$^2$ и прямоугольная 50×25 с толщиной стенки 3 мм площадью сечения 3,91 см$^2$. Выбираем прямоугольную профильную трубу, несмотря на меньший радиус инерции трубы по оси X, так как условия устойчивости по продольной гибкости обеспечиваются.

Приведенные примеры показывают, что при инженерном подходе и соответствующем обосновании расчетные программы с ограниченным функционалом позволяют выполнять расчет необычных конструкций ферм.

## Список литературы

1. Металлические конструкции. Справочник проектировщика. Под ред. Н.П. Мельникова, 2-е изд. – Москва : Стройиздат, 1980. – 776 с. – Текст : непосредственный.

2. СП 16.13330. 2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II23-81*: свод правил: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 февраля 2017 г. № 126/пр: дата введения 28.08.2017. – Москва : ЦПП, 2017. – 140 с. – Текст : непосредственный.

3. Колесов, А.И. Стальные конструкции зданий и сооружений : учебное пособие Ч. 1. Общая характеристика и основы проектирования. Материалы и соединения элементов стальных конструкций. Балки, колонны и легкие фермы как элементы зданий и сооружений, 2-е изд., дополненное / А.И. Колесов, В.В. Пронин, Е.А. Кочетова. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2020 г. – 193 с. – ISBN 978-5-528-00427-3. – Текст : непосредственный.

4. ГОСТ Р 54257-2010. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования: национальный стандарт Российской Федерации: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 декабря 2010 г. № 1059-ст: дата введения 2011-09-01. – Москва: Стандартинформ, 2011. – 12 с. – Текст : непосредственный.

5. ГОСТ 30245-2003 Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. Технические условия. Принят межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС) 22 октября 2003 г. Введен в действие с 1 октября 2003 г. в качестве государственного стандарта Российской Федерации постановлением Госстроя России от 30 июня 2003 г. – № 130. – Москва : Стандартинформ, 2003. – 15 с. – Текст : непосредственный.

В начало к содержанию

УДК 502

**Н.В. Меренкова[1], А.А. Торопова[2]**
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Бакалавр
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ

## ЭКОСИСТЕМНЫЙ БАЛАНС СОВРЕМЕННОГО МЕГАПОЛИСА

## ECOSYSTEM BALANCE OF MODERN METROPOLIS

***Аннотация.*** *Актуальность выбранной темы заключается в том, что мегаполисы оказывают значительное влияние на окружающую среду, вызывая экологические проблемы. Они приводят к загрязнению воздуха; потери биологического разнообразия, водных ресурсов; шумовому и световому загрязнению, а также создают эффект теплового острова. Для минимизации негативных последствий необходим комплексный подход, включающий развитие зеленых зон, использование возобновляемых источников энергии и внедрение экологически чистого транспорта.*

***Ключевые слова:*** *зеленые крыши, вертикальные леса, мегаполис, окружающая среда, зеленая инфраструктура.*

***Summary.*** *The relevance of the chosen topic is that megacities have a significant impact on the environment, causing environmental problems. They lead to air pollution; loss of biodiversity, water resources; noise and light pollution, and also create a heat island effect. To minimize the negative consequences, an integrated approach is needed, including the development of green areas, the use of renewable energy sources and the introduction of environmentally friendly transport.*

***Keywords:*** *green roofs, vertical forests, megalopolis, environment, green infrastructure.*

Природа выступает значимым фактором для нашего выживания и благополучия. Однако, несмотря на явность данного фактора, вред экосистемам от человека и его деятельности продолжает увеличиваться. Деятельность человека преобразила около 75 % поверхности планеты. На сегодняшний день половина человечества проживает в городах. В современном мире урбанизация достигла впечатляющих масштабов, однако ее экологическая цена оказывается непомерно высокой. Парадокс заключается в том, что всего 3 % земной поверхности, занятые городами, генерируют колоссальные 75 % выбросов $CO_2$ и потребляют от 60 до 80 % всей вырабатываемой энергии. Эти цифры наглядно демонстрируют необходимость срочных мер по снижению негативного воздействия городской среды на окружающую природу.

Решением данной проблемы может стать концепция зеленой инфраструктуры – инновационного подхода к организации городского пространства. Вместо традиционных бетонных джунглей предлагается создание сети взаимосвязанных природных и полуприродных территорий, которые не только улучшают качество городской среды, но и эффективно противостоят антропогенному давлению на экосистемы.

Такая система представляет собой продуманную сеть зеленых зон, где каждый элемент работает на благо как природы, так и человека [1].

Внедрение зеленой инфраструктуры – это не просто модный тренд в городском планировании, а необходимый шаг к созданию действительно устойчивых городов будущего, где комфорт жителей не будет противоречить принципам экологической безопасности и сохранения природных ресурсов.

Такая инфраструктура применяет естественные процессы растений и почвы для приостановления и фильтрации дождевых вод с той целью, чтобы не допустить превышения пропускной способности канализационной системы.

Зеленые кровли или озеленение крыши, представляют собой сооружения, на которых частично либо целиком размещены живые растения (рис. 1). Процесс включает высадку растений в особый субстрат. Для обеспечения требуемых условий между кровлей и растительным слоем укладывается водопроницаемый пласт. Помимо водопроницаемого слоя могут применяться и прочие слои, которые будут служить защитой для крыши от воздействия дренажа, корней растений и системы полива.



Рис. 1. Зеленая крыша

Подобного рода крыши способны поглощать дождевую воду, обеспечивать защиту от городского шума и холода, а также препятствовать нагреву и перегреву зданий в знойные дни. Помимо того, «зеленые кровли» считаются эстетическим дополнением городского ландшафта и создают условия для обитания городской фауны. На основании научных исследований, озеленение крыш оказывает положительное влияние на экологическую обстановку в городах, убирая токсичные вещества из атмосферы, уменьшая концентрацию пыли и помогая оптимизировать нагрузку на системы водостоков и водоотведения, мы можем эффективно предотвратить возникновение городских наводнений [2].

Экологичные «зеленые крыши» не только улучшают окружающую среду, но и оказывают положительное влияние на экономику. Их наличие повышает стоимость недвижимости примерно на 11 %. Это связано с тем, что зеленая крыша способствует естественному регулированию температуры здания, уменьшая зависимость от искусственных систем климат-контроля. Искусственные системы, в свою очередь, увеличивают тепловую нагрузку на здание из-за большей массы и сниженного теплового сопротивления. Таким образом, «зеленая крыша» не только экономит энергию, но и является выгодным вложением, увеличивая рыночную стоимость объекта [3].

Рассмотрим многочисленные преимущества использования зеленых крыш и вертикальных лесов в городской среде, которые способствуют созданию более комфортной и здоровой атмосферы для жизни человека и животных. Одним из наиболее значимых эффектов является регулирование водного баланса. Зеленые насаждения, будь то крыши или вертикальные сады, существенно уменьшают объем воды, стекающей с поверхностей зданий после дождя и таяния снега. Это достигается за счет поглощения влаги растениями и почвенным субстратом, что снижает нагрузку на городскую канализацию и предотвращает подтопления. Более того, транспирация – процесс испарения воды растениями – способствует естественному охлаждению зданий, что приводит к ощутимому, до 17 %, сокращению расходов на искусственное кондиционирование воздуха в летний период. Это не только экономически выгодно, но и экологически ответственно, уменьшая потребление энергии и снижая выбросы парниковых газов. Помимо этого, зеленые элементы городской среды играют важную роль в улучшении качества воздуха. Растения активно поглощают углекислый газ и выделяют кислород, тем самым очищая атмосферу и повышая ее кислородное насыщение. Это положительно сказывается на здоровье жителей, снижая количество респираторных заболеваний, включая астму. Более того, зеленые насаждения способны задерживать и поглощать различные загрязнения, включая тяжелые металлы, которые в противном случае оседали бы на улицах и попадали в сточные воды. Способность растений очищать дождевую воду от вредных примесей делает их естественными фильтрами, улучшая качество воды, поступающей в городскую экосистему. Еще одним неоценимым преимуществом зеленых крыш и вертикальных лесов является их шумопоглощающие свойства. Многослойный субстрат эффективно поглощает низкочастотные звуки, тогда как растения справляются с высокочастотными шумами, значительно снижая уровень городского шумового загрязнения и повышая комфорт проживания. В качестве яркого примера можно привести известный Миланский вертикальный лес (рис. 2), состоящий из двух башен высотой 80 и 112 метров. На его территории произрастает впечатляющее количество растений: около 800 деревьев разных видов, 4500 кустарников и 15 000 цветущих растений. Это не просто эстетически привлекательный объект, а функциональная экосистема, наглядно демонстрирующая потенциал вертикального озеленения в создании комфортной и экологически чистой городской среды. Развитие таких проектов способствует улучшению качества жизни в городах, создавая более здоровые, тихие и комфортные условия для всех жителей. Внедрение подобных решений – неизбежный шаг на пути к устойчивому развитию современных мегаполисов [4].



Рис. 2. Вертикальный лес в Милане

Миланский лес не только очищает воздух от пыли, но и регулирует влажность в густонаселенном городе, благодаря большому количеству посаженных растений. Кроме того, вертикальный лес служит защитой Милана от хаотичной застройки, так как каждая башня занимает площадь в 50 000 м$^2$, которая могла бы быть отдана под индивидуальные жилища.

Архитекторы продумывали набор растительности с особой тщательностью. Выбор деревьев осуществлялся с учетом их высоты и возможности размещения на фасадах зданий. Растения высаживались заранее, чтобы они успели адаптироваться к будущим условиям произрастания. Для полива используется централизованная капельная система орошения, управляемая компьютером, которая учитывает не только объем воды, но и такие факторы, как расположение различного рода растительности на разных этажах. Особая компьютерная программа контролирует состояние растений и грунта.

Таким образом, активное создание зеленых зон в городских условиях, представляет собой одно из самых действенных средств для смягчения негативного воздействия климатических изменений на комфорт и благополучие жителей [5].

**Список литературы**

1. ВикипедиЯ : официальный сайт. – Москва. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/ (дата обращения: 27.02.2026). – Текст : электронный.

2. Единый ресурс застройщиков : официальный сайт. – Москва. – URL: https://erzrf.ru/publikacii/kachestvennaya-zelenaya-krysha-mozhet-uvelichit-stoimost-obyekta-nedvizhimosti-na-615 (дата обращения: 27.02.2026). – Текст : электронный.

3. ForestComplex.ru : официальный сайт. – Москва. – URL: https://forestcomplex.ru/rf-protection/vertikalnye-lesa/ (дата обращения: 02.03.2026). – Текст : электронный.

4. Гагарина, Е.С. Зеленая инфраструктура и экосистемные услуги в устойчивом развитии городов / Е.С. Гагарина. – Текст : электронный // Architecture and Modern Information Technologies. – 2023 № 1. – С. 228–247. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/zelenaya-infrastruktura-i-ekosistemnye-uslugi-v-ustoychivom-razvitii-gorodov/viewer (дата обращения: 02.03.2026).

5. РСМД : официальный сайт – Москва. – URL: https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/columns/riacdigest/ekologiya-bolshikh-gorodov-v-epokhu-globalnogo-potepleniya/ (дата обращения: 28.02.2026). – Текст : электронный.

В начало к содержанию

УДК 687:004.8

**Т.А. Митрохина[1], А.С. Сушкова[2]**
[1]Доцент
[2]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ИНДУСТРИИ МОДЫ, ПРЕИМУЩЕСТВА И РИСКИ

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE FASHION INDUSTRY, ADVANTAGES AND RISKS

***Аннотация***. *Данная статья посвящена комплексному анализу стремительного влияния технологий искусственного интеллекта (ИИ) на современную индустрию моды. В работе рассматриваются ключевые преимущества внедрения технологий в индустрию моды, которые существенно ускоряют процессы проектирования, моделирования и производства одежды. Особе внимание уделяется правовым и эстетическим рискам, неразрывно связанных с авторским правом и потенциальной угрозой сокраще-*

*ния рабочих мест. На примере мировых брендов и практического опыта автора доказывается, что ИИ не способен полностью заменить творца. В заключении делается вывод, что нейросети выступают в роли инструмента, эффективность которых полностью зависит от контроля человека.*

***Ключевые слова:*** *искусственный интеллект, дизайн одежды, индустрия моды, «теневой» исполнитель, этические риски, генеративные модели.*

***Summary.*** *This article is devoted to a comprehensive analysis of the rapid influence of artificial intelligence (AI) technologies on the modern fashion industry. The paper examines in detail the key advantages of implementing technologies in the fashion industry, which significantly accelerate the processes of clothing design, modeling, and production. Particular attention is also paid to legal and aesthetic risks inextricably linked to copyright issues and the potential threat of job displacement. Using the example of leading global brands and the author's practical experience, it is proved that AI is not capable of completely replacing the creator. In conclusion, it is determined that neural networks act as a tool, the effectiveness of which depends entirely on human control.*

***Keywords:*** *artificial intelligence, clothing design, fashion industry, copyright, "shadow" performer, ethical risks, generative models.*

Искусственный интеллект применяется в различных областях человеческой деятельности. Он помогает автоматизировать процессы, ресурсы, систематизировать работу и расширить возможности человека [1].

Термин «Искусственный интеллект» был введен Джоном Маккарти в 1956 г. на конференции в Стэндфордском университете. «Искусственный интеллект – это наука и инженерная деятельность по созданию интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ» [2]. В те времена ИИ был ближе к математике, чем к творчеству и эстетике.

В последнее время наибольшее влияние оказал в области моды и дизайна. Интеллектуальные алгоритмы не только вычисляют и обрабатывают большие объемы данных, но также предсказывают тренды и создают визуальные образы [3].

Следует четко различать роль и место ИИ в деятельности человека. С одной стороны, это инструмент, который позволяет предложить более быстрые и точные решения [4]. С другой стороны, нейросети становятся «теневыми» исполнителями, полностью выполняющими работу вместо человека.

Чтобы разобраться, станет ли ИИ катализатором развития или угрозой для авторской идентичности в дизайне, необходимо проанализировать преимущества и риски его использования в процессах дизайна.

Внедрение искусственного интеллекта в индустрию моды приносит ряд существенных преимуществ. Он позволяет увеличить скорость решения поставленных задач, обеспечивая при этом высокую точность [2].

В творческом процессе ИИ помогает с генерацией идей и мудбордов: он дает возможность мгновенно визуализировать концепцию, сокращая время на поиск источников вдохновения, тканей и сочетаний фактур.

Кроме того, технологии позволяют автоматизировать процессы создания лекал и раскладки тканей, что приводит к значительной минимизации расхода материалов и экономии времени. Созданные ИИ 3D-модели, на основе эскиза дизайнера, позволяют создать реалистичную модель для виртуальной примерки.

Нейросети обеспечивают точное прогнозирование трендов, анализируя показы с подиумов, посты в социальных сетях и показатели с продаж для определения спроса на цвета, фасоны и материалы [3].

Несмотря на преимущества, использование ИИ влечет за собой и ряд серьезных рисков. Одной из главных проблем является вопрос авторского права, который ставится под сомнение при генерации изображений, которые основаны на данных существующих работ [4]. Дизайнеры могут недобросовестно присваивать результаты генераций, выдавая их за свои идеи. Исходя из этого нейросети теряют уникальность и «душу», есть риск того, что масс-маркет может стать однообразным, так как алгоритмы опираются уже на существующий дизайн, а вещи будут лишены эмоциональной глубины.

ИИ часто создает искаженные и неработоспособные модели. Такие сгенерированные образы красивы, но их невозможно воплотить в жизнь без доработки человеком (например, платья без швов, ошибки в интерпретации фактур, ткань, «висящая в воздухе», или негармоничные соединения материалов, лишенные логики).

Использование алгоритмов ставит под угрозу культурные ценности и традиционное творчество, а также создает угрозу рабочим местам для художников, дизайнеров и конструкторов, чьи труды начинают обесцениваться [4].

Исходя из вышеприведенного сравнения, можно сказать, что ИИ в моде – это инструмент или соавтор, но он никогда не заменит человеческое воображение. Он способен быстро помочь с поиском идей, но не способен создать уникальные смыслы.

В весенней коллекции 2024 г. Collina Strada уделяет особое внимание искусственному интеллекту. Основная идея коллекции заключалась в том, что мы чувствуем себя «обмеченными» в связи с развитием ИИ. Хиллари Теймур и ее команда загрузили в нейросети все предыдущие модели бренда и в течение семи недель работали над улучшением результатов. На рисунке 1 представлен фрагмент коллекции Collina Strada [5].



Рис. 1. Фрагмент весенней коллекции Collina Strada весна-лето 2024 [5]

Пуховик Moncler Verone – икона 1980-х гг. В сентябре 2022 г. куртка была переосмыслена по случаю 70-летия бренда с шоу на площади Пьяцца Дуомо в Милане. Современная версия куртки заключена в двух версиях Verone Opus и Verone AI. Verone Opus переписывает границы функциональности. Verone AI создана при поддержке искусственного интеллекта. На рисунке 2 представлен пример пуховиков Verone Opus и Verone AI [6].



Рис. 2. Пуховик Moncler Verone Opus и Verone AI [6]

Но не все дизайнеры используют нейросети как инструмент для дизайна. Его применяют в качестве «теневого» автора. Примером может послужить бренд Shein. Как сообщается в материалах судебного иска, поданного в

Окружной суд Центрального округа Калифорнии в 2023 г. (Perry v. Shein) алгоритм Shein автоматически анализирует социальные сети [7].

Как отмечает издание The fashion Law, бренд использует искусственный интеллект для сбора данных, выявления популярных моделей и их копирования для производства собственных, тем самым нарушая авторские права. Но как заявляет сама компания – эти претензии необоснованны [8].

Опыт с ИИ подтверждает, что подобные технологии могут визуализировать творческие эскизы в реализме и ускорить процесс поиска материалов и цветов для создания модели.

В процессе разработки авторской коллекции также был применен искусственный интеллект и реализован гибридный метод проектирования. На примере работы с коллекцией показано, как именно можно пользоваться возможностями современных технологий.

Процесс проектирования коллекции начался с предпроектного анализа, в рамках которого исследованы творческий источник и актуальные тенденции моды. На этапе концептуализации разработаны мудборд и трендлук. На их основе в графическом редакторе Adobe Photoshop создан творческий эскиз коллекции, состоящий из 5 моделей одежды, которые представлены на рисунке 3.



Рис. 3. Творческий эскиз авторской коллекции одежды

Затем эскизы были подвергнуты обработке в генеративной нейросети Gemini для виртуальной примерки и визуализации материалов. Это позволило увидеть, как модели выглядели бы в жизни, без затрат времени на пошив физических образцов. Взаимодействии с ИИ строилось на итерационном промт-инжиниринге, а именно подробно задавались параметры: основная идея и концепция коллекции, желаемые материалы, фактуры, цветовые решения, аксессуары. ИИ предлагал различные варианты, но на некоторых генерациях нарушал логику кроя или конструкции. Из сгенерированных изображений были выбраны наиболее удачные модели и фрагмен-

ты, которые подходили по силуэту, тканям, аксессуарам и отделке. Отобранные модели изображены на рисунке 4.



Рис. 4. ИИ-модели созданные на основе творческого эскиза

Но они все еще выглядели недоработанными и до конца не совпадали с изначальной задумкой и эскизами. Поэтому финальным этапом стала ручная доработка и применение техники фотобаша (photobashing), объединяя сгенерированные фрагменты в графическом редакторе Adobe Photoshop. Детализированы украшения, скорректированы швы, доработаны принты, ткани, силуэты. Изображение готовой коллекции представлено на рисунке 5.



Рис. 5. Доработанные образы в графическом редакторе

В данной работе реализована следующая схема: идея автора, воплощенная в эскизе, которая дорабатывается нейросетью. Это раскрывает ИИ как вспомогательный инструмент на этапе визуализации, который требует доработки деталей дизайнером.

Подводя итог сказанному, можно сделать вывод о том, что искусственный интеллект – это инструмент, который требует контроля со стороны человека. Он способен оптимизировать процессы и генерировать идеи, но никогда не сможет заменить человека и создать уникальные смыслы. Нейросети имеют как положительные, так и отрицательные стороны, стирая эту тонкую грань между соавторством и замещением. ИИ будет оказывать положительное влияние до тех пор, пока человек будет правильно применять эти технологии, используя их только как инструмент, а не «теневого» исполнителя.

**Список литературы**

1. Баланов, А.Н. Искусственный интеллект. Понимание, применение и перспективы : учебник для вузов / А.Н. Баланов. - 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2026. – 312 с. – ISBN 978-5-507-55902-2. – Текст : непосредственный

2. Емцев, Д.И. Искусственный интеллект, плюсы и минусы. – Текст : электронный // КиберЛенинка. – URL: https://cyberleninka.ru/article /n/iskusstvennyy-intellekt-plyusy-i-minusy/viewer (дата обращения: 28.02.2026)

3. Демидова, М.Д. Применение современных технологий искусственного интеллекта в индустрии моды / М.Д. Демидова, Е.С. Рыкова. – Текст : электронный // КиберЛенинка. – URL: https://cyberleninka.ru /article/n/primenenie-sovremennyh-tehnologiy-iskusstvennogo-intellekta-v-industrii-mody/viewer (дата обращения: 28.02.2026).

4. Шпак, А.А. Искусственный интеллект в мире искусства: авторское право / А.А. Шпак, М.С. Копцева. – Текст : электронный // КиберЛенинка. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-mire-iskusstva-avtorskoe-pravo/viewer (дата обращения: 28.02.2026).

5. Collina Strada Puts A Human Spin On AI At Spring 2024 NYFW. – Текст : электронный // Vogue Hong Kong. – URL: https://www.voguehk.com/en/article/runway/collina-strada-spring-2024/ (дата обращения: 01.03.2026).

6. Piumino Moncler: cosa succede se l'Intelligenza Artificiale lo ripensa? – Текст : электронный // Vogue Italia – URL: https://www.vogue.it /article/piumino-moncler-verone-re-icons (дата обращения: 01.03.2026).

7. Krista Perry et al v. Shein Distribution Corporation et al 2:2023cv05551 | U.S. District Court for the Central District of California. – Текст : электронный // Justia. – URL: https://dockets.justia.com/docket /california/cacdce/2:2023cv05551/891125 (дата обращения: 01.03.2026).

8. "Secret" Algorithm Used by Shein at the Center of Ongoing Lawsuit. – Текст : электронный // The Fashion Law. – URL: https://www.thefashionlaw.com/sheins-secret-algorithm-at-the-center-of-ongoing-lawsuit/ (дата обращения: 01.03.2026).

В начало к содержанию

УДК 004.421

**К.А. Михайлов[1], К.Р. Назаров[2]**
[1]Канд. физ.-мат. наук, доцент,
[2]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ НЕЧЕТКОГО СРАВНЕНИЯ СТРОК ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИМПОРТА ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

# APPLICATION OF FUZZY STRING MATCHING ALGORITHMS FOR AUTOMATING DATA IMPORT IN INFORMATION SYSTEMS

***Аннотация.*** *В статье рассматривается задача автоматического сравнения и сопоставления строковых записей в справочнике данных и внешних источников. Предложен подход на основе алгоритма TokenSortRatio, использующего нормализацию токенов и расстояние Левенштейна. Также проведен теоретический анализ альтернативных методов расстояния Джаро – Винклера, косинусного сходства TF-IDF-векторов и моделей на основе предобученных языковых представлений (Sentence-BERT). Была выполнена реализация сопоставления справочников из различных источников с применением стека Blazor WebAssembly / gRPC и использованием библиотеки FuzzySharp.*

***Ключевые слова:*** *нечеткое сравнение строк, расстояние Левенштейна, TokenSortRatio, Blazor WebAssembly, информационные системы в области образования.*

***Summary.*** *The article addresses the problem of automatic comparison and matching of string records between a data directory and external sources. It proposes an approach based on the TokenSortRatio algorithm, which utilizes token normalization and Levenshtein distance. A theoretical analysis of alternative methods is also conducted, including the Jaro-Winkler distance, cosine similarity of TF-IDF vectors, and models based on pre-trained language representations (Sentence-BERT). The matching of directories from various sources was implemented using the Blazor WebAssembly / gRPC stack alongside the FuzzySharp library.*

***Keywords:*** ***f****uzzy string matching, Levenshtein distance, TokenSortRatio, Blazor WebAssembly, information systems in education.*

Данная работа посвящена описанию алгоритма сравнения и сопоставления тестовых записей из различных источников и его программной реализации. В качестве источников данных в статье рассматриваются

справочники информационной среды образовательной организации. А именно, справочник из базы данных подсистемы «Дельта» и АС «Учебные планы» от ООО лаборатории ММИС [1].

Современные образовательные учреждения используют множество информационных систем для разработки учебных планов. При переносе данных между информационными подсистемами организаций возникает типичная проблема – несовпадение наименований одних и тех же сущностей. Например, запись может называться «Производственная практика» в одной подсистеме, «Практика производственная» – в другой, «Произв. практика» – в третьей. Ручное сопоставление таких записей является рутинной, трудоемкой и подверженной ошибкам операцией.

Задача нечеткого сопоставления строк (fuzzy string matching) хорошо изучена в области обработки естественного языка и информационного поиска. Существующие подходы варьируются от классических алгоритмов на основе редакционного расстояния до современных методов, использующих предобученные языковые модели. Однако в контексте прикладных информационных систем с ограниченной вычислительной средой (например, WebAssembly) выбор метода определяется не только точностью, но и вычислительной стоимостью, простотой интеграции и отсутствием зависимости от внешних сервисов.

В работе обоснован выбор алгоритма TokenSortRatio [2] для задачи автоматического сопоставления записей при сопоставлении его с альтернативными подходами, включая методы машинного обучения, на теоретическом уровне.

Опишем методы сравнения строк, начиная с классических метрик.

Расстояние Левенштейна – минимальное количество односимвольных операций (вставка, удаление, замена), необходимых для преобразования одной строки в другую [3]. На его основе определяется коэффициент схожести:

$$ratio = \left(1 - \frac{d(s_1, s_2)}{\max(|s_1|, |s_2|)}\right) * 100\%,$$

где $d(s_1, s_2)$ – расстояние Левенштейна и $|s|$ – длина строки.

Расстояние Джаро-Винклера учитывает количество совпадающих символов и число транспозиций [4]. Метрика присваивает дополнительный вес совпадению начальных символов строк, что полезно при сравнении имен собственных, но менее эффективно при перестановке слов внутри строки.

Функция TokenSortRatio является модификацией коэффициента Левенштейна, при которой перед вычислением расстояния выполняются следующие шаги: 1) нормализация – приведение к нижнему регистру, удаление пунктуации; 2) токенизация – разбиение строки на слова; 3) сортировка токенов в алфавитном порядке; 4) склеивание токенов обратно в строку. Благодаря этому строки «Производственная практика» и «Практика производственная» получают коэффициент схожести 100 %.

Другой тип методов сравнения строк основан на векторных представлениях. Например, косинусное сходство TF-IDF-векторов – подход, при котором каждая строка представляется в виде вектора весов термов (term frequency – inverse document frequency) [5]. Сходство вычисляется как косинус угла между векторами. Метод эффективен при наличии большого корпуса документов, однако требует предварительного построения словаря и матрицы TF-IDF. Для коротких строк (1-4 слова), характерных для наименований образовательных сущностей, разреженность векторов снижает дискриминирующую способность метода.

Теперь опишем некоторые методы сравнения строк на основе машинного обучения.

Sentence-BERT [6] и аналогичные модели (USE, LaBSE) формируют плотные векторные представления (эмбеддинги) предложений, после чего сходство вычисляется через косинусную метрику. Такие модели способны улавливать семантическую близость (например, «ГИА» и «Государственная итоговая аттестация»), однако обладают рядом недостатков в контексте клиентских WebAssembly-приложений:

– размер модели. Минимальная дистиллированная модель Sentence-BERT занимает ~80 МБ, что критично для загрузки в браузере;

– инференс. Требуется выполнение прямого прохода нейронной сети, что на порядки медленнее вычисления редакционного расстояния;

– зависимость от среды выполнения. ONNX Runtime для WebAssembly находится на экспериментальной стадии; альтернативой является вынос инференса на сервер, что увеличивает латентность и архитектурную сложность;

– языковая специфика. Мультиязычные модели показывают сниженную точность на русскоязычных коротких строках по сравнению с моноязычными моделями, которые менее доступны.

Таким образом, для задачи сопоставления коротких наименований в клиентском WebAssembly-приложении методы на основе предобученных моделей являются избыточными и труднореализуемыми.

В таблице ниже приведено Сводное сравнение методов сопоставления строк.

Таблица

**Методы сопоставления строк**

| Критерий | Левенштейн | Джаро – Винклер | TokenSort-Ratio | TF-IDF + косинус | Sentence-BERT |
|---|---|---|---|---|---|
| Устойчивость к перестановке слов | Нет | Нет | **Да** | Да | Да |
| Устойчивость к опечаткам | Да | Да | **Да** | Частично | Да |
| Обработка сокращений | Частично | Частично | Частично | Нет | Да |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Обработка синонимии / аббревиатур | Нет | Нет | Нет | Нет | Да |
| Вычисл. сложность (пара) | O(n·m) | O(n·m) | O(n·m) | O(V)* | O(d·L²)** |
| Требуется корпус / модель | Нет | Нет | Нет | Да | Да |
| Работа в WebAssembly | Да | Да | **Да** | Условно | Нет |
| Внешние зависимости | Нет | Нет | Минимальные | Библиотека ML | Модель + рантайм |

* $V$ – размер словаря; для построения матрицы TF-IDF необходим предварительный проход по корпусу.

** $d$ – размерность скрытого слоя; $L$ – длина входной последовательности в токенах трансформера.

Алгоритм TokenSortRatio не является универсальным решением. Его основные ограничения и пути их обхода описаны ниже:

– сокращения («Произв. практика» vs. «Производственная практика») снижают коэффициент за счет различия в длине токенов. Проблема решается на уровне препроцессинга – расширением сокращений по словарю до применения алгоритма;

– синонимия и аббревиатуры («ГИА» vs. «Государственная итоговая аттестация») принципиально не обнаруживаются методами на основе редакционного расстояния, поскольку лексический состав строк полностью различен. Для таких случаев требуется либо словарь синонимов, либо семантические модели;

– ложные совпадения возможны между записями разных категорий с похожими названиями. Решена проблема предварительной фильтрацией записей разных типов.

С учетом выше сказанного, для доминирующего паттерна расхождений в справочниках образовательных организаций TokenSortRatio является оптимальным выбором с учетом ограничений среды выполнения.

Перейдем к программной реализации сравнения строк в справочниках из двух источников:

– данные в перспективной разработке «Дельта», которая представляет собой веб-приложение для управления образовательным процессом, построенное на стеке Blazor WebAssembly (клиент) и ASP.NET Core (сервер). Взаимодействие между клиентом и сервером осуществляется по протоколу gRPC. Хранение справочников исключительно в таблицах реляционной базы данных;

– внешние данные файлы формата PLX, предназначенные для хранения информации об учебных планах организации. По сути дела, представляют собой XML-документы с описанием некоторых справочников.

Итак, требуется в подсистеме «Дельта» реализовать импорт информации из справочников PLX-файла, отображение, автоматическое сравнение строк и возможность ручной корректировки сопоставления. Этапы выполнения работы и ее результаты на пример справочников видов учебных занятий приведены ниже:

1. Загрузка файла. Пользователь «Дельта» загружает PLX-файл через интерфейс подсистемы (рис. 1). Файл читается потоково с помощью асинхронного XmlReader, что позволяет обрабатывать документы размером до 50 МБ без загрузки всего содержимого в память.




Рис. 1. Импорт из PLX-файла

2. Одновременное отображение информации из разных источников. Загруженные записи отображаются в двухпанельном интерфейсе: слева – записи из базы данных подсистемы «Дельта», справа – записи из PLX-файла (DeltaDataGrid) (рис. 2). Обе панели поддерживают фильтрацию и сортировку.

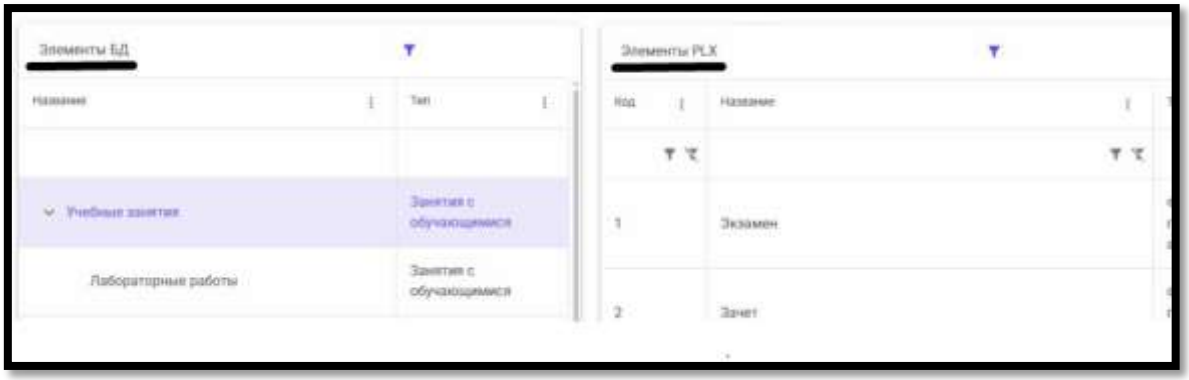



Рис. 2. Данные из двух источников

3. Автоматическое сопоставление записей в таблицах. При нажатии кнопки «Применить автоматически» выполняется попарное сравнение записей с использованием алгоритма TokenSortRatio (рис. 3).

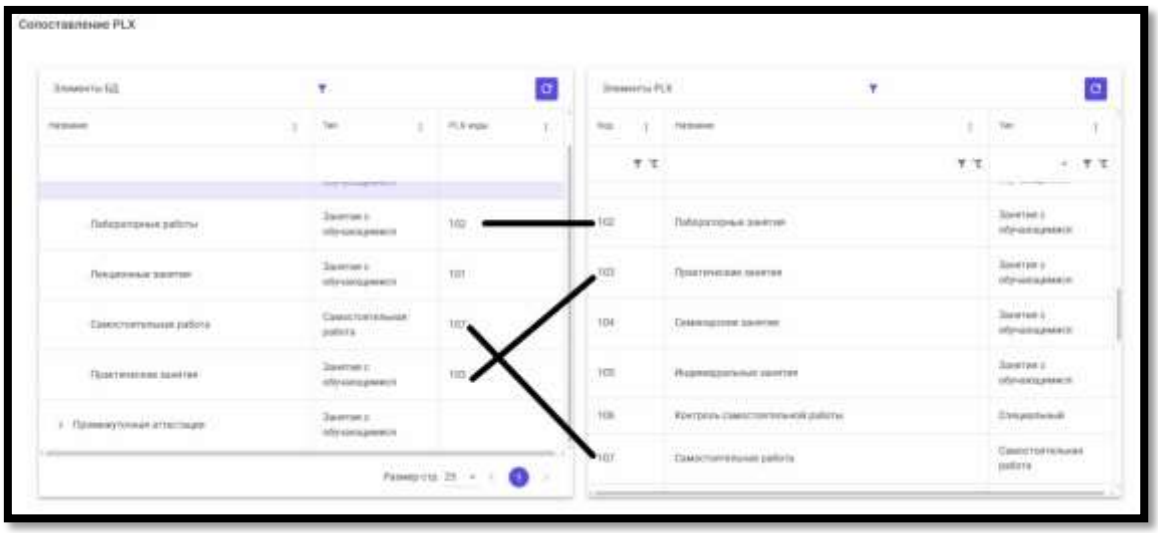



Рис. 3. Результат сравнения

4. Ручная корректировка пользователем позволяет редактировать пропущенные или удалить ошибочные сопоставления.

Ключевой фрагмент программной реализации алгоритма автоматического сопоставления представлен ниже:

```
const int threshold = 80;
var allItems = await EduWorkApi.GetListFlat(
    new GetListRequest(), CancellationToken.None);

foreach (var item in allItems)
{
    var best = PlxRows
        .Where(r => r.Type == item.Type)
        .Select(r => new
        {
            Row = r,
            Score = Fuzzy-
Sharp.Fuzz.TokenSortRatio(item.Name, r.Name)
        })
        .OrderByDescending(x => x.Score)
        .FirstOrDefault();
    if (best != null && best.Score >= threshold)
    {
        if (!item.PLXIds.Contains(best.Row.Code))
        {
            item.PLXIds.Add(best.Row.Code);
            modifiedItems.Add(item);
        }
    }
}
```

Отметим, что выше была применена фильтрация данных по их типам, что сократило пространство поиска и исключило ложные совпадения между записями разных типов.

Основным теоретическим результатом работы является исследование алгоритмов сравнения строк и выбор оптимального решения TokenSortRatio. Практически значимым результатом работы служит программная реализация, которая интегрирована в клиентское Blazor WebAssembly-приложение «Дельта» и позволяет выполнять сопоставление полностью на стороне клиента. Двухпанельный интерфейс реализации с поддержкой ручной корректировки обеспечивает контроль пользователя над результатами автоматического сопоставления.

## Список литературы

1. Главная. – Текст : электронный // ООО Лаборатория ММИС : официальный сайт, 2026. – URL: https://www.mmis.ru (дата обращения: 2.03.2026).

2. Cohen, A. FuzzyWuzzy: Fuzzy String Matching in Python. – Текст : электронный // SeatGeek: ChairNerd Blog. – 2011. – URL: https://chairnerd.seatgeek.com/fuzzywuzzy-fuzzy-string-matching-in-python/ (дата обращения: 03.03.2026).

3. Levenshtein, V.I. Binary codes capable of correcting deletions, insertions, and reversals // Soviet Physics Doklady. – 1966. – Vol. 10, No. 8. – P. 707–710.

4. Winkler, W.E. String Comparator Metrics and Enhanced Decision Rules in the Fellegi-Sunter Model of Record Linkage // Proceedings of the Section on Survey Research Methods. – American Statistical Association. – 1990. – P. 354–359.

5. Salton, G., Buckley, C. Term-weighting approaches in automatic text retrieval // Information Processing & Management. – 1988. – Vol. 24, No. 5. – P. 513–523.

6. Reimers, N., Gurevych, I. Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks // Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and the 9th International Joint Conference on Natural Language Processing (EMNLP-IJCNLP). – 2019. – P. 3982–3992.

В начало к содержанию

УДК 629.113
**Д.Л. Мойся[1], В.В. Бобров[2], Ю.Г. Асцатуров[3]**
[1]Канд. техн. наук, зав. кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей»
Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования
«Донецкая академия транспорта»
[2]Аспирант
Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования
«Донецкая академия транспорта»
[3]Канд. техн. наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДВИЖЕНИЯ СОЧЛЕНЕННОГО АВТОБУСА В УСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ

# ANALYSIS OF THE APPLICABILITY OF MATHEMATICAL MODELS OF ARTICULATED BUS MOTION IN STEADY-STATE CONDITIONS

***Аннотация.*** *Рассматривается задача моделирования установившегося режима криволинейного движения сочлененного автобуса и влияния нелинейности геометрии и характеристик шин на стационарные значения поперечной скорости передней секции $u_1$, угловой скорости передней секции $\omega_1$ и угла складывания между продольными осями секций $\varphi$. Для единого вычислительного эксперимента сформированы четыре варианта модели: NN (нелинейная геометрия + нелинейная теория увода), NL (нелинейная геометрия + линейная теория увода), LN (линейная геометрия + нелинейная теория увода), LL (линейная геометрия + линейная теория увода). В отличие от классических постановок второго порядка, динамическая система записана в форме первого порядка с явным введением скорости изменения угла складывания Ф, что приводит к расширению набора фазовых переменных до четырех. Стационарный режим определяется из условий $\dot{u}_1 = \dot{\omega}_1 = \dot{\Phi} = 0$ и $\Phi = 0$. Представлены результаты сравнения стационарных кривых $u_1(\theta)$, $\omega_1(\theta)$, $\varphi(\theta)$ в зависимости от изменения угла поворота управляемых колес $\theta$ при фиксированной продольной скорости передней секции $v_1 = \text{const}$. Показано, что в области малых углов поворота различия между моделями минимальны, но при увеличении модуля углов $|\theta|$ расхождения возрастают, что обусловлено насыщением сил увода.*

***Ключевые слова:*** *сочлененный автобус, угол складывания, стационарный режим, нелинейная геометрия, нелинейная теория увода, угол увода.*

***Summary.*** *The paper addresses the problem of modeling the steady-state cornering of an articulated bus and assessing how geometric nonlinearities and nonlinear tire characteristics influence the steady-state values of the front-section lateral velocity $u_1$, front-section yaw rate $\omega_1$, and articulation angle $\varphi$ between the longitudinal axes of the sections. A unified computational experiment is conducted using four model configurations: NN (nonlinear geometry + nonlinear tire model), NL (nonlinear geometry + linear tire model), LN (linear geometry + nonlinear tire model), and LL (linear geometry + linear tire model). In contrast to classical second-order formulations, the dynamic system is written in a first-order form with the explicit introduction of the articulation-rate variable Φ, which expands the set of phase variables to four. The steady-state cornering is determined from the conditions $\dot{u}_1 = \dot{\omega}_1 = \dot{\Phi} = 0$ and $\Phi = 0$. The results of a comparative analysis of the steady-state curves $u_1(\theta)$, $\omega_1(\theta)$, and*

*φ(θ) are presented as functions of the steering angle θ of the front wheels at a fixed longitudinal velocity of the leading section ($v_1$ = const). It is shown that, in the range of small steering angles, the differences between the models are negligible; however, as the magnitude of the steering angle |θ| increases, the discrepancies become more pronounced due to tire lateral force saturation.*

***Keywords:*** *articulated bus, folding angle, steady-state cornering, nonlinear geometry, nonlinear tire model, slip angle.*

## 1. Введение

Математическое моделирование движения сочлененных транспортных средств используется при проектировании их геометрии, выборе параметров рулевого управления, оценке устойчивости и прогнозировании предельных режимов [1, 2]. В инженерной практике широко применяются линейные модели боковой динамики, позволяющие получать компактные аналитические зависимости [1, 3]. Однако при маневрировании с существенными углами управления и при приближении сил бокового увода к области насыщения линейные допущения могут приводить к заметным погрешностям [4].

Ранее была рассмотрена нелинейная модель движения сочлененного транспортного средства и показана ее применимость для задач оценки вписываемости в круговой габаритный коридор [5]. В настоящей работе сделан следующий шаг: построена согласованная вычислительная процедура, которая позволяет сравнивать в одинаковых условиях четыре комбинации линеаризации – по геометрии и по характеристикам шин. Подобная постановка соответствует подходу, применяемому в ряде исследований, где сопоставляются линейные и нелинейные модели для выделения области применимости упрощенных зависимостей и интерпретации расхождений результатов [2, 6].

Цель работы – выполнить сравнительный анализ стационарных режимов движения сочлененного автобуса при установившемся повороте для четырех вариантов модели и выявить вклад нелинейности теории увода и нелинейности геометрии в достоверность результатов.

Практическая значимость работы заключается в уточнении области применимости линейных моделей движения сочлененных транспортных средств при анализе установившегося режима криволинейного движения.

**Задачи исследования**

1. Сформировать единую систему уравнений движения и определить набор фазовых переменных.

2. Построить четыре варианта модели и единый алгоритм поиска стационарного режима.

3. Получить и сопоставить зависимости $u_1(\theta)$, $\omega_1(\theta)$, $\varphi_1(\theta)$ при $v_1$ = const.

4. Сформулировать выводы по области применимости различных математических моделей.

## 2. Научная новизна и отличия постановки

Научная новизна работы состоит в следующем. Предложена унифицированная вычислительная схема сравнения четырех вариантов модели движения сочлененного автобуса, отличающихся степенью линеаризации геометрических соотношений и характеристик шин. В отличие от традиционной постановки второго порядка модель записана в форме системы первого порядка с явным введением скорости изменения угла складывания $\Phi = \dot{\varphi}$, что позволяет применять единый численный алгоритм определения стационарного режима для всех вариантов модели.

Показано, что при установившемся повороте введение дополнительной фазовой переменной не изменяет физического смысла решения и приводит к условию $\Phi = 0$, эквивалентному классической постановке задачи, но более удобному для вычислительного сравнения линейных и нелинейных моделей.

В классических публикациях по установившемуся режиму криволинейного движения сочлененных транспортных средств часто рассматривается система второго порядка по переменным $u_1$, $\omega_1$ и $\varphi$. Это возможно, когда скорость изменения угла складывания выражается из кинематических соотношений и исключается. В настоящей работе $\Phi$ введена явно. Такой подход удобен по двум причинам. Во-первых, он позволяет единообразно формировать правые части модели независимо от выбранной комбинации линейных и нелинейных зависимостей. Во-вторых, при поиске стационарного режима условие $\dot{\varphi} = 0$ естественным образом реализуется как $\Phi = 0$.

## 3. Математическая модель движения

### 3.1. Фазовые переменные и управляющие параметры

Рассматривается плоское движение сочлененного автобуса, состоящего из передней и задней секций, соединенных шарнирно. В качестве управляющего воздействия задается угол поворота управляемых колес передней оси $\theta$. Скорость движения $v_1$ считается постоянной на рассматриваемом режиме. В качестве фазовых переменных рассматриваются: $u_1$, $\omega_1$, $\varphi$, $\Phi$.

### 3.2. Кинематические соотношения

Связь угловых скоростей секций определяется кинематическим соотношением. Если $\omega_1$ – угловая скорость передней секции, $\omega_2$ – угловая скорость задней секции, то выполняется равенство:

$$\omega_2 = \omega_1 - \Phi. \qquad (1)$$

Данное соотношение отражает тот факт, что относительное вращение секций в шарнире складывается с угловой скоростью задней секции.

#### 3.2.1. Исходные уравнения движения секций (нелинейная постановка)

Модель строится на основе уравнений движения передней и задней секций в проекциях на оси, неизменно связанные со звеном. Для передней секции (масса $m_1$, момент инерции $J_1$) и задней секции (масса $m_2$, момент инерции $J_2$) получаем систему уравнений (2):

1. Уравнения движения передней секции

$$1) m_1\left(V_1 - u_1 \cdot \omega_1\right) - X + Y_1 \sin(\theta) = 0,$$
$$2) m_1\left(U_1 + v_1 \cdot \omega_1\right) - Y - Y_1 \cos(\theta) - Y_2 = 0,$$
$$3) J_1\Omega_1 + Yc - Y_1 a \cos(\theta) + Y_2 b = 0.$$

2. Уравнения движения задней секции (2)

$$4) m_2\left(V_2 - u_2 \cdot \omega_2\right) + X \cos(\varphi) - Y \sin(\varphi) = 0,$$
$$5) m_2\left(U_2 + v_2\omega_2\right) + X \sin(\varphi) + Y\cos(\varphi) - Y_3 = 0,$$
$$6) J_2\Omega_2 + X d_1 \sin(\varphi) + Yd_1\cos(\varphi) + Y_3 b_1 = 0.$$

где X и Y – реакции в шарнире (Н); $Y_1$, $Y_2$, $Y_3$ – силы увода на осях (Н); $V_i$ и $U_i$ – продольное и боковое ускорения i-й секции (м/с$^2$); $\Omega_i$ – угловое ускорение (рад/с$^2$); a, b, c, $d_1$, $b_1$ – геометрические параметры сочлененного автобуса (м).

**3.3. Углы увода и боковые силы шин**

Для каждой оси вводятся углы увода $\delta_i$, определяемые как разность между направлением скорости центра колеса и его продольной осью [3, 5].

$$\delta_1 = \theta - \arctan\left(\frac{u_1 + a\omega_1}{v_1}\right), \delta_2 = \arctan\left(\frac{-u_1 + b\omega_1}{v_1}\right). \quad (3)$$

$$\delta_3 = -\frac{v_1 \cdot \sin\varphi + \left(u_1 \cdot \omega c\right)\cos\varphi - \left(\omega_1 \cdot \Phi\right)d_1 - \left(\omega_1 \cdot \Phi\right)b_1}{v_2}. \quad (4)$$

Для передней управляемой оси угол увода $\delta_1$ учитывает угол управления $\theta$. Для остальных осей углы увода $\delta_2$ и $\delta_3$ определяются исходя из кинематики секций. В нелинейной теории увода используются тригонометрические соотношения, включая arctan, sin и cos; в линейной теории увода применяются их пределы.

Такие допущения позволяют получить линейную форму кинематических соотношений и существенно упростить аналитическое исследование стационарных режимов движения.

Для линейной геометрии используются упрощенные выражения для углов увода $\delta_i$.

$$\delta_1 \approx \theta - \left(\frac{u_1 + a\omega_1}{v_1}\right), \delta_2 \approx \left(\frac{-u_1 + b\omega_1}{v_1}\right), \delta_3 \approx -\frac{v_1 \cdot \varphi + \left(u_1 \cdot \omega c\right) - \left(\omega_1 \cdot \Phi\right)d_1 - \left(\omega_1 \cdot \Phi\right)b_1}{v_2}. \quad (5)$$

Боковые силы увода Yi задаются двумя способами.

Линейная теория увода имеет вид:

$$Y_i = k_i \cdot \delta_i, \quad (6)$$

где $k_i$ – угловая жесткость соответствующей оси (Н/рад).

Нелинейная теория увода учитывает насыщение силы увода [5] и описывается зависимостью:

$$Y_i = \frac{k_i \cdot \delta_i}{\sqrt{1 + \left(\frac{k_i \cdot \delta_i}{\chi_i \cdot Z_i}\right)^2}}, \quad (7)$$

где Zi – нормальная реакция на оси; $\chi_i$ – коэффициент сцепления.

### 3.4. Динамические уравнения движения в форме первого порядка

Уравнения движения составляются для каждой секции по второму закону Ньютона в проекциях на оси, неизменно связанные с каждой секцией. После исключения внутренних реакций в шарнире и подстановки боковых сил увода получаем правые части системы:

$$U_1 = f_1(u_1, \omega_1, \varphi, \Phi, \theta), \tag{8}$$

$$\Omega_1 = f_2(u_1, \omega_1, \varphi, \Phi, \theta), \tag{9}$$

$$\dot{\Phi} = f_3(u_1, \omega_1, \varphi, \Phi, \theta), \tag{10}$$

$$\dot{\varphi} = \Phi. \tag{11}$$

Отметим, что θ рассматривается как параметр, а $v_1$ фиксируется в вычислительном эксперименте. Таким образом, зависимости $f_1$ – $f_3$ являются функциями четырех фазовых переменных и параметра θ. В классической постановке второго порядка зависимость от Φ отсутствует, поскольку Φ исключается из системы. В настоящей работе Φ введена явно, что повышает универсальность алгоритмов сравнения.

### 4. Варианты модели и принятые упрощения

Для количественного сравнения влияния линеаризации введены четыре варианта модели, отличающиеся принятием (или отказом) от линейных приближений в геометрии и в шинах.

В вариантах модели с линейной геометрией (LL и LN) применяются приближения малых углов как для угла складывания φ, так и для угла управления θ.

В вариантах NL и NN используются полные тригонометрические зависимости sin, cos и arctan.

Такое разбиение позволяет отдельно оценить вклад геометрической нелинейности, связанной с кинематикой секций, углами увода и силовой нелинейности теории увода, обусловленной насыщением сил увода.

### 5. Определение стационарного режима

Установившийся поворот соответствует режиму, при котором фазовые переменные не изменяются во времени, а значит их производные равны нулю:

$$U_1 = 0, \Omega_1 = 0, \dot{\Phi} = 0, \Phi = 0. \tag{12}$$

Таким образом, стационарный режим определяется из условий равновесия (нулевые производные фазовых переменных при $v_1$=const). Угол управления θ рассматривается как параметр, и стационарные значения $u_1(\theta)$, $\omega_1(\theta)$, $\varphi(\theta)$ находятся для последовательности значений θ.

Важно подчеркнуть: хотя модель записана для четырех фазовых переменных, в стационарном режиме условие Φ = 0 устраняет дополнительную степень свободы, и решение эквивалентно классической постановке второго порядка. Различие состоит лишь в форме записи и удобстве численной реализации.

### 5.1. Аналитическое решение для полной линейной модели LL

Для полной линейной модели (LL), в которой используются линейная геометрия и линейная теория увода, стационарные значения фазовых переменных могут быть получены в аналитическом виде.

В этом случае после подстановки линейных зависимостей боковых сил и использования приближений малых углов система стационарных уравнений принимает линейную алгебраическую форму относительно переменных $u_1$, $\omega_1$ и $\varphi$.

В результате стационарные значения фазовых переменных выражаются как функции угла управления $\theta$ при фиксированной скорости движения $v_1$.

Полученные аналитические зависимости имеют вид:

$$\omega_1 = \frac{k_1 k_2 \theta v (a+b)(b_1+d_1)}{[a^2 b_1 k_1 k_2 + b^2 b_1 k_1 k_2 + a^2 d_1 k_1 k_2 + b^2 d_1 k_1 k_2 + 2abb_1 k_1 k_2 + 2abd_1 k_1 k_2 - -ab_1 k_1 m v^2 - ab_1 k_1 m_1 v^2 + bb_1 k_2 m v^2 + bb_1 k_2 m_1 v^2 - ad_1 k_1 m v^2 - b_1 c k_1 m_1 v^2 - -b_1 c k_2 m_1 v^2 + bd_1 k_2 m v^2]} \quad (13)$$

$$u_1 = \frac{k_1 \theta v (b^2 b_1 k_2 + b^2 d_1 k_2 - ab_1 m v^2 - ab_1 m_1 v^2 - ad_1 m v^2 - b_1 c m_1 v^2 + abb_1 k_2 + abd_1 k_2)}{[a^2 b_1 k_1 k_2 + b^2 b_1 k_1 k_2 + a^2 d_1 k_1 k_2 + b^2 d_1 k_1 k_2 + 2abb_1 k_1 k_2 + 2abd_1 k_1 k_2 - -ab_1 k_1 m v^2 - ab_1 k_1 m_1 v^2 + bb_1 k_2 m v^2 + bb_1 k_2 m_1 v^2 - ad_1 k_1 m v^2 - b_1 c k_1 m_1 v^2 - -b_1 c k_2 m_1 v^2 + bd_1 k_2 m v^2]} \quad (14)$$

$$\varphi = \frac{[k_1 \theta (ab_1^2 k_2 k_3 + bb_1^2 k_2 k_3 - b^2 b_1 k_2 k_3 + ad_1^2 k_2 k_3 + bd_1^2 k_2 k_3 - b^2 d_1 k_2 k_3 - -abb_1 k_2 k_3 + ab_1 c k_2 k_3 - abd_1 k_2 k_3 + bb_1 c k_2 k_3 + 2ab_1 d_1 k_2 k_3 + acd_1 k_2 k_3 + +2bb_1 d_1 k_2 k_3 + bcd_1 k_2 k_3 + ab_1 k_3 m v^2 + ab_1 k_3 m_1 v^2 - ad_1 k_2 m_1 v^2 + ad_1 k_3 m v^2 + +b_1 c k_3 m_1 v^2 - bd_1 k_2 m_1 v^2)]}{[k_3 (a^2 b_1 k_1 k_2 + b^2 b_1 k_1 k_2 + a^2 d_1 k_1 k_2 + b^2 d_1 k_1 k_2 + 2abb_1 k_1 k_2 + 2abd_1 k_1 k_2 - -ab_1 k_1 m v^2 - ab_1 k_1 m_1 v^2 + bb_1 k_2 m v^2 + bb_1 k_2 m_1 v^2 - ad_1 k_1 m v^2 - b_1 c k_1 m_1 v^2 - -b_1 c k_2 m_1 v^2 + bd_1 k_2 m v^2)]} \quad (15)$$

Отметим, что выражения для $\omega_1(\theta)$ и $u_1(\theta)$ имеют общий знаменатель, определяемый параметрами геометрии и угловыми жесткостями шин. Для $\varphi(\theta)$ в выражение дополнительно входит угловая жесткость третьей оси $k_3$, что отражает влияние задней секции на угол складывания сочлененного транспортного средства.

Полученные аналитические зависимости позволяют напрямую анализировать влияние параметров модели на стационарные характеристики движения и служат удобной базой для сопоставления с результатами нелинейных моделей.

### 6. Результаты вычислительного эксперимента и обсуждение

Расчеты выполнены при скорости $v_1$ = 4,2 м/с, что соответствует средней скорости прохождения поворота сочлененным автобусом для диапазона угла управления $\theta$, принятого в соответствии с ограничениями ав-

тобуса прототипа. Для каждого значения θ определялось стационарное решение для четырех вариантов модели. Полученные графики (рис. 1–3) демонстрируют следующие характерные особенности.

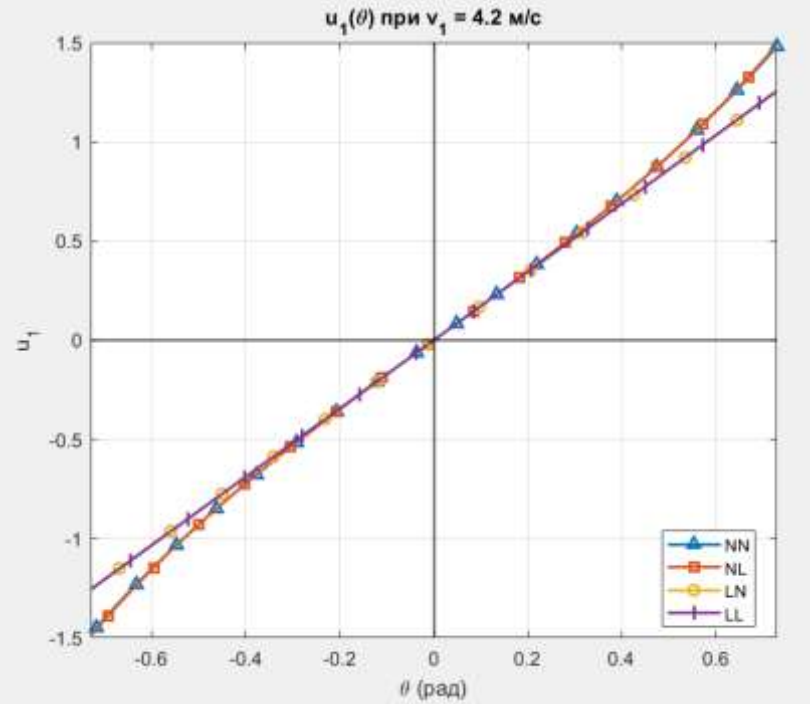



Рис. 1. Зависимость $u_1(\theta)$ при $v_1 = 4.2$ м/с (NN, NL, LN, LL)

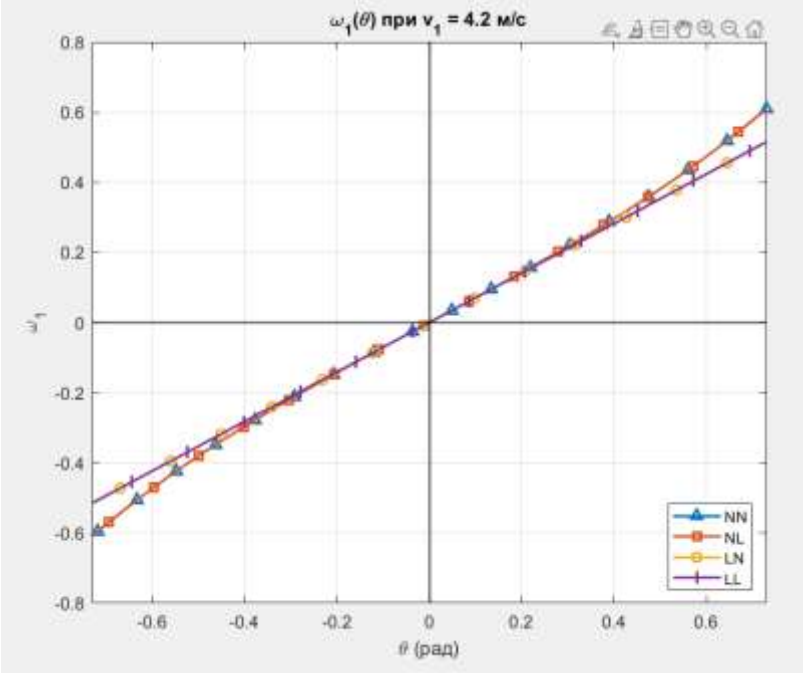



Рис. 2. Зависимость $\omega_1(\theta)$ при $v_1 = 4.2$ м/с (NN, NL, LN, LL)

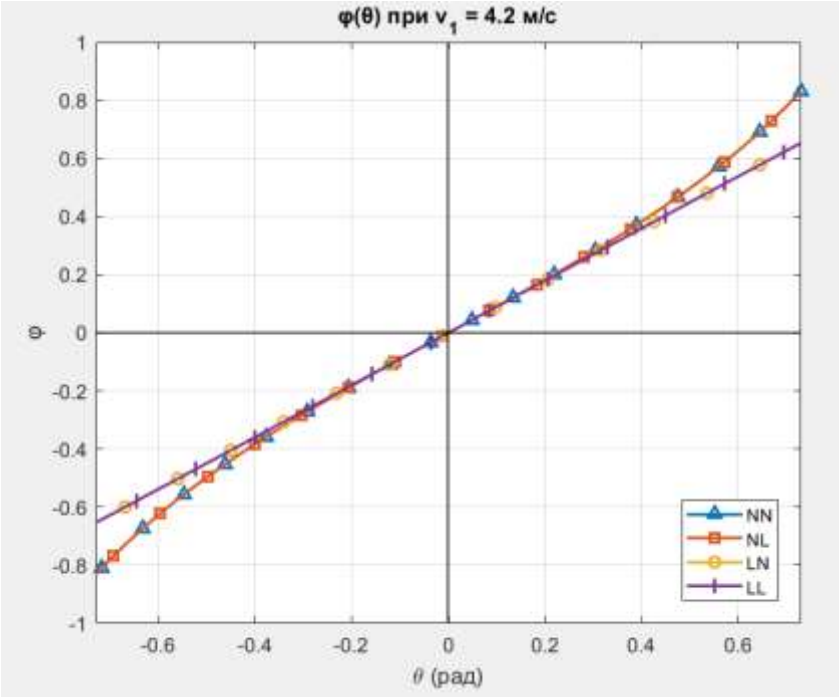



Рис. 3. Зависимость φ(θ) при $v_1$ = 4.2 м/с (NN, NL, LN, LL)

В области малых углов управления (|θ| ≤ 0.2 рад) стационарные режимы движения сочлененного автобуса, полученные решением различных математических моделей, практически совпадают. Различия между значениями $u_1$, $\omega_1$ и φ не превышают 3 % и находятся в пределах графической точности. Это подтверждает корректность использования линейных приближений геометрии и характеристик увода для режимов слабого маневрирования [2, 4].

При увеличении угла управления до 0.3 ≤ |θ| ≤ 0.4 рад начинают проявляться различия между стационарными режимами, полученными при помощи разных математических моделей. В первую очередь наблюдается расхождение между вариантами с линейной и нелинейной теорией увода. При 0.6 ≤ |θ| ≤ 0.7 рад значения переменных для полностью нелинейной модели (NN) становятся заметно больше соответствующих значений для полностью линейной модели (LL).

Так, при θ ≈ 0.7 рад наблюдаются следующие различия:

1. Поперечная составляющая боковой скорости $u_1$:

NN: примерно $u_1 \approx 1.45–1.50$ м/с.

LL: примерно $u_1 \approx 1.20–1.25$ м/с.

Относительное различие достигает 15–20 %.

2. Угловая скорость передней секции $\omega_1$:

NN: $\omega_1 \approx 0.60–0.62$ $с^{-1}$.

LL: $\omega_1 \approx 0.50–0.52$ $с^{-1}$.

Расхождение составляет порядка 15 %.

3. Угол складывания φ:

NN: $\varphi \approx 0.82–0.85$ рад.

LL: $\varphi \approx 0.63–0.66$ рад.

Различие достигает около 25 %, что является наибольшим среди рассматриваемых переменных.

Наиболее заметное расхождение наблюдается именно для угла складывания φ, поскольку эта величина определяется согласованием кинематики обеих секций и распределением сил увода по осям. Нелинейное насыщение сил увода приводит к увеличению угла складывания сочлененного транспортного средства.

Сравнение моделей NL и LN показывает, что вклад нелинейной теории увода оказывает более сильное влияние на результаты, чем чисто геометрическая нелинейность. Это подтверждается тем, что кривые NN и LN расположены близко друг к другу, так же, как и кривые NL и LL.

Таким образом, можно сделать вывод, что при рассматриваемых параметрах движения основной источник расхождения стационарных характеристик связан с насыщением сил увода, тогда как геометрическая нелинейность играет вторичную роль и начинает проявляться лишь при больших значениях угла управления.

**7. Выводы**

По результатам исследования сформулированы следующие выводы:

1. Построена единая вычислительная процедура сравнения четырех вариантов модели для установившегося поворота сочлененного автобуса при фиксированной скорости.

2. Введено представление модели в виде системы первого порядка с явной фазовой переменной $\Phi = \dot{\varphi}$. Показано, что в стационарном режиме это эквивалентно классической постановке второго порядка, но обеспечивает более удобную и универсальную численную реализацию.

3. В области малых углов управления θ результаты всех вариантов модели близки, что подтверждает применимость линейных допущений для слабоманевровых режимов.

4. При увеличении $|\theta|$ основное расхождение между моделями обусловлено нелинейностью теории увода (насыщением боковых сил). Вклад геометрической нелинейности проявляется слабее, но заметен при больших углах.

5. Для задач, где важны большие углы увода (оценка предельных режимов и вписываемость), целесообразно использовать модели с учетом нелинейной теории увода (NN или LN), а полностью линейная модель LL допустима только в ограниченной области параметров.

## Список литературы

1. Литвинов, А.С. Управляемость и устойчивость автомобиля : монография / А.С. Литвинов. – Москва : Машиностроение, 1971. – 416 с. – Текст : непосредственный.

2. Gillespie, T.D. Fundamentals of Vehicle Dynamics : monograph / T.D. Gillespie. – Warrendale : SAE International, 1992. – 480 p.
3. Печенин, В.А. Динамика автомобиля : учебное пособие / В.А. Печенин, В.Н. Кузнецов. – Москва : Машиностроение, 1983. – 304 с. – Текст : непосредственный.
4. Pacejka, H.B. Tire and Vehicle Dynamics : monograph / H.B. Pacejka. – Oxford : Butterworth–Heinemann, 2012. – 672 p.
5. Мойся, Д.Л. Определение маневренности и анализ устойчивости движения модели седельного автопоезда с помощью математического моделирования / Д.Л. Мойся. – Текст : непосредственный // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки / Полоцкий государственный университет им. Евфросинии Полоцкой, 2024. – № 2. – С. 70–77.
6. Rajamani, R. Vehicle Dynamics and Control : monograph / R. Rajamani. – New York : Springer, 2012. – 474 p.

В начало к содержанию

УДК 004.056
**С.А. Морозов[1], Н.И. Морозова[2]**
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Канд. филос. наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

## УЯЗВИМОСТЬ OPEN SOURCE БИБЛИОТЕК – ОСНОВНАЯ ПРИЧИНА АТАК НА ЦЕПОЧКИ ПОСТАВОК ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

## VULNERABILITY OF OPEN SOURCE LIBRARIES IS THE MAIN REASON FOR ATTACKS ON SOFTWARE SUPPLY CHAINS

***Аннотация.*** *Исследуется феномен атак на цепочки поставок программного обеспечения, которые стали одной из наиболее серьезных угроз кибербезопасности в 2025–2026 гг. Анализируется механика компрометации open source библиотек, используемая злоумышленниками для проникновения в инфраструктуру крупнейших корпораций. Рассматриваются резонансные инциденты последних лет: атака на XZ Utils, компрометация npm-экосистемы, инциденты с участием государственных хакерских групп (Lazarus Group). Особое внимание уделяется каскадному эффекту распространения атак через цепочки поставок, когда одна скомпрометированная библиотека ставит под удар тысячи компаний по всему миру. Предлагаются меры противодействия: внедрение композиционного анализа, использование SBOM и создание доверенных репозиториев.*

***Ключевые слова:*** *цепочки поставок ПО, open source библиотеки, компрометация зависимостей, программная бомба, XZ Utils, Lazarus Group, SCA, SBOM, доверенные репозитории.*

***Summary.*** *The article explores the phenomenon of attacks on software supply chains, which have become one of the most serious cybersecurity threats in 2025-2026. It analyzes the mechanics of compromising Open Source libraries, which are used by attackers to infiltrate the infrastructure of major corporations. The article also examines high-profile incidents from recent years, such as the attack on XZ Utils, the compromise of the npm ecosystem, and incidents involving state-sponsored hacking groups (Lazarus Group). Special attention is paid to the cascading effect of attacks spreading through supply chains, where a single compromised library puts thousands of companies around the world at risk. Countermeasures are proposed, including the implementation of software composition analysis, the use of SBOM, and the creation of trusted repositories.*

***Keywords:*** *software supply chains, open source libraries, dependency compromise, software bomb, XZ Utils, Lazarus Group, SCA, SBOM, trusted repositories.*

Современная цифровая инфраструктура немыслима без программного обеспечения с открытым исходным кодом. По оценкам исследователей, около 90 % современных приложений содержат open source компоненты, а 95 % приложений состоят в том числе из внешних библиотек [1, 2]. Эта глубокая интеграция открытого кода в критические бизнес-системы создала принципиально новый вектор атак: злоумышленники больше не взламывают корпорации напрямую – они компрометируют те библиотеки, которые эти корпорации используют.

Атаки на цепочки поставок программного обеспечения (Supply Chain Attacks) представляют собой метод кибератак, при котором вредоносный код внедряется в легитимные программные компоненты на этапе их разработки или сборки. Жертвами становятся все организации, использующие скомпрометированный компонент, что обеспечивает злоумышленникам масштабируемый доступ к сотням и тысячам целей одновременно [3].

Масштаб проблемы впечатляет – с 2019 по 2023 г. количество атак на цепочки поставок программного обеспечения в мире выросло на 742 %. Только за 2023 г. зафиксировано 245 тыс. инцидентов, что вдвое больше, чем за три предыдущих года вместе взятых, а общий ущерб для бизнеса превысил $46 млрд [1].

Исследователи выделяют несколько основных векторов компрометации.

Компрометация учетных записей мейнтейнеров: злоумышленники получают доступ к аккаунтам разработчиков легитимных библиотек и публикуют вредоносные обновления от их имени. Именно так произошло в сентябре 2025 г., когда атакующие разработали JavaScript-вредоносное программное обеспечение и внедрили его в 18 популярных npm-пакетов, перехватывающее криптовалютные транзакции через перехват API браузера [3].

Социальная инженерия и длительное внедрение: наиболее резонансный случай – атака на XZ Utils в 2024 г. Злоумышленник в течение нескольких лет встраивался в сообщество разработчиков, вносил полезные

изменения, завоевывал доверие и в итоге получил права на сопровождение проекта. Вредоносный код был внедрен в официальные релизы популярных дистрибутивов Linux и выявлен лишь на финальном этапе [1, 2]. Исследователи подчеркивают, что это была не просто атака на код, а манипуляция самими инженерными практиками open source сообществ – от управления комьюнити до конфигураций CI/CD – с целью легитимизировать вредоносные изменения. Бэкдор был обнаружен случайно инженером А. Фройндом, заметившим аномалии в производительности SSH.

Тайпсквоттинг и путаница зависимостей: злоумышленники регистрируют пакеты с именами, похожими на популярные библиотеки, рассчитывая на опечатки разработчиков, или публикуют публичные пакеты с теми же именами, что и внутренние корпоративные библиотеки, добиваясь их подгрузки в процессе сборки [1].

Анализ тысяч скомпрометированных пакетов позволяет классифицировать вредоносную функциональность. По данным Sonatype [4], за 2025 г. было выявлено более 454,6 тыс. новых вредоносных пакетов, а общее количество превысило 1,233 млн. по всему миру. Распределение по типам угроз показывает эволюцию атак: репозиторные злоупотребления – 55,9 % (автоматизированная публикация, спам); потенциально нежелательные приложения – 27,5 %; эксфильтрация информации о хосте – 5,7 %; кража секретов и учетных данных – 3,9 %; дропперы/лоадеры – 2,7 %; бэкдоры – 2,1 %; обфусцированный код – 1,6 %. Многие вредоносные пакеты комбинируют несколько типов угроз. Например, у группировки Lazarus около 77 % пакетов содержат два и более типа вредоносной функциональности, а 9 % – четыре и более.

Стоит отметить еще один резонансный инцидент, который эксперты назвали переломным: в сентябре 2025 г. появилось первое самореплицирующееся вредоносное ПО для npm – Shai-Hulud [4]. В отличие от традиционных вредоносных пакетов, требующих ручной установки, Shai-Hulud распространялся автономно, подобно сетевым червям. Механизм работы включал в себя кражу npm-токенов аутентификации, репликацию через заражение локально связанных проектов и эксфильтрацию учетных данных с использованием зашифрованных полезных нагрузок. Для маскировки трафика использовались публичные хостинги кода, что позволяло смешиваться с обычной активностью разработчиков. За несколько дней было скомпрометировано более 500 пакетов. В ноябре 2025 г. появился вариант «Sha1-Hulud: The Second Coming», подтвердивший, что этот вектор атак стал устойчивым трендом.

Особую тревогу вызывает активность государственных хакерских групп. Lazarus Group (APT38), ассоциируемая с КНДР, в 2025 г. продемонстрировала индустриальный подход к атакам на цепочки поставок. Исследователи идентифицировали более 800 пакетов, связанных с группировкой, причем 97 % из них приходились на экосистему npm [4]. Lazarus вы-

брал npm по прагматичным причинам: платформа не требует верификации пространства имен, а инструментарий разработчиков предпочитает устанавливать последние версии пакетов. Это обеспечивает максимально быстрый путь от публикации до рабочей станции разработчика.

Характерные особенности атак Lazarus следующие: дропперы присутствуют в ~98 % пакетов, кража секретов – в ~64 % пакетов, функциональность бэкдора – в ~29 % пакетов. Таргетирование осуществляется через «мышечную память» разработчиков: пакеты маскируются под инструменты популярных фреймворков (Tailwind, Vite, React). Почти 43 % пакетов Lazarus содержат отсылки к распространенным инструментам разработчика.

Сентябрь 2025 г. также ознаменовался серией атак на компании кибербезопасности через скомпрометированного стороннего поставщика. Злоумышленники использовали украденные OAuth-токены из облачного приложения Salesloft Drift, интегрированного с Salesforce [5]. Жертвами стали Palo Alto Networks, Cloudflare, Zscaler, Proofpoint и Rubrik. Хакеры получили доступ к CRM-системам компаний и похитили контактную информацию клиентов, данные о сделках, а в случае Cloudflare – также ключи AWS, пароли и учетные данные Snowflake. Этот инцидент показал, что атаки на цепочки поставок распространяются не только на программные библиотеки, но и на сервисные интеграции.

Атаки на цепочки поставок создают эффект домино, когда компрометация одного компонента приводит к масштабным последствиям для тысяч организаций. В конце августа 2025 г. атака вынудила компанию Jaguar Land Rover отключить ИТ-системы и остановить производство на крупных британских заводах примерно на пять недель. Ущерб британской экономике оценивается в $2,5 млрд. Было затронуто более 5000 британских организаций, включая около 1000 поставщиков первого уровня и тысячи поставщиков второго и третьего уровней. Несколько поставщиков JLR обанкротились [6, 7]. Атака на ритейлера Marks & Spencer вызвала масштабные сбои в работе онлайн-сервисов, логистики и цепочек поставок [8]. Ожидаемое падение операционной прибыли – $402 млн. Компания столкнулась с необходимостью ручной обработки заказов, увеличением потерь продукции и ростом логистических расходов.

Эти примеры демонстрируют, что современные кибератаки выходят далеко за пределы ИТ-инфраструктуры и превращаются в полноценные бизнес-кризисы, затрагивающие реальный сектор экономики.

Центральную роль в защите от атак на цепочки поставок играет композиционный анализ (Software Composition Analysis). Инструменты SCA позволяют сканировать не только прямые, но и транзитивные (косвенные) зависимости проекта, выявляя известные уязвимости (CVE) и потенциально вредоносные компоненты [1]. В регулируемых отраслях (госструктуры, финтех, промышленность) интеграция SCA в CI/CD-конвейеры становится обязательной.

SBOM (Software Bill of Materials) – структурированный перечень всех компонентов, входящих в программный продукт: библиотеки, зависимости, версии. Это «цифровой паспорт» ПО, позволяющий оценить его уязвимости и управлять рисками [1]. Современные инструменты автоматически создают SBOM на каждом этапе сборки в форматах SPDX (Linux Foundation) или CycloneDX (OWASP). Однако важно понимать, что SBOM – инструмент визуализации, а не защиты, он не предотвращает внедрение вредоносного кода в легитимные компоненты.

На уровне инфраструктуры разработки внедряются специализированные решения. Например, платформа CodeScoring представила OSA Proxy – сервис, перехватывающий запросы пакетных менеджеров к внешним индексам (Maven Central, npm, PyPI) и блокирующий небезопасные пакеты до их попадания в корпоративную инфраструктуру [9]. Ключевые технические меры защиты включают верификацию цифровых подписей пакетов, регулярное сканирование зависимостей, мониторинг коммитов с неизвестными GPG-ключами и обнаружение резких изменений размера пакетов при публикации новых версий.

Блокировка доступа к GitHub для российских компаний в 2022 г. продемонстрировала уязвимость внешней инфраструктуры. В ответ развиваются доверенные репозитории компонентов, размещенные в российской юрисдикции: «Сизиф» («Базальт СПО»), RedRepo («РЕД СОФТ»), решения от Axiom JDK [1]. Каждый артефакт в таких репозиториях собирается из исходных кодов с проверкой лицензий, аудитом безопасности и соблюдением требований ГОСТ по безопасной разработке (ГОСТ Р 56939-2024).

Таким образом, атаки на цепочки поставок программного обеспечения превратились в системную угрозу глобальной экономике. Эволюция угроз впечатляет: от единичных вредоносных пакетов – к индустриальным кампаниям государственных хакеров, от пассивного вредоносного ПО – к самореплицирующимся червям, от компрометации кода – к манипуляции сообществами разработчиков. Одна уязвимость в open source библиотеке способна поставить под удар глобальные корпорации, вызвать остановку производства, банкротство поставщиков и многомиллиардные убытки.

Ответом должно стать внедрение комплексных стратегий защиты, объединяющих технические меры, организационные процессы и культуру безопасности в сообществах разработчиков открытого кода.

## Список литературы

1. Przymus, P., Durieux, T. Wolves in the Repository: A Software Engineering Analysis of the XZ Utils Supply Chain Attack / P. Przymus, T. Durieux // arXiv:2504.17473. – 2025.

2. Краткий обзор основных инцидентов в области промышленной кибербезопасности за третий квартал 2025 года. – Текст : электронный // Kaspersky ICS CERT : [сайт]. – URL: https://ics-cert.kaspersky.ru

/publications/reports/2025/12/18/a-brief-overview-of-the-main-incidents-in-industrial-cybersecurity-q3-2025/ (дата обращения: 01. 02.2026).

3. Backdoored Open-Source Libraries. – Текст : электронный // App Attack Matrix : [сайт]. – URL: https://app-attack-matrix.com/techniques/Resource%20Development/Third-Party%20Dependency%20Poisoning/subtechniques/Backdoored%20Open-Source%20Libraries/ (дата обращения: 01. 02.2026).

4. Недавняя кибератака будет стоить Marks & Spencer 400 миллионов долларов. – Текст : электронный // ITSec.Ru : [сайт]. – URL: https://www.itsec.ru/news/nedavnaya-kibarataka-budet-stoit-markd-and-spencer-400-millionov-dollarov (дата обращения: 01. 02.2026).

5. ИБ-вендоры пострадали от кибератаки на цепочку поставок. – Текст : электронный // InfoWatch: [сайт]. – URL: https://www.infowatch.ru/analytics/daydzhesty-i-obzory/ib-vendory-postradali-ot-kiberataki-na-tsepochku-postavok (дата обращения: 01. 02.2026).

6. Карпов, Р. Открытый код – открытые риски? Как защитить цепочки поставок ПО. – Текст : электронный // ComNews : [сайт]. – URL: https://www.comnews.ru/content/239847/2025-06-26/2025-w26/1013/otkrytyy-kod-otkrytye-riski-kak-zaschitit-cepochki-postavok (дата обращения: 01.02.2026).

7. Кибератака на Jaguar Land Rover обошлась экономике Британии в £1,9 млрд. – Текст : электронный // Investing.com : [сайт]. – URL: https://ru.investing.com/news/stock-market-news/article-2958077 (дата обращения: 01. 02.2026).

8. The Evolving Software Supply Chain Attack Surface. – Текст : электронный // Sonatype : [сайт]. – URL: https://www.sonatype.com/state-of-the-software-supply-chain/2026/open-source-malware (дата обращения: 01.02.2026).

9. Платформа CodeScoring представила OSA Proxy – защиту цепочки поставок ПО без привязки к хранилищам артефактов. – Текст : электронный // RUSSOFT : [сайт]. – URL: https://russoft.org/news/platforma-codescoring-predstavila-osa-proxy-zashhitu-tsepochki-postavok-po-bez-privyazki-k-hranilishham-artefaktov/ (дата обращения: 01. 02.2026).

10. Morozova, N.I. Prospects for the development of Big data technologies in recommendation tourism systems / N.I. Morozova, I.B. Kushnir. – Текст : непосредственный // Modern informatization problems in the technological and telecommunication systems analysis and synthesis (MIP-2023'AS) : Proceedings of the XXVIII-th International Open Science Conference, Yelm, WA, USA. – Yelm, WA, USA: Science Book Publishing House LLC, 2023. – P. 162–169.

В начало к содержанию

УДК 687
**Е.В. Назаренко[1], М.Д. Сосикова[2]**
[1]Канд. наук, доцент
[2]Бакалавр
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г.Шахты

# ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОРСЕТОВ НА ЖЕНСКИЕ ФИГУРЫ БОЛЬШИХ РАЗМЕРОВ

# FEATURES OF DESIGNING CORSETS FOR LARGE FEMALE FIGURES

***Аннотация.*** *Данная статья посвящена исследованию специфики проектирования корсетов на женские фигуры больших размеров, в частности, для женщин с обхватом груди от 108 см и более. Рассматриваются ключевые антропометрические особенности телосложения данной группы потребителей, выявляются основные конструкторско-технологические задачи изготовления корсетов. В работе даны рекомендации по выбору материалов и фурнитуры, конструктивному членению деталей корсета, способных обеспечить не только эстетический эффект, но и необходимую фиксацию, комфорт и долговечность изделия. Результаты исследования представляют практическую ценность для дизайнеров, конструкторов и специалистов по изготовлению женской одежды.*
***Ключевые слова:*** *корсет, женские фигуры, большие размеры, конструирование, корсетные изделия, формирование грудных желез, визуальная коррекция, эргономика.*

***Summary.*** *This article explores the specifics of corset design for plus-size women, specifically for women with a bust size of 108 cm or more. Key anthropometric features of this consumer group are examined, and the main design and technological challenges of corset production are identified. Recommendations are provided for the selection of materials and hardware, as well as the structural division of corset components, to ensure not only aesthetic appeal but also the necessary support, comfort, and durability. The results of the study are of practical value to designers, engineers, and women's clothing specialists.*
***Keywords:*** *corset, female figures, plus sizes, design, corsetry, breast shaping, visual correction, ergonomics.*

Согласно действующему ГОСТ 17037-2022 «Изделия швейные и трикотажные. Термины и определения», корсет – корсетное изделие для формирования туловища от нижнего основания грудных желез до подъягодичной складки, а также для удержания чулок [1]. Исторически, корсет являлся одним из самых сложных в изготовлении предметом женского гардероба, выполняющим эстетическую функцию и подчеркивающим силуэт. В современной моде корсеты переживают ренессанс, выступая в роли самостоятельного предмета одежды или составной части верхней одежды. В соответствии с современным направлением моды на текущий период актуальны модели платьево-блузочного ассортимента с прилегающей верхней частью в виде корсета. Индустрия моды долгое время предлагала

ограниченные возможности выбора силуэтного решения в верхней одежде женщинам с фигурами больших размеров, предлагая потребителям прямой силуэт, преимущественно в стиле оверсайз, который не учитывает морфологические особенности потребителей и не отражает современное направление моды.

Создание корсета для женских фигур больших размеров – это комплексная задача, находящаяся на стыке искусства, инженерии и эргономики. Стандартные лекала деталей корсета и методы обработки швейных изделий требуют корректировки с учетом повышенных нагрузок на конструкцию и необходимости визуальной гармонизации пропорций женской фигуры.

Актуальность темы обусловлена растущим спросом на индивидуализированную и инклюзивную моду, а также необходимостью разработки обоснованных методов проектирования корсетов на женские фигуры больших размеров.

Цель исследования – выявить особенности проектирования корсетов на женские фигуры больших размеров. Исходя из цели, сформулированы следующие задачи: проанализировать антропометрические особенности телосложения женщин больших размеров и вытекающие из них технические сложности конструирования.; разработать рекомендации по выбору материалов для корсетов.

Конструирование корсетных изделий для рассматриваемой размерной группы потребителей требует предварительного анализа отклонений от усредненной типовой фигуры. Антропометрический профиль женщин с обхватом груди ($О_{гШ}$) $\geq$ 108 см характеризуется не только увеличением проекционного параметра грудных желез, но и системными морфологическими корреляциями. К таковым относятся: увеличенная ширина грудной клетки, повышенное значение обхвата спины через плечевые точки, а также, как правило, большие значения обхватов под грудной железой и в области талии [2].

Ключевым фактором, определяющим специфику проектирования корсета, является изменение вектора и центра тяжести мягких тканей грудных желез. Увеличение их массы и объема приводит к смещению центра тяжести вниз и увеличению площади боковой проекции. Это обуславливает формообразующую функцию корсета.

Различают три формы грудных желез: плоские, шарообразные и конические. Каждая из названных форм отличается своими размерами (степенью развития) и уровнем расположения. По степени развития грудные железы могут быть: слабо развитые, средние, и сильно развитые. По уровню расположения различают: высоко расположенные железы, нормально и низко расположенные. [3]

Конструкция деталей корсета для женских типовых фигур больших размеров не учитывает индивидуальный характер распределения мягких

тканей грудных желез, а также индивидуальное расположение жироотложений, что ведет к конструктивным дефектам посадки: возникновению заломов и морщин в зонах избыточного давления, приводящих к частичному выпадению тканей грудных желез из чашечной конструкции.

Из результатов проведенного морфологического анализа особенностей телосложения женских фигур больших размеров можно сформулировать комплекс взаимосвязанных конструкторско-технологических задач проектирования корсета:

– Эргономическая задача обеспечения сбалансированной формы груди в статике и динамике (Конструкция должна компенсировать силу тяжести, создаваемую массой грудных желез, распределяя нагрузку по максимально возможной площади поверхности тела и минимизировать смещение при эксплуатации изделия).

– Биомеханическая задача обеспечения физиологического комфорта и безопасности эксплуатации (Некорректное проектирование корсета, особенно в зонах прохождения сосудисто-нервных пучков в подмышечной и ключичной области и точек костных выступов, может приводить к локальной ишемии тканей тела, компрессии межреберных нервов и нарушению лимфодренажа. Необходим расчет рациональной кривизны срезов деталей корсета, повторяющий анатомические изгибы тела человека).

– Эстетическая задача обеспечения визуально-композиционной коррекции силуэта (Создание зрительно сбалансированной пропорции тела человека за счет геометрических и оптических приемов: Положение центрального рельефа на спинке зависит от того, какую форму в изделии необходимо получить. Рельефные линии на спинке всегда несут конструктивную нагрузку, создавая выпуклости на облегание лопаток или вогнутую форму в полуприлегающих и приталенных силуэтах. Расположение рельефов к центру лопаток создает в поперечном сечении овальную форму изделия, перемещение его к линии проймы - уплощенную. Положение центрального рельефа на переде рассматривается относительно центра груди на линии глубины проймы. При выборе места расположения рельефа необходимо знать, что смещение рельефа в сторону проймы создает впечатление уплощенной формы изделия. Помимо этого, смещение боковых швов к спинке способствует уплощению ее формы, а введение дополнительно к тому же шва, касательного к пройме переда уплощает, кроме того, изделие и спереди, и сбоку. Следует также отметить, что смещение рельефов спинки и переда от центра ведет к зрительному уплощению и расширению этих деталей. Тщательная проработка выбора месторасположения конструктивно-декоративных рельефных и вертикальных швов, линий членения для визуального удлинения и коррекции фигуры.) [4].

– Задача конфекционирования и прочностного расчета корсетного изделия (Повышенные механические нагрузки на швы и материалы корсета со стороны человеческого тела определяют необходимость применения

материалов с повышенными характеристиками разрывной нагрузки, стойкости к истиранию и минимальной пластической деформации [5]. Стандартные нормы расхода материалов на изделие и методы технологической обработки требуют уточнения).

Оптимальной архитектоникой для корсета на женские фигуры больших размеров являются модели с полнообъемными конструктивно интегрированными чашечками. Такая конструкция периметральное охватывание и трехмерную стабилизацию грудной железы. Этому способствует выбор пакета материалов для корсета, который чаще всего формируется многослойным, т.е. состоит из материалов верха, подкладки и прокладки [6].

В качестве основной ткани рекомендуется специализированная ткань с плотным саржевым или жаккардовым переплетением, обладающая анизотропией свойств, которая обладает высоким сопротивлением на разрыв и обеспечивает стабильность формы готового швейного изделия. Так же в качестве материлов верха возможно использование гипюра, кружева, шелка, бархата, полубархата и т.д. В случае использования вышеуказанных материалов рекомендуется применение дополнительных прокладочных материалов.

В качестве прокладочных материалов рекомендуется использовать нетканые полотна, подобранные в соответствии с поверхностной плотностью материалов верха, а также сантюр, который обеспечивает улучшенную посадку изделия по фигуре в области талии.

В качестве отделочных и прикладных материалов рекомендуется использовать корсетную сетку для украшения корсетного изделия, кружевные ленты и кружева, бисер, пайетки, аппликаций и тд.

Прилегающий силуэт требует особого подхода к выбору материалов для подкладки. Так как материалы подкладки находятся ближе всего к телу потребителя, они должны обладать высокими гигиеническими и психофизиологическими свойствами. Рекомендуется использование тканей из хлопка, имеющих саржевое или сатиновое переплетение, тик, отличительной особенностью которого является то, что он практически не растягивается по косой.

Для формобразования корсета рекомендуется использовать каркасные элементы для рельефных швов, такие как: китовый ус, регилин двух типов: плоские элементы для зон, требующих максимального сопротивления изгибу (центральная фронтальная линия симметрии, швы в области спины), и изогнутые элементы для зон, где необходима упругая деформация при движении (латеральные поверхности фигуры). Сечение и длина каркасных элементов являются расчетными параметрами и их размеры рекомендуется увеличить по сравнению со стандартными.

Обязательным условием для выбора фурнитуры и прикладных материалов, обеспечивающих точную посадку изделия на фигуре и распределение натяжения на участках конструкции спинки является использование

застежки в виде регулируемой шнуровки. Элементы застежки должны иметь запас прочности, рассчитанный на многократную цикличную нагрузку.

Каждый элемент корсета (материалов верха, подкладки и прокладки, швы, каркасные элементы, фурнитура) выполняют строго определенную функцию.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что корсет или корсетные части швейного изделия можно разрабатывать не только на индивидуальные женские фигуры больших размеров, но и на фигуры типового телосложения с учетом результатов исследования. Такой подход позволяет обеспечить одновременно формообразующую и эстетическую функцию современным моделям платьево-блузочного ассортимента с прилегающей верхней частью в виде корсета, а также комфорт и безопасность потребителя в процессе эксплуатации готового швейного изделия, подчеркивая достоинства женской фигуры.

Результаты исследования представляют практическую ценность для дизайнеров, конструкторов и специалистов по изготовлению женской одежды.

## Список литературы

1. ГОСТ 17037-2022. Изделия швейные и трикотажные. Термины и определения : межгосударственный стандарт : издание официальное : дата введения 2023-01-01 / разработан Федеральным государственным бюджетным учреждением Российский институт стандартизации (ФГБУ Институт стандартизации). – Текст : электронный // Меганорм : информационная система : [сайт]. – URL: https://meganorm.ru/Data/788/78834.pdf (дата обращения: 24.12.2025).

2. Конструирование одежды с элементами САПР : учебник для вузов / Е.Б. Коблякова, Г.С. Ивлева, В.Е. Романов [и др.] ; под ред. Е.Б. Кобляковой. – 7-е издание, переработанное и дополненное. – Москва : КДУ, 2017. – 464 с. – ISBN 978-5-91304-706-1. – Текст : непосредственный.

3. Шершнева, Л.П. Основы конструирования женской и детской одежды : учебное пособие для учреждений среднего профессионального образования / Л.П. Шершнева. – Москва : Легпромбытиздат, 1987. – 224 с. – Текст : непосредственный.

4. Матузова, Е.М. Разработка конструкций женских швейных изделий по моделям / Е.М. Матузова, Р.Н. Соколова, Н.С. Гончарук. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 224 с. – Текст : непосредственный.

5. Стельмашенко, В.И. Материаловедение швейного производства: учебник для бакалавров / В.И. Стельмашенко, Т.В. Парфентьева, Н.Ю. Москвина ; под общей редакцией В.И. Стельмашенко. – Москва : Юрайт, 2018. – 332 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-06465-4. – Текст : непосредственный.

6. Стельмашенко, В.И. Материалы для одежды и конфекционирование : учебник для вузов / В.И. Стельмашенко, Т.В. Розаренова. – 2-е изд., доп. – Москва : Академия, 2010. – 320 с. – ISBN 978-5-7695-6183-2. – Текст : непосредственный.

В начало к содержанию

УДК 656.11
**Н.А. Овчинников[1], О.А. Войнова[2]**
[1]Доцент
[2]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ г. Шахты

## АРЕНДНЫЕ И ЧАСТНЫЕ ЭЛЕКТРОСАМОКАТЫ. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АСПЕКТОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ

## RENTAL AND PRIVATE ELECTRIC SCOOTERS. COMPARATIVE ANALYSIS OF OPERATION ASPECTS

***Аннотация.*** *В статье представлен сравнительный анализ арендных и частных электросамокатов на основе статистики аварийности на средствах индивидуальной мобильности и соответствующих особенностях. Научная новизна заключается в предложении новых тарифов в сервисах кикшеринга.*
***Ключевые слова:*** *детский травматизм, ДТП, средства индивидуальной мобильности, электросамокаты, кикшеринг, аварийность.*

***Summary.*** *The article presents a comparative analysis of rental and private electric scooters based on accident statistics on individual mobility devices and their corresponding features. The scientific novelty lies in the proposal of new tariffs in kicksharing services.*
***Key words:*** *child injuries, traffic accidents, personal mobility devices, electric scooters, kick-sharing, and accidents.*

Тема электросамокатов остается одной из самых обсуждаемых в Российской Федерации. Несколько лет назад к электросамокатам население относилось более негативно, чем сейчас, когда с введением соответствующей законодательной базы данный вид транспорта открылся как удобный и экологичный способ передвижения. По данным сервиса кикшеринга «Whoosh» [1], по итогам 2025 г. в их сервисе зарегистрировано более 33 млн пользователей, а по данным за 9 месяцев 2025 г. от другого сервиса, «МТС Юрент» [2], число пользователей превысило 35 млн. Суммарное число поездок из этих двух отчетов составило 245,5 млн.

При этом «Яндекс Go» хоть и не делится настолько подробной статистикой, но заявляет, что электросамокат перестал быть обычным развлечением. Теперь он – часть городской рутины, помогающей сократить время, затрачиваемое на путь до транспортного узла.

Новый вид транспорта – это, конечно, потенциальный толчок к развитию городов и снижению стресса у граждан, вызванный большими скоплениями людей и давкой. Но стоит поговорить об аварийности на электросамокатах. Поскольку электросамокаты и другие средства индивидуальной мобильности (СИМ) не разделяются на виды в отчетах, то придется ориентироваться на общую статистику. По данным НЦ БДД МВД России [3], количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП) на СИМ снижается на 24,1 %, как и число раненных – на 24,4 %. Количество погибших возросло на 22,7 %. Динамика основных показателей аварийности с участием СИМ представлена на рисунке 1.

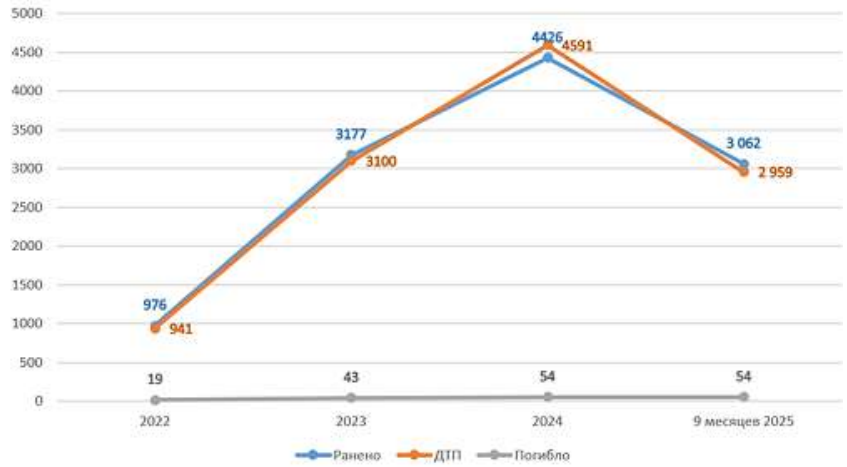



Рис. 1. Динамика основных показателей аварийности с участием СИМ

Тем не менее есть данные от сервисов кикшеринга и соотношение владельцев СИМ, попавших в ДТП. Отечественный кикшеринг зафиксировал, что на 100 тыс. поездок приходится 0,18 травм, когда, например, в Европе этот показатель равен 0,74. А соотношение владельцев СИМ, попавших в ДТП, представлено на рисунке 2 [4].

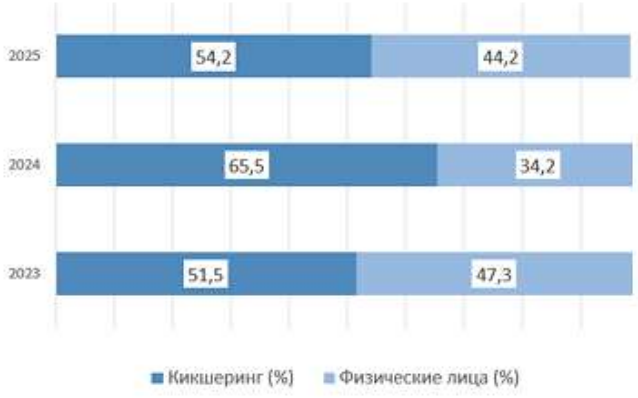



Рис. 2. Соотношение владельцев СИМ, попавших в ДТП

Арендные самокаты становятся все более безопасными и надежными. Операторам важно создать безопасную среду для пользователей кикшеринг и гарантировать безопасность не только своим клиентам, но и всем участникам дорожного движения. У сервисов появились системы штрафов, блокировок, рейтинга, который влияет на разрешенную скорость, идентификация пользователей через MOS ID, МТС ID. Также сервисы отслеживают местоположение электросамокатов, создают зоны с ограниченной скоростью, например, где повышенное скопление людей.

В 2024 г. сервис «Whoosh» внедрил технологию Антитандем – российская технология, работающая на искусственном интеллекте и машинном обучении. Она позволяет отслеживать число пассажиров на электросамокате и снижать скорость нарушителям [5].

Следует сравнить арендные и частные электросамокаты по следующим критериям: скорость и мощность, доступность, необходимость хранения, обслуживание, безопасность, контроль, аварийность, стоимость, возраст. Сравнение приведено в таблице.

Таблица

**Сравнение арендных и частных самокатов**

| Критерий | Арендные электросамокаты | Частные электросамокаты |
|---|---|---|
| Скорость | До 25 км/ч | Любая скорость и мощность |
| Мощность | Не больше 0,25 кВт | |
| Доступность | Ограничена | Всегда под рукой |
| Обслуживание | Сервисы регулярно проверяют состояние самокатов и обновляют парк | Ответственность за ремонт и уход лежит на владельце |
| Безопасность | Регулярное обслуживание, страховка, ограничения скорости, блокировка нарушителей | Страховку покупает менее 1% пользователей |
| Контроль | Сервисы-владельцы, технология Антитандем | Практически отсутствует контроль |
| Аварийность | Снижается | Повышается с каждым годом |
| Стоимость | Тарифы | Варьируется в зависимости от модели и магазина |
| Возраст | С 18 лет (где-то с 16 лет) | Без ограничений |

Получается, что при росте аварийности на СИМ частные электросамокаты остаются без контроля, да и контролировать не получится – на данный момент учета частных электросамокатов не существует.

Важно учесть и возраст лиц, попавших в ДТП с участием СИМ. Из отчета НЦ БДД МВД России за 9 месяцев 2025 г. можно сделать вывод, что самой уязвимой категорией лиц становятся категория 10–19 лет. [4] Распределение участников ДТП по возрасту представлено на рисунке 3.

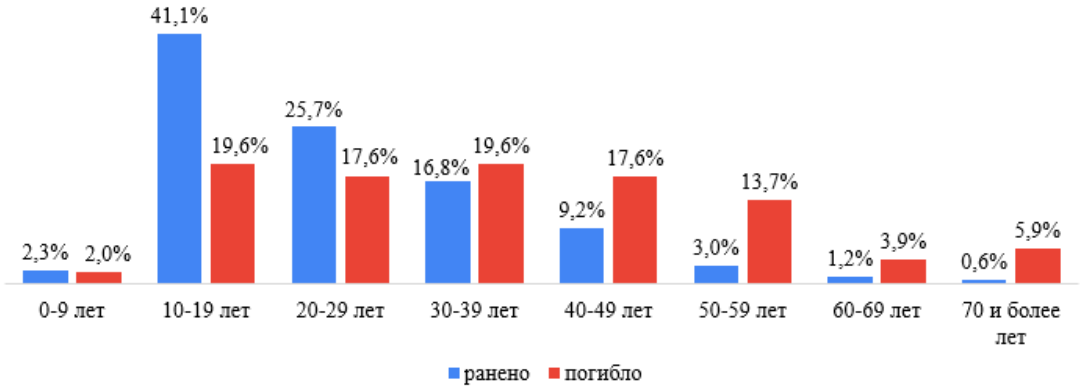



Рис. 3. Распределение участников ДТП по возрасту

Дети до 16 лет не могут воспользоваться кикшерингом, т.е. они лишены возможности воспользоваться более безопасными электросамокатами, что повышает риск возникновения ДТП. На частных самокатах дети могут развивать любую скорость, а скоростных зон не имеется. Чаще всего родители или опекуны не могут отследить местоположение ребенка.

Вдобавок, в кикшеринге невозможно осуществить семейную поездку: на одном самокате может ехать только один взрослый, а ребенок не может быть ни управляющим СИМ, ни пассажиром.

Рациональным решением этой проблемы – введение новых тарифов «Семейный» и «Детский» в кикшеринг, что позволить снизить детский травматизм на СИМ и повысить контроль за детьми.

Тариф «Детский». В приложении создается раздел «Дети», где родитель (опекун) и ребенок могут посмотреть видео-уроки, текстовые или интерактивные уроки, отметить адреса важных мест (дом, школа, секции и т.д.), а также создать аккаунт и привязать карточку и номер ребенка. Введение детских аккаунтов, привязанных к родительским или опекунским аккаунтам, позволит родителям или опекунам отслеживать число и время поездок, маршруты, которые проезжают дети, скорость, номер электросамоката. Для детей скорость электросамоката будет определяться исходя из возраста: например, для возрастной группы с 7 до 10 лет – до 10 км/ч, с 11 до 13 лет – до 15 км/ч, старше 14 лет – до 25 км/ч. Рационально добавить функцию, с помощью которой родитель (опекун) может снизить заданную скорость, но не увеличить в обход правил. Приложение уведомляет родителя о начале и конце поездки ребенка. Стоимость такого тарифа может быть незначительно снижена аналогично поездкам на общественном транспорте, что повысит интерес к поездкам на элетросамокате и снизит его к покупке частных электросамокатов.

Тариф «Семейный» позволяет членам семьи арендовать несколько электросамокатов одновременно и отслеживать друг друга на карте в приложении. Для использования тарифа необходимо создать раздел «Семья» и добавить других пользователей кикшеринга в «Семью» аналогично семейным подпискам на сервисах, например, «Яндекс Плюс».

Таким образом, кикшеринг-сервисы демонстрируют высокий уровень безопасности на электросамокатах, но остаются недоступными для детей в отличии. Частные электросамокаты доступны всем Предложенные меры способствуют росту вовлеченности граждан в кикшеринг-сервисы и усовершенствуют мониторинг за детским дорожно-транспортным травматизмом.

**Список литературы**

1. Whoosh подвел итоги 2025-го. – Текст : электронный // Russian Business : [сайт]. – URL: https://rb.ru/news/whoosh-podvyol-itogi-2025-go-chislo-akkauntov-dostiglo-33-mln-kolichestvo-poezdok-snizilos-iz-za-sboev-geolokacii/ (дата обращения: 03.03.2026).

2. МТС Юрент за девять месяцев увеличил количество поездок на 26,1 %. – Текст : электронный // Тбанк : [сайт]. – URL: https://www.tbank.ru/invest/social/profile/T-Investments/ff5bd212-60cb-4cbb-b715-94022a238f04/?author=profile (дата обращения: 02.03.2026).

3. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 9 месяцев 2025 года. – Текст : электронный // Научный центр БДД МВД России : [сайт]. – URL: https://media.mvd.ru/files/embed/15189496 (дата обращения: 01.03.2026).

4. Отчет о социальном влиянии кикшеринга в России. – Текст : электронный // Мобилити : [сайт]. – URL: https://mobilitymag.ru/articles/otchyot-o-soczialnom-vliyanii-kiksheringa-v-rossii (дата обращения: 01.03.2026).

5. Кикшеринг Whoosh внедрил систему запрета поездок на самокатах вдвоем. – Текст : электронный // РБК : [сайт]. – URL: https://www.rbc.ru/rbcfreenews/6618ed879a79479dc9cd1988 (дата обращения: 01.03.2026).

В начало к содержанию

УДК 004.932

**А.И. Окорочков[1], Д.А. Еременко[2], И.И. Билалов[2]**

[1]Канд. физ.-мат. наук, доцент

[2]Студент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

## ОЦЕНКА И ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ RESNET-18 К ШУМУ И РАСФОКУСИРОВКЕ НА НАБОРЕ STL-10

## EVALUATION AND IMPROVEMENT OF RESNET-18 ROBUSTNESS TO NOISE AND DEFOCUS ON THE STL-10 DATASET

***Аннотация.*** *В работе исследуется устойчивость сверточной нейросети ResNet-18 при классификации изображений набора STL-10 к типовым деградациям входных данных. Модель оценивается на «чистых» изображениях и на изображениях с*

*добавлением гауссовского шума и гауссовского размытия различных уровней. Показано, что базовая модель существенно теряет точность при усилении шума, тогда как размытие оказывает менее выраженное влияние. Для повышения устойчивости применено обучение с включением аугментаций на этапе дообучения. Полученные результаты демонстрируют, что добавление целевых аугментаций заметно снижает деградацию качества на искаженных данных при сохранении точности на чистых изображениях.*

***Ключевые слова:*** *ResNet-18, STL-10, классификация изображений, устойчивость, robustness, гауссовский шум, размытие, расфокусировка, аугментации данных.*

***Summary.*** *This paper studies the robustness of a ResNet-18 image classifier trained on the STL-10 dataset under common input degradations. The model is evaluated on clean images as well as on images corrupted by Gaussian noise and Gaussian blur at different severity levels. The baseline model shows a strong accuracy drop under increasing noise, while blur has a weaker effect. To improve robustness, corruption-aware fine-tuning with noise/blur augmentations is applied. The results show that targeted augmentations significantly reduce performance degradation on corrupted data while maintaining accuracy on clean images.*

***Keywords:*** *ResNet-18, STL-10, image classification, robustness, Gaussian noise, Gaussian blur, defocus, data augmentation.*

## Введение

Классификация изображений с помощью сверточных нейронных сетей применяется в задачах, где качество входных данных часто отличается от «идеальных» условий датасета: изображение может быть зашумлено из-за высокой чувствительности камеры, иметь расфокусировку или смаз, а также содержать артефакты обработки. В таких условиях модель, демонстрирующая высокую точность на тестовых данных, может заметно ухудшать качество распознавания. Поэтому важной характеристикой современных классификаторов является устойчивость – способность сохранять точность при типовых деградациях изображения [1].

В данной работе исследуется устойчивость архитектуры сверточной нейронной сети ResNet-18 [2] из библиотеки torchvision [3] при классификации изображений из набора STL-10 [4] к двум распространенным видам искажений: гауссовскому шуму и гауссовскому размытию (имитации расфокусировки). Для этого обученная модель оценивается на «чистых» изображениях и на изображениях с контролируемыми уровнями искажений. Далее рассматривается практический способ повышения устойчивости – обучение с включением целевых аугментаций на этапе дообучения модели. Эффект метода оценивается сравнением показателей точности для базовой и устойчивой версии модели на одинаковых тестовых искажениях.

## Материалы и методы

Для проведения экспериментов использовался набор изображений STL-10, содержащий 10 классов объектов. Обучение и оценка выполнялись на стандартных разбиениях файлов train и test для обучения и тестирования соответствнно [5]. Эксперименты реализованы в среде PyTorch [6] с использованием библиотеки torchvision для работы с датасетами, преоб-

разованиями изображений и готовыми архитектурами моделей. В качестве классификатора применялась сверточная нейросеть ResNet-18. Для экспериментов использовалась реализация модели из torchvision. Модель дообучалась под задачу классификации изображений из набора STL-10, при этом на выходе сеть формирует вектор из 10 чисел (logits), соответствующих классам; итоговый класс выбирается по максимуму logits (операция argmax). Для согласования входного формата с предобученными весами использовались стандартные преобразования входного изображения (приведение размера и нормализация), а предобучение выполнялось на нейронной сети ImageNet [7]. Загрузка тестовой выборки STL-10 и формирование входных данных выполнялись с использованием torchvision. datasets.STL10 [8].

Обучение базовой модели проводилось в течение 15 эпох. В ходе обучения рассчитывались значения функции потерь и точности (accuracy) на обучающей выборке, а также точности на тестовой выборке; сохранялся лучший результат по точности. Обучение выполнялось оптимизатором AdamW [9]. Качество оценивалось по точности классификации, определяемой как доля изображений тестовой выборки, для которых предсказанный класс совпал с истинной меткой.

Оценка устойчивости к деградациям изображения проводилась на тестовой выборке STL-10 в двух сценариях: для «чистых» изображений и для изображений с добавлением контролируемых искажений. Рассматривались два типа искажений:

– гауссовский шум с уровнями $\sigma = 0.05, 0.10$ и $0.20$;

– гауссовское размытие с радиусами $r = 0.5, 1.0$ и $2.0$, где r – параметр radius фильтра GaussianBlur в Pillow [10], задающий стандартное отклонение гауссовского ядра в пикселях и определяющий степень сглаживания изображения.

Для каждого уровня искажения вычислялась точность, а также изменение точности относительно «чистого» режима.

Для повышения устойчивости была обучена модифицированная версия модели с использованием целевых аугментаций в процессе дообучения. В этом режиме к части обучающих изображений случайным образом применялись гауссовский шум и размытие, что позволяет модели адаптироваться к деградациям изображения и снижать падение качества при тестировании на искаженных данных. После обучения устойчивой версии модели выполнялась та же процедура тестирования на ”чистых” изображениях, с шумом и размытием, что обеспечило корректное сравнение результатов базовой и устойчивой моделей.

**Результаты и обсуждение**

Для оценки влияния деградаций изображения на качество классификации были рассчитаны значения точности на тестовой выборке STL-10 в семи режимах: без искажений (clean), при добавлении гауссовского шума с

уровнями σ = 0,05, 0,10, 0,20 и при гауссовском размытии с радиусами r = 0,5, 1,0, 2,0. Расчеты выполнены для двух моделей: базовой (baseline) и модели, обученной с целевыми аугментациями noise/blur (robust).

В таблице ниже приведены итоговые значения точности для каждого режима, что позволяет напрямую сравнить, как меняется качество распознавания при переходе от clean к искаженным изображениям, а также оценить эффект robust-обучения. В качестве точки отсчета используется точность на clean: чем меньше снижение точности при росте уровня искажения, тем выше устойчивость модели.

Таблица

**Точность ResNet-18 на STL-10 при искажениях**

| Режим | Уровень | Точность (baseline) | Точность (robust) |
|---|---|---|---|
| clean | – | 0,9529 | 0,9547 |
| noise | σ = 0,05 | 0,8146 | 0,9345 |
| noise | σ = 0,10 | 0,5925 | 0,8991 |
| noise | σ = 0,20 | 0,1435 | 0,7881 |
| blur | r = 0,5 | 0,9509 | 0,9554 |
| blur | r = 1,0 | 0,9335 | 0,9509 |
| blur | r = 2,0 | 0,8901 | 0,9156 |

По данным таблицы базовая модель демонстрирует высокую точность на clean (0,9529), однако оказывается крайне чувствительной к гауссовскому шуму: при σ = 0,10 точность снижается до 0,5925, а при σ = 0,20 до 0,1435. Размытие влияет заметно слабее: даже при r = 2,0 точность составляет 0,8901.

После обучения с целевыми аугментациями устойчивость к шуму возрастает при сохранении качества на clean (0,9547). Так, при σ = 0,10 точность увеличивается до 0,8991, а при σ = 0,20 – до 0,7881. Следовательно, включение шумовых и размывающих преобразований в процесс дообучения существенно уменьшает деградацию качества при шуме и повышает надежность классификатора в условиях ухудшения входного изображения.

**Заключение**

В работе исследована устойчивость классификатора ResNet-18, дообученного на STL-10, к типовым деградациям входного изображения: гауссовскому шуму и гауссовскому размытию. Показано, что базовая модель при высокой точности на чистых данных существенно теряет качество при добавлении шума, тогда как размытие оказывает более умеренное влияние. Предложен и экспериментально проверен метод повышения устойчивости за счет включения noise/blur-аугментаций в процесс fine-tuning. Такой подход позволил сохранить качество на clean данных и значительно повысить устойчивость к шумовым искажениям. Полученные ре-

зультаты подтверждают, что целевые аугментации являются простым и эффективным инструментом повышения надежности классификаторов изображений в условиях ухудшенного качества входных данных.

## Список литературы


1. Hendrycks, D. Benchmarking Neural Network Robustness to Common Corruptions and Perturbations / D. Hendrycks, T. Dietterich. – Текст : электронный // arXiv : [сайт]. – URL: https://arxiv.org/abs/1903.12261 (дата обращения: 02.03.2026).

2. He, K. Deep Residual Learning for Image Recognition / K. He, X. Zhang, S. Ren, J. Sun. – Текст : непосредственный // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2016. – P. 770–778.

3. Torchvision: PyTorch computer vision library. – Текст : электронный // PyTorch : [сайт]. – URL: https://pytorch.org/vision/ (дата обращения: 02.03.2026).

4. STL-10 dataset: official page. – Текст : электронный // Stanford University : [сайт]. – URL: https://cs.stanford.edu/~acoates/stl10/ (дата обращения: 02.03.2026).

5. Coates, A. An Analysis of Single-Layer Networks in Unsupervised Feature Learning / A. Coates, A.Y. Ng,H. Lee. – Текст : непосредственный // Proceedings of the Fourteenth International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (AISTATS). – 2011. – P. 215–223.

6. PyTorch: An Imperative Style, High-Performance Deep Learning Library / A. Paszke, S. Gross, F. Massa [at al.]. – Текст : непосредственный // Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). – 2019. – P. 8024–8035.

7. Deng, J. ImageNet: A Large-Scale Hierarchical Image Database / J. Deng, W. Dong, R. Socher, L.-J. Li, K. Li, L. Fei-Fei. – Текст : непосредственный // Proceedings of CVPR. – 2009. – P. 248–255.

8. Torchvision datasets: STL10 documentation. – Текст : электронный // PyTorch : [сайт]. – URL: https://pytorch.org/vision/stable/generated /torchvision.datasets.STL10.html (дата обращения: 02.03.2026).

9. Loshchilov, I. Decoupled Weight Decay Regularization / I. Loshchilov, F. Hutter. – Текст : электронный // arXiv : [сайт]. – URL: https://arxiv.org/abs/1711.05101 (дата обращения: 02.03.2026).

10. ImageFilter module – Pillow documentation. – Текст : электронный // Pillow : [сайт]. – URL: https://pillow.readthedocs.io/en/stable /reference/ImageFilter.html (дата обращения: 02.03.2026).


В начало к содержанию

УДК 621.31
**А.И. Окорочков[1], Г.И. Колбин[2]**
[1]Канд. ф-м. наук, доцент
[2]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# ПРИМЕНЕНИЕ ДРОНОВ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

# THE USE OF DRONES IN THE ELECTRIC POWER INDUSTRY

***Аннотация.*** *Еще десятилетие назад осмотр высоковольтной линии электропередачи означал для энергетиков либо многочасовые пешие обходы, либо дорогостоящий вызов вертолета, либо рискованные работы на высоте с привлечением промышленных альпинистов.*

*Сегодня эту задачу решает квадрокоптер – компактный летательный аппарат, который за 20 мин. может обследовать десятки километров сетей, не требуя их отключения и не подвергая опасности персонал.*

*Благодаря своей мобильности, способности нести различные сенсоры и доступности в самых труднодоступных местах, дроны стали не просто вспомогательным инструментом, а ключевым звеном в цифровой трансформации электросетевого комплекса.*

***Ключевые слова:*** *электроэнергетика, контроль состояния высоковольтных линий электропередачи, квадрокоптер, дроны.*

***Summary.*** *A decade ago, an inspection of a high-voltage power line meant for power engineers either hours-long walking tours, or an expensive helicopter call, or risky work at altitude involving industrial climbers.*

*Today, this task is solved by a quadcopter, a compact aircraft that can inspect dozens of kilometers of networks in 20 minutes without requiring them to be disconnected and without endangering personnel.*

*Due to their mobility, ability to carry various sensors and accessibility in the most inaccessible places, drones have become not just an auxiliary tool, but a key link in the digital transformation of the electric grid complex.*

***Keywords:*** *electric power industry, monitoring the condition of high-voltage power transmission lines, quadcopter, drones.*

Самый массовый и очевидный сценарий использования дронов – это мониторинг и инспекция линий электропередачи (ЛЭП) и подстанций. Квадрокоптеры, оснащенные фотокамерами высокого разрешения, способны подлететь к опоре и сфотографировать ее с четырех сторон, чтобы зафиксировать малейшие дефекты: трещины в изоляторах, коррозию металла, повреждение грозотроса или нагрев контактных соединений. Например, в российской компании «Алтайкрайэнерго» применение дронов повысило эффективность осмотров в 7,5 раз, а для регулярного обследования сетей теперь достаточно всего двух пилотов [1].

Второе важнейшее направление – обследование объектов «зеленой» энергетики: солнечных и ветровых электростанций. Солнечные фермы занимают огромные площади, и ручной осмотр каждой панели – трудоемкая и дорогая задача. Квадрокоптеры с термодатчиками автоматически обле-

тают массивы панелей, выявляя «горячие точки» – участки с поврежденными фотоэлементами, которые снижают выработку энергии [2]. Более того, существуют решения, позволяющие не только диагностировать, но и обслуживать панели: дроны могут определять степень загрязнения и распылять чистящие средства, причем такая автоматизированная очистка обходится на 25 % дешевле традиционных методов [3].

Стоит упомянуть, что внедрение беспилотников дает отрасли три ключевых преимущества, которые коренным образом меняют экономику и безопасность процессов.

Первое и главное – безопасность. Инспекция ЛЭП традиционными методами связана с высокими рисками: работа на высоте, поражение электрическим током, тяжелые условия. Дрон берет эти риски на себя. Сотрудник управляет аппаратом с безопасного расстояния, находясь на земле. Это исключает травматизм и позволяет проводить обследования в сложных погодных условиях или труднопроходимой местности (болота, горы, арктические зоны), куда человека отправить крайне сложно [1].

Второе – экономия времени и средств. Традиционный «верховой» осмотр одной опоры может занять часы с привлечением вышки или специальной бригады. Дрон тратит на это минуты. Это радикальное сокращение времени простоев и затрат на логистику и персонал. Отказ от дорогостоящих вертолетов также дает многомиллионную экономию.

Третье – снижение экологического воздействия. Хотя этот аспект упоминается реже, он важен. Дроны, в отличие от тяжелой наземной техники, не повреждают почвенный покров. В отличие от вертолетов, они не создают шумового загрязнения и не сжигают тонны авиационного топлива, что снижает углеродный след при обслуживании сетей.

Эффективность дронов в энергетике напрямую зависит от бортового оборудования. Современный инспекционный квадрокоптер – это летающая лаборатория, обеспеченная большим количеством сенсоров. Камеры высокой четкости позволяют разглядеть мельчайшие сколы на изоляторе с большого расстояния. Тепловизоры необходимы для диагностики нагрева контактов и поиска «горящих» дефектов.

Технологии не стоят на месте. Одной из главных проблем всегда оставалось ограниченное время полета из-за аккумуляторов. Решением становятся привязные дроны, которые получают питание по тонкому кабелю с земли, способные находиться в воздухе часами [4]. Еще одно прорывное направление – подзарядка прямо от проводов ЛЭП. Российские инженеры продвинулись еще дальше: на Ямале успешно испытали дрон весом до 20 кг, способный не только садиться на провод 220 кВ для инспекции, но и очищать его ото льда с помощью реагентов, а также устанавливать соединительные муфты, фактически выполняя ремонтные работы [5].

Квадрокоптеры уже сегодня стали неотъемлемой частью электроэнергетики, превратившись из экзотической игрушки в мощный производ-

ственный инструмент. Они кардинально повышают безопасность и эффективность инспекций, снижают затраты и обеспечивают бесперебойное электроснабжение за счет раннего выявления дефектов.

## Список литературы


1. Altapress.ru: Повсеместная «цифра». Нейросети и коптеры на службе у энергетиков : [сайт]. – URL: https://altapress.ru/story/povsemestnaya-tsifra-neyroseti-i-kopteri-na-sluzhbe-u-energetikov-364765 (дата обращения: 27.02.26). – Текст : электронный.
2. Ieeexplore.org: Autonomous Inspection of Solar Panels and Wind Turbines Using YOLOv8 with Quadrotor Drones : [сайт]. – URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/10652395 (дата обращения: 02.03.26). – Текст : электронный.
3. C-O-K.ru: Создан спец-дрон для очистки солнечных панелей : [сайт]. – URL: https://www.c-o-k.ru/market_news/sozdan-specdron-dlya-ochistki-solnechnyh-paneley (дата обращения: 25.02.26). – Текст : электронный.
4. Foxtechuav.com: Разблокировка неограниченного времени полета: мощность привязанных промышленных беспилотников – [сайт]. – URL: https://www.foxtechuav.com/ru/unlocking-unlimited-flight-time-the-power-behind-tethered-industrial-drones.html (дата обращения: 01.03.26). – Текст : электронный.
5. Arctic-russia.com: На Ямале успешно испытали новое оборудование на объекте энергетики : [сайт]. – URL: https://arctic-russia.com/news/na-yamale-uspeshno-ispytali-novoe-oborudovanie-na-obekte-energetiki/ (дата обращения: 26.02.26). – Текст : электронный.


В начало к содержанию

УДК 624.131.43

**О.В. Пашкова[1], К.Д. Ивахнюк[2], М.А. Яценко[2]**
[1]Канд. техн. наук
[2]Студент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ ОТБОРА ПРОБ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ

# INFLUENCE OF SAMPLING DEPTH ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF SOILS

***Аннотация.*** *Статья посвящена исследованию физических свойств образцов суглинка, отобранных на глубине от 0,4 до 1,2 м. Приведены результаты расчетов влажности, плотности образцов при естественной влажности и в сухом состоянии.*

*Приведены графики изменения свойств образцов от глубины отбора проб. По результатам анализа результатов испытаний отмечена устойчивая тенденция увеличения плотности и влажности грунта с ростом глубины, что требует учета глубины отбора проб при оценке результатов испытаний в скважинах косвенными методами.*
***Ключевые слова:*** *инженерно-геологические изыскания, грунт, плотность, влажность.*

***Summary.*** *This article examines the physical properties of loam samples collected at depths ranging from 0.4 to 1.2 m. Calculations of moisture content and sample density at natural moisture and in a dry state are presented. Graphs of changes in sample properties with sampling depth are provided. Analysis of test results revealed a consistent trend of increasing soil density and moisture content with increasing depth, necessitating consideration of sampling depth when evaluating borehole test results using indirect methods.*
***Keywords:*** *engineering and geological surveys, soil, density, moisture content.*

Инженерно-геологические изыскания являются важным этапом подготовки проектирования строительства зданий и сооружений, поскольку надежность и долговечность зданий в значительной степени зависит от достоверности определения характеристик грунтов, залегающих в основании фундамента [1].

Комплекс инженерно-геологических изысканий направлен на определение физических, механических, химических, водных и других характеристик грунтов. Так как указанные свойства зависят от множества факторов, то характеристики грунтов природного сложения и искусственного происхождения должны определяться, на основе их непосредственных испытаний в полевых или лабораторных условиях с учетом возможных изменений в процессе строительства и эксплуатации объектов.

Весьма существенное влияние на свойства грунтового основания оказывают условия формирования грунтового массива и его состояние. Это в свою очередь требует тщательного обоснования выбора методов и средств проведения исследований.

Для определения свойств грунтов на площадке строительства применяют полевые и лабораторные методы. Полевые методы дают более достоверные результаты определения характеристик грунтов, так как даже лучшая лаборатория не сможет смоделировать естественные условия, которые формируются в грунтовом массиве. Однако при этом необходимо учитывать их значительную трудоемкость [2-3]. Этим определяется большой объем экспериментальных исследований, выполняемых в лабораторных условиях.

Поскольку грунт – это смесь раздробленных минералов, то и свойства реальных грунтов сложны и многообразны, следовательно, даже на небольшой площади его свойства могут существенно отличаться. Отсюда и высокие требования к достоверности проб, а также к точности проведения испытаний по определению физических и механических свойств грунтов [4-5].

Несущая способность и деформации основания фундамента вы основном определяются механическими свойствами грунтов основания фундамента, к ним относятся угол внутреннего трения, коэффициент сцепления и модуль деформации грунта, которые чаще всего определяются в лабораториях. Указанные свойства зависят от ряда факторов, которые в полевых условиях не всегда имеется возможность учитывать. Поэтому лабораторных методов очень много, для каждого свойства есть свой прибор или методика его определения.

В настоящее время широкое распространение для определения свойств грунтов получили приборы косвенного определения механических характеристик (пенетрация, зондирование, прессиометры). Опыт показывает, что разброс показаний этих приборов требует большего количества замеров для получения объективных результатов. Однако в ограниченном пространстве скважины это сделать сложно, поэтому испытания проводятся на разной глубине. В связи с этим решено провести исследования для определения влияния глубины отбора проб грунта на его физические свойства.

Отбор образцов для испытаний производился со дна траншеи, предназначенной для возведения фундамента здания (рис. 1). По мере разработки траншеи на глубине 0,4 м, выравнивалась площадка и в грунт вдавливалось 6 колец диаметром 40,0 мм. Затем образцы извлекались из массива, излишки грунта срезались по плоскостям кольца высотой 40 мм и помещались в специальные боксы для хранения до испытаний. Отбор проб в таком же порядке выполнялся на глубинах 0,6; 0,8; 1,0 и 1,2 м.



Рис. 1. Отбор образцов грунта в траншее

По результатам визуального осмотра, оценки пластичности и анализа гранулометрического состава грунт представлен желто-бурым суглинком тугопластичной консистенции ненарушенного сложения, относящегося к одному инженерно-геологическому элементу.

Определение средней плотности влажного и сухого грунта, а также влажности осуществлялось в лаборатории кафедры «Строительство и техносферная безопасность». Расчет показателей, приведенный в таблице ниже.

Таблица

**Результаты определения физических свойств грунта**

| Глубина отбора проб, м | Вес влажных образцов, г | Вес сухих образцов, г | Плотность влажных образцов, г/см$^3$ | Плотность сухих образцов, г/см$^3$ | Вес воды в образцах, г | Влажность образцов, % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,40 | 77,60 | 70,21 | 1,552 | 1,404 | 7,390 | 0,105 |
| | 91,70 | 80,06 | 1,834 | 1,601 | 11,640 | 0,145 |
| | 82,23 | 71,15 | 1,645 | 1,423 | 11,080 | 0,156 |
| | 89,92 | 78,22 | 1,798 | 1,564 | 11,700 | 0,150 |
| | 80,21 | 71,63 | 1,604 | 1,433 | 8,580 | 0,120 |
| | 83,84 | 74,81 | 1,677 | 1,496 | 9,030 | 0,121 |
| | Среднее значение | | 1,685 | 1,487 | | 0,133 |
| 0,60 | 85,93 | 77,85 | 1,719 | 1,557 | 8,080 | 0,104 |
| | 82,02 | 75,06 | 1,640 | 1,501 | 6,960 | 0,093 |
| | 86,14 | 78,34 | 1,723 | 1,567 | 7,800 | 0,100 |
| | 84,24 | 76,51 | 1,685 | 1,530 | 7,730 | 0,101 |
| | 86,79 | 78,09 | 1,736 | 1,562 | 8,700 | 0,111 |
| | Среднее значение | | 1,700 | 1,543 | | 0,102 |
| 0,80 | 91,58 | 83,25 | 1,832 | 1,665 | 8,330 | 0,100 |
| | 88,48 | 80,81 | 1,770 | 1,616 | 7,670 | 0,095 |
| | 89,57 | 80,37 | 1,791 | 1,607 | 9,200 | 0,114 |
| | 89,45 | 78,61 | 1,789 | 1,572 | 10,840 | 0,138 |
| | Среднее значение | | 1,795 | 1,615 | | 0,112 |
| 1,00 | 89,60 | 80,05 | 1,792 | 1,601 | 9,550 | 0,119 |
| | 96,70 | 85,91 | 1,934 | 1,718 | 10,790 | 0,126 |
| | 94,66 | 84,13 | 1,893 | 1,683 | 10,530 | 0,125 |
| | 95,03 | 82,56 | 1,901 | 1,651 | 12,470 | 0,151 |
| | 92,40 | 82,76 | 1,848 | 1,655 | 9,640 | 0,116 |
| | Среднее значение | | 1,874 | 1,662 | | 0,128 |
| 1,20 | 95,60 | 84,51 | 1,912 | 1,690 | 11,090 | 0,131 |
| | 98,31 | 84,12 | 1,966 | 1,682 | 14,190 | 0,169 |
| | 96,23 | 83,79 | 1,925 | 1,676 | 12,440 | 0,148 |
| | 99,92 | 87,86 | 1,998 | 1,757 | 12,060 | 0,137 |
| | Среднее значение | | 1,950 | 1,701 | | 0,146 |

По полученным результатам построены графики изменения плотности (рис. 2, 3) и влажности (рис. 4) от глубины отбора проб.

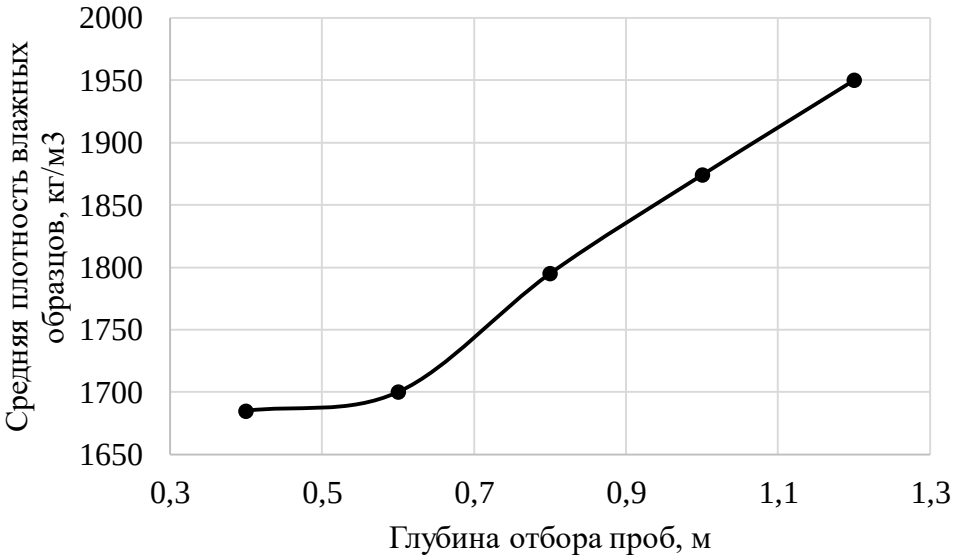



Рис. 2. Зависимость средней плотности влажных образцов от глубины отбора

Анализ полученных зависимостей свидетельствует о стабильном росте приведенных характеристик с увеличением глубины отбора проб грунта. Исключение составляет влажность образцов на глубине 0,4 м. Это связано со временем отбора проб – октябрь 2025 г. То есть в период сентябрь – октябрь были осадки, что и привело к увлажнению верхнего слоя грунта, а весь летний период осадки отсутствовали.

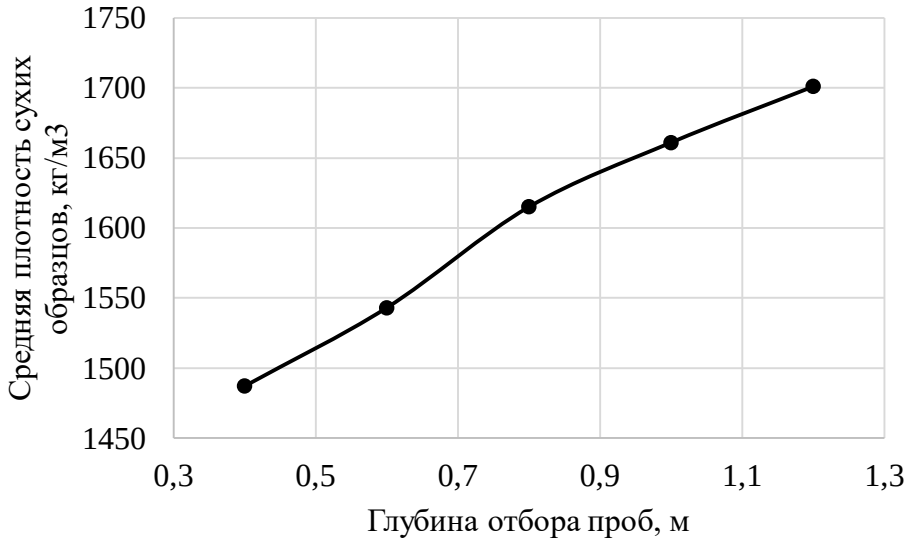



Рис. 3. Зависимость средней плотности сухих образцов от глубины отбора

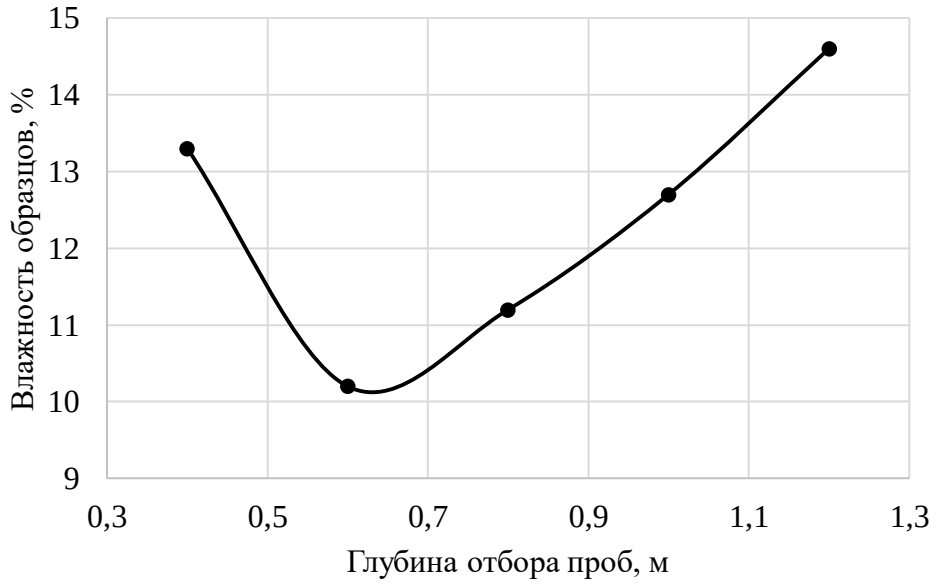



Рис. 4. Влажность образцов грунта на различной глубине

Поскольку физические и механические свойства грунтов в значительной степени зависят от влажности, то при отборе проб и испытаниях косвенными методами в скважинах следует осуществлять контроль влажности образцов на различной глубине массива для корректировки характеристик в случае необходимости.

**Список литературы**

1. СП 22.13330.2016. Свод правил. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*": (утв. Приказом Минстроя России от 16.12.2016 № 970/пр.) /Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). – Текст: электронный // Техэксперт : [сайт]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200084710 (дата обращения: 21.09.2024).

2. СП 20.13330.2016. Свод правил. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*" (утв. Приказом Минстроя России от 03.12.2016 № 891/пр). : дата введения 4 июня 2017 г. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 74 с. – Текст : непосредственный.

3. СП 47.13330.2012 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»: издание официальное : дата введения 2013-07-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). – Текст : электронный // Техэксперт : [сайт]. – URL: normacs://normacs.ru/10hov (дата обращения: 21.09.2024).

4. ГОСТ 5180-2015. МЕежгосударственный стандарт. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. Утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метроло-

гии от 3 ноября 2015 г. № 1694-ст. Межгосударственный стандарт. Введен в действие с 1 апреля 2016 г./разработан Открытым акционерным обществом «Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве» (ОАО «ПНИИИС». – Москва : Стандартинформ, 2016. – 19 с. – Текст : непосредственный.

5. ГОСТ 12248.4-2020 Грунты. Определение характеристик деформируемости методом компрессионного сжатия (ссылка введена Изменением № 4, утв. Приказом Минстроя России от 27.12.2021 № 1022/пр) межгосударственный стандарт: издание официальное: дата введения 2021-12-27 / разработан Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС). – Текст : электронный // Техэксперт : [сайт]. – URL: https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=STR&n=26540&date=02.04.2024 (дата обращения: 19.10.2024).

В начало к содержанию

УДК 687.17

**Д.С. Петрова[1], А.М. Коринтели[2]**
[1]Студент
[2]Канд. техн. наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ЖЕСТКОСТИ ШВОВ В СПЕЦОДЕЖДЕ

# STUDYING TECHNOLOGICAL SOLUTIONS TO REDUCE THE STIFFNESS OF SEAMS IN SPECIAL CLOTHING

***Аннотация.*** *В данной работе анализируется проблема жесткости швов в спецодежде, которая негативно влияет на комфорт работников, ограничивает их движения и ускоряет износ изделий. Современные технологии предлагают разнообразные методы для уменьшения жесткости швов, отличающиеся по своей эффективности и применимости в конкретных условиях. Выбор оптимальных методов с учетом специфики производства и требований к спецодежде значительно повышает уровень комфорта работников, улучшает эргономику одежды, не снижая ее надежность и долговечность. В работе представлен анализ и систематизация методик снижения жесткости швов в спецодежде. Полученные результаты работы позволяют расширить информационную базу при разработке новых решений по снижению жесткости швов в спецодежде.*

***Ключевые слова:*** *жесткость швов, спецодежда, комфорт работников, ограничения движений, эффективность, применимость, долговечность, исследование, практическая ценность.*

***Summary.*** *This paper analyzes the problem of seam stiffness in workwear, which negatively affects the comfort of workers, restricts their movements, and accelerates the wear and tear of the products. Modern technologies offer various methods for reducing seam stiffness,*

*each with its own effectiveness and applicability in specific conditions. By choosing the optimal methods based on the specific production requirements and the quality of workwear, it is possible to significantly improve the comfort of workers, enhance the ergonomics of the clothing, and maintain its reliability and durability. This paper provides an analysis and systematization of methods for reducing seam stiffness in workwear. The results of this work allow us to expand the information base when developing new solutions for reducing the stiffness of seams in workwear.*

***Keywords:*** *stitch rigidity, workwear, worker comfort, movement restrictions, efficiency, applicability, durability, research, and practical value.*

Роль спецодежды в промышленном производстве велика, она характеризуется обеспечением стабильного функционирования человека в процессе выполнения работ в условиях воздействия факторов риска. Несмотря на рост производства за счет повышения роли охраны труда во всех ее областях, по данным Федеральной службы государственной статистики, доля работников, занятых во вредных условиях труда, составляет более 34,9 %. Согласно данным, одной из причин возникновения несчастных случаев на производстве является применение средств индивидуальной защиты, несоответствующих условиям труда, ее доля составляет до 3 % [1].

Согласно существующим требованиям ГОСТ 12.4.280-2014 и ГОСТ Р 12.4.218 [2], спецодежда должна обеспечивать работнику защиту от общих производственных загрязнений и механических воздействий, которые должны обеспечивать комфорт и легкость использования, оптимальное размещение деталей, поддержание теплообмена, регулируемое прилегание к телу, соответствие размеров [3].

Эргономика рабочей одежды – ключевой фактор, обеспечивающий комфорт и повышающий производительность труда. Неудобная одежда, которая ограничивает движения или не соответствует индивидуальным особенностям, может снизить скорость и качество работы, вызвать повышенную утомляемость, увеличить риск травм из-за ухудшения обзора или неумелых движений, а также привести к психологическому дискомфорту, что негативно сказывается на концентрации.

Спецодежда должна соответствовать ряду эргономических требований, чтобы обеспечивать безопасность и комфорт работника:

– соответствие антропометрическим данным: одежда должна точно подходить по размеру;

– свобода движений конструкция: конструкция должна позволять выполнять все необходимые действия в рабочих позах, особенно при физических нагрузках;

– оптимальное расположение функциональных элементов: карманы, застежки и крепления не должны мешать работе или находиться в зонах сгибания суставов;

– регулируемость: элементы регулировки (шнуровка, эластичные вставки, ремни, липучки) помогают подогнать одежду по фигуре и адаптировать к смене условий;

– поддержание теплового баланса: дышащие материалы, вентиляционные отверстия, сетчатые вставки и многослойность предотвращают перегрев и избыточное потоотделение.

Соблюдение этих требований повышает безопасность (снижает риск травм), производительность (позволяет сосредоточиться на работе), снижает утомляемость, обеспечивает психологический комфорт и защиту здоровья (предотвращает раздражение кожи, перегрев), а также продлевает срок службы спецодежды.

При проектировании спецодежды особое внимание следует уделять свойствам соединительных швов. Жесткие швы в зонах повышенного трения (локти, колени, пояс) (рис. 1) существенно ограничивают свободу движений, что снижает производительность и повышает риск травм. Утолщения в области швов вызывают избыточное механическое воздействие на кожные покровы специалиста, что провоцирует локальное раздражение и снижение концентрации работника. Кроме того, такие швы имеют пониженную устойчивость к циклическим нагрузкам в зонах сгиба, что сокращает срок эксплуатации специальной одежды [4].

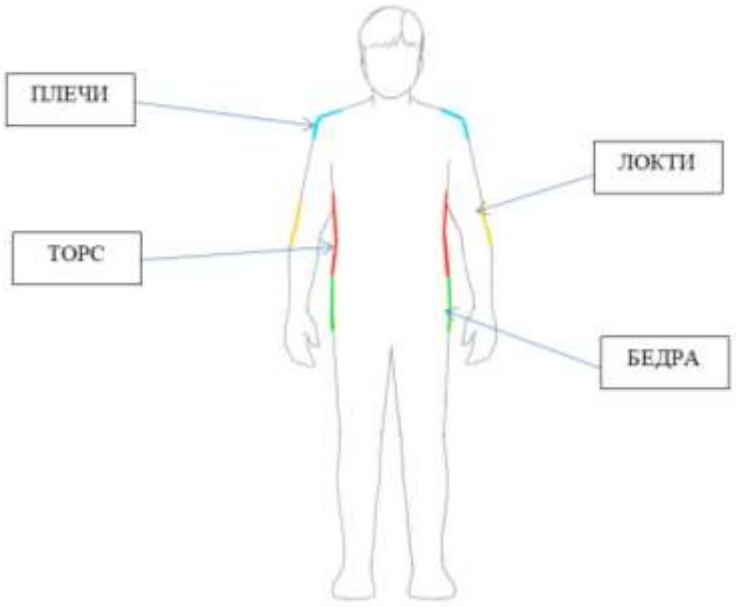



Рис. 1. Топография повышенного трения на теле человека

Жесткие швы – один из факторов, провоцирующих механические повреждения кожи. Они могут способствовать мацерации (размягчению кожи из-за избыточной влажности) и образованию эрозий, особенно при длительной носке влагонепроницаемой одежды. Кроме того, жесткие швы нарушают терморегуляцию, усиливая потоотделение и способствуя развитию опрелостей и размножению патогенных микроорганизмов. Все это может привести к формированию мозолей, потертостей и трещин на коже [5].

Причины жесткости швов разнообразны и включают в себя выбор неподходящих материалов и ниток, технологические параметры производства, обработка швов, конструктивные особенности и качество оборудования. Использование плотных или жестких ниток, коротких или частых стежков, чрезмерное натяжение нитей, а также неправильный тип стежка могут приводить к избыточной жесткости. Обработка швов герметизирующими составами также часто увеличивает их жесткость. Неверный расчет припусков и расположение швов в зонах интенсивного изгиба усиливают жесткость, а изношенные или неправильно подобранные иглы повреждают ткань и нити.

Для уменьшения жесткости швов применяются различные технологические решения, включая выбор материалов, методы обработки швов и конструктивные особенности. Существенный вклад в решение проблем внесли российские и зарубежные ученые. Исследования, направленные на изучение технологических решений по снижению жесткости швов в спецодежде, рассмотрены в работах С.Ш. Ташпулатова, Т.Д. Кадирова, М.К. Расуловой, А.А. Таласпаевой, А. Гибаратовой, Е.В. Кумпан и В.В. Хаммато-вой, где предложены технологии снижения жесткости шва с применением полимерных композиций [5, 6].

Эргономические исследования подчеркивают, что конструкция одежды должна учитывать биомеханику трудовых движений и изменения размеров тела в динамике работы. Жесткие швы препятствуют свободе движений, что особенно критично при выполнении операций, требующих гибкости и маневренности [4]. В ходе исследования выполнен анализ и систематизация наиболее распространенных трудовых движений и поз специалистов (рис. 2).



Рис. 2. Трудовые движения при динамичной работе

В ходе анализа выявлены ключевые рабочие позы, создающие повышенную нагрузку на опорно-двигательный аппарат. Установлено, что жесткость и неэластичность спецодежды усугубляют негативное воздействие таких поз, провоцируя дискомфорт, травмы и профессиональные заболевания.

Оптимизация конструкции спецодежды в этих зонах позволяет снизить риск травм, повысить комфорт и производительность труда в условиях физически нагруженной работы.

Ниже представлены основные проблемные позы и связанные с ними требования к конструкции спецодежды [4]:

– наклоны корпуса > 30°, длительное пребывание в наклонной позе: жесткие, неэластичные швы в области поясницы и лопаток ограничивают амплитуду сгибания, создают зоны повышенного давления при наклоне; натирают кожу при повторяющихся движениях;

– поднятие рук выше уровня плеч; длительное удерживание рук в верхнем положении. жесткие, неэластичные швы в области плечевого сустава и подмышек мешают полному подъему рук, заставляя работника прикладывать дополнительные усилия, что повышает нагрузку на мышцы и суставы [4];

– скручивание туловища: повороты корпуса во время работы (например, при переноске грузов или работе с оборудованием) создают дополнительную нагрузку на позвоночник особенно на поясничный отдел. Жесткие швы создают области повышенного давления на кожу и ткани в местах сгибов и скручивания, что приводит к увеличению локальной нагрузки на поясничные мышцы, нарушению кровообращения в напряженных зонах и повышению утомляемости из-за постоянного сопротивления со стороны одежды [4].

Для решения проблем ограниченности динамики движения, травм опорно-двигательного аппарата, профессиональных заболеваний необходим комплексный подход, включающий выбор подходящих материалов, соблюдение технологических параметров (тип и свойства ниток, параметры строчки, методы соединения и обработки деталей), а также улучшение качества оборудования промышленных швейных машин, (машин для ультразвуковой сварки и оборудования для нанопокрытий и пропиток). На основе представленных данных была составлена таблица, анализирующая методы повышения эластичности и комфорта спецодежды.

Таблица

**Систематизация существующих технологий снижения жесткости швов [4-6]**

| Категория технологии | Технология | Описание принципа действия | Материалы /оборудование | Преимущества | Недостатки | Область применения | Ожидаемое снижение жесткости, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Материалы для швов | Штапельные синтетические нитки | Использование коротких волокон для создания мягких, гибких нитей | Полиэфирные, полиамидные штапельные нитки; швейные машины общего назначения | мягкость шва, доступная цена | Меньшая прочность | Повседневная спецодежда, не требующая высокой прочности швов | 20–30 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Текстурированные нитки | Нитки с объемной структурой за счет текстурирования, повышающего эластичность | Текстурированные полиэфирные/полиамидные нитки; специальные машины для текстурирования | Высокая эластичность, растяжимость до 30 %, мягкость шва | Меньшая прочность | Эластичные зоны спецодежды (рукава, пояс), спортивная спецодежда | 30–40 |
| | Монофиламентные нитки | Использование единой непрерывной нити вместо скрученных волокон | Полиамидные/полиэфирные монофиламентные нитки; стандартные швейные машины | Гладкая поверхность, минимальное трение в шве, высокая прочность | Жестче мультифиламентных ниток при одинаковой толщине | Легкая спецодежда, медицинская спецодежда, где важна гладкость шва | 15–25 |
| Методы соединения | Ультразвуковая сварка | Сварка термопластичных материалов за счет высокочастотных колебаний без использования ниток | Ультразвуковые сварочные аппараты; термопластичные ткани (полиэстер, полипропилен) | Отсутствие ниток в шве, абсолютная гладкость, водонепроницаемость | Ограниченная применимость (только термопластики), дорогое оборудование | Герметичные швы в защитной одежде, химической спецодежде | 60–80 |
| | Термосклеивание | Соединение материалов с помощью термоактивных клеев под воздействием температуры | Клеи-расплавы, термопрессы или утюги с регулировкой температуры | Отсутствие проколов ткани, гладкая внутренняя поверхность | Жесткость клеевого слоя, ограниченная эластичность, сложность ремонта | Спецодежда с требованиями герметичности (водонепроницаемая, химическая защита) | 40–50 |
| | Цепной стежок | Эластичное переплетение нитей, допускающее растяжение шва | Специальные цепные швейные машины; обычные нитки | Высокая эластичность шва (растяжение до 20 %), устойчивость к разрывам при нагрузках | Больший расход ниток | Эластичная спецодежда, рабочие костюмы с подвижными элементами | 35–45 |
| Конструктивные решения | «Теплые швы» | Смещение шва от края детали, чтобы избежать двойного слоя ткани в сгибе | Специализированные лекала, швейные машины с регулируемым положением иглы | Снижение жесткости в зонах сгиба (локти, колени), повышение комфорта | Усложнение конструкции, требует точного раскроя | Зимняя спецодежда, утепленные костюмы | 30–40 |
| | Оптимизация расположения швов | Проектирование швов вне зон активного сгибания и нагруз- | САПР для конструирования спецодежды, эргономические исследования | Повышение комфорта, снижение износа в критических зонах | Требует тщательного проектирования, может ограничивать дизайн | Любая спецодежда с высокой подвижностью (строительные, монтажные | 25–35 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ки | | | | работы) | |
| | Минимизация слоев в шве | Уменьшение количества наложенных слоев ткани в шве | Лазерные резаки для точного раскроя, прецизионные швейные машины | Значительное снижение жесткости, улучшение подвижности | Снижение прочности в зонах нагрузки, требует усиления другими методами | Легкая летняя спецодежда, медицинские халаты | 40–50 |
| Обработка и пропитки | Нанопокрытия | Нанесение ультратонких покрытий, улучшающих скольжение волокон в шве | Нанодисперсии (кремнийорганические, фторсодержащие), установки для нанесения покрытий | Улучшение гибкости без потери прочности, водоотталкивающие свойства | Дороговизна, требует специального оборудования | Высокотехнологичная спецодежда (нефтегаз, МЧС) | 25–35 |
| | Полимерные композиции | Пропитка швов эластичными полимерами, снижающими трение между волокнами | Эластичные полиуретановые/силиконовые составы, ванны или распылители для пропитки | Повышение эластичности шва, защита от влаги и химикатов | Может увеличивать вес изделия | Химически стойкая спецодежда, водонепроницаемые костюмы | 30–40 |
| | Силиконовые смазки для ниток | Обработка ниток перед пошивом для снижения трения в шве | Силиконовые эмульсии, устройства для пропитки ниток | Простота применения, снижение жесткости без изменения конструкции | Временный эффект (требует повторной обработки) | Любая спецодежда при мелкосерийном производстве | 15–20 |
| Параметры пошива | Снижение линейной плотности ниток | Использование более тонких ниток для уменьшения объема шва | Нитки меньшей линейной плотности (например, №50 вместо №40), точная настройка машин | Значительное снижение жесткости, эстетичный вид | Снижение прочности шва | Легкая и летняя спецодежда, офисные СИЗ | 25–35 |
| | Уменьшение частоты стежков | Увеличение длины стежка (например, с 2,5 мм до 4 мм) для повышения эластичности шва | Стандартные швейные машины с регулировкой длины стежка | Простота внедрения, снижение жесткости без дополнительных затрат | Снижение прочности шва на разрыв, риск распускания | Спецодежда без экстремальных нагрузок (офисная, легкая производственная) | 20–30 |

Жесткость швов в спецодежде значительно снижает комфорт работников, ограничивая их подвижность и ускоряя износ изделий. Современные технологии позволяют существенно уменьшить жесткость швов. Оптимальный баланс между мягкостью швов и сохранением прочности достигается за счет конструктивных решений, таких как минимизация слоев

(40–50%) и использование «теплых швов» (30–40%), а также выбора материалов, например, текстурированных ниток (30–40%). При выборе технологии важно учитывать тип спецодежды, условия эксплуатации, бюджет предприятия, требования к долговечности и ремонтопригодности.

Полученные результаты работы позволяют расширить информационную базу при разработке новых технологических решений по снижению жесткости швов в спецодежде.

## Список литературы

1. Неприменение СИЗ – причина 3 % несчастных случаев на производстве в 2023 году : официальный сайт. – Москва. – URL: https://getsiz.ru/neprimenenie-siz-prichina-3-neschastn.html (дата обращения: 15.02.2026). – Текст : электронный.

2. ГОСТ 12.4.280-2014. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Общие технические требования : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации от 28 марта 2014 г. № 65-П : введен впервые : дата введения 2015-09-01 / разработан Ассоциацией предприятий текстильной и легкой промышленности «Атекс». – Текст : электронный // Библиотека нормативной документации : [сайт]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200116594 (дата обращения: 15.02.2026).

3. ГОСТ Р 12.4.236-2011. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Общие технические требования : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 ноября 2011 г. № 611-ст : введен впервые : дата введения 2012-06-01 / разработан Открытым акционерным обществом «Центральный научно-исследовательский институт швейной промышленности» (ОАО «ЦНИИШП»). – Текст : электронный // Библиотека нормативной документации : [сайт]. – URL: https://rossopro.ru/wp-content/uploads/dlm_uploads/2019/03/12_4_236.pdf (дата обращения 15.02.2026).

4. Разработка технологии изготовления спецодежды с улучшенными эксплуатационными свойствами : монография / М.К. Расулова, С.Ш. Ташпулатов, И.В. Черунова. – Курск : Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2020. – 191 с. – ISBN 978-5-907413-24-5. – Текст : непосредственный.

5. Архитектурные и схемотехнические методы уменьшения нулевого уровня операционных и мультидифференциальных усилителей на BiJet транзисторах в условиях температурных и радиационных воздействий :

монография / Н.Н. Прокопенко, А.И. Серебряков, Н.В. Бутырлагин [и др.] ; под общей редакцией Н.Н. Прокопенко ; Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты. – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2015. – 1 CD-ROM. – Заглавие с этикетки диска. – ISBN 978-5-906786-04-3. – № гос. регистрации 0321600512. – Текст : электронный.

6. Способ повышения прочности ниточных швов для спецодежды с применением полимерного композиционного материала / С.Ш. Ташпулатов, Т.Д. Кадиров, М.К. Расулова [и др.]. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2019. – № 5(383). – С. 177–181.

В начало к содержанию

УДК 687.01

**Т.М. Рамазанова[1], А.В. Бойкова[2]**
[1]Член Союза дизайнеров России, доцент
[2]Магистрант
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# РАЗРАБОТКА АВТОРСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ТРАДИЦИОННОЙ ОДЕЖДЫ КОРЕННЫХ НАРОДОВ СЕВЕРА РОССИИ

# DEVELOPING AN AUTHOR'S COLLECTION BASED ON THE STUDY OF TRADITIONAL CLOTHING OF INDIGENOUS PEOPLES OF THE RUSSIAN NORTH

***Аннотация.*** *Статья посвящена комплексному анализу традиционного костюма малочисленных народов севера России, как многослойного культурного феномена. Рассматриваются его утилитарные функции, связанные с экстремальными климатическими условиями Арктики, а также символико-семантические аспекты, отражающие картину мира, социальный статус и этническую идентичность. Особое внимание уделяется материалам, технологиям изготовления и региональным особенностям одежды у народов, относящихся к различным хозяйственно-культурным типам, а именно оленеводы, охотники, рыболовы. Также анализ женского костюма, характерного для коренных жительниц Крайнего Севера. На основе изучения музейных экспонатов выявляются общие принципы организации костюмного комплекса и уникальные черты. Сделан вывод о том, что традиционный костюм выступает ключевым маркером этничности и адаптивного знания.*

***Ключевые слова:*** *народы Севера, традиционный костюм, этническая идентичность, адаптация к среде, декоративно-прикладное искусство, орнамент, культурное наследие, Арктика.*

***Summary.*** *This article provides a comprehensive analysis of the traditional costume of indigenous peoples of northern Russia as a multilayered cultural phenomenon. It examines its utilitarian functions associated with the extreme climatic conditions of the Arctic, as well as symbolic and semantic aspects reflecting worldviews, social status, and ethnic identity. Particular attention is paid to the materials, manufacturing technologies, and regional characteristics of clothing worn by peoples belonging to different economic and cultural types, namely reindeer herders, hunters, and fishermen. It also analyzes women's costume, typical of indigenous women of the far north. Based on a study of museum exhibits, general principles of costume organization and unique features are identified. It is concluded that traditional costume serves as a key marker of ethnicity and adaptive knowledge.*

***Keywords:*** *peoples of the North, traditional costume, ethnic identity, adaptation to the environment, decorative and applied arts, ornament, cultural heritage, Arctic.*

Традиционная одежда коренных народов Севера России (ненцы, ханты, эвенки и др.) является ярким примером того, как практическая необходимость выживания в суровых условиях сочетается с глубоким культурным значением. В современном мире, где Арктика активно осваивается промышленностью, этот костюм приобретает особую важность, выступая не только как часть материального наследия, но и как ключевой элемент в поддержании культурной самобытности северных народов. Изучение традиционного костюма требует комплексного подхода, объединяющего знания из этнологии, антропологии, искусствоведения и материаловедения. Данная статья ставит своей целью обобщить ключевые аспекты изучения костюма, рассматривая его с точки зрения функций, символики и культурной роли.

Традиционный костюм народов Севера – это, прежде всего, высокоэффективная система жизнеобеспечения. Его утилитарная функция детерминирована суровым климатом. Крой чаще всего глухой, закрывающий все тело, а технологии обработки, такие как выделка, мездрение, сушка, направлены на максимальное сохранение тепла, влаго- и ветрозащиту, обеспечение мобильности [1].

Для более глубокого и подробного изучения костюма северных народов, следует обратить внимание на уникальную экспозицию коллекции костюмов народов Севера и Сибири в Российском этнографическом музее (РЭМ) в Санкт-Петербурге «Арктика – земля обитаемая». Экспозиция охватывает культуру оленеводов тундры и таежных народов, включает традиционную меховую одежду (парки, малицы), уникальные орнаментированные унты, шаманские костюмы и бытовые предметы, ярко демонстрируя культурные традиции арктических народов и какие используются стратегические ресурсы при освоении арктических территорий.

На выставке представлено более 500 экспонатов из собрания музея, характеризующих культурные традиции народов Севера России. На рисунке 1 наглядно представлены экспозиции музея.

Жители Арктики традиционно используют шкуры животных для создания одежды. Из шкур морских животных они изготавливают штаны и обувь, а из шкур оленя – верхнюю одежду, которую утепляют мехом лисы, песца. Морские охотники и рыболовы так же, создают водонепроницаемые плащи, камлейки, из кишок моржа и нерпы. Чукчи, например, широко применяют ровдугу – замшу из лосиных и оленьих шкур. Обработка шкур является трудоемким процессом, требующим мастерства. Качественная одежда из натуральных материалов не только комфортна, но и благодаря своим терморегулирующим свойствам помогает избежать чрезмерного потоотделения и переохлаждения.



Рис. 1. Экспонаты Русского этнографического музея

Так, например, чукотская меховая рубаха, известная как ирын или кукашка, представляет собой образец функционального дизайна. Ее просторный крой, с широкими рукавами, сужающимися к запястьям, обеспечивает максимальный комфорт. В отличие от своей ширины, рубаха обычно имеет умеренную длину, заканчиваясь выше колен, хотя для стариков предусмотрены более длинные варианты, как представлено на рисунке 2.



Рис. 2. Меховая рубаха ирын

Глухую меховую куртку из шкуры оленя чукчи, коряки и ительмены называют кухлянкой, ханты – малицей, эскимосы – аткуком, саамы – пеццк, или печок (мехом наружу) и торрк (мехом внутрь). Верхняя женская одежда у энцев и нганасанов – распашная парка – называется лифарие [2].

Значительная адаптация жителей Крайнего Севера к суровым условиям проявлялась в подходе к головным уборам. Осенью-весной головной убор состоял из налобной повязки с меховой отделкой. Однако в условиях сильного холода они все же использовали двухслойный малахай – один слой мехом внутрь, другой наружу, который сохранял максимальное тепло. Во время длительных поездок они надевали два капора сразу, или толстую длинную шапку из оленьей кожи, как представлено на рисунке 3 [2].



Рис. 3. Пример головного убора

Унты, пимы, торбаса – все это названия зимней обуви коренных народов севера. Распространенный материал для такой обуви – оленьи шкуры, но на Чукотке также используют шкуру нерпы.

Мастера северных народов шьют обувь из меха и, так же, как и одежду, украшают вышивкой и аппликациями, которые несут не только эстетическую функцию, украшая изделие, но и защитную. Так же, как и у всех народов, узоры для северян имеют особое значение.

Орнамент является важнейшим носителем культурных кодов. Его геометрические (зигзаги, ромбы, треугольники) и зооморфные мотивы выполняют не только декоративную функцию. Они несут в себе глубокий смысл, служа оберегами, обозначая тотемную принадлежность и являясь моделью мироздания. Традиция строго определяла каждый элемент орнамента, его размещение, на манжетах, подоле, плечах и цветовую гамму. Исследование орнаментики дает возможность понять глубинные пласты мифологического сознания.

Отделка традиционных костюмов носит не только декоративный, но и прикладной характер, сообщая массу информации о том, к какому именно народу человек принадлежит, его семейном положении, наличии или отсутствии детей, занятиях и социальном статусе. Один из древних способов украшения одежды – вышивка подшейным волосом оленя. Его соби-

рают в пучок и прикрепляют к основе жильными нитками. Получаются рельефные накладные швы, из которых складывается узор. Еще одна функция декора – ритуальная. Узор может выступать в роли оберега или талисмана. Например, считалось, что изображение следов зверя должно принести удачу охотнику. А звон монет или колокольчиков отпугивает злых духов.

Костюм играл важную священную роль, особенно в ритуальных практиках, поскольку он мог быть мощным символическим инструментом. Например, костюм шамана был не просто одеянием, а моделью всего мира, где каждый металлический кулон, изображающий человека или животного, символизировал духа помощника. Кроме того, повседневная одежда часто также носила защитные свойства, поэтому ее изготовление строго регламентировалось особыми правилами и запретами.

В условиях современной глобализации национальный костюм претерпевает значительные изменения. Его функция смещается, от повседневного использования к тематическим вечерам и народным праздникам. Этот процесс влечет за собой как определенные потери, такие как частичное забвение производственных техник и глубинного смыслового наполнения. Так и приводит к переосмыслению и стилизации, преобразуя народный костюм в современную одежду [3].

Этот процесс способствует укреплению этнической идентичности, позволяя костюму стать видимым символом в глобальном диалоге культур. Сохранение и актуализация этого наследия напрямую зависят от деятельности ремесленников, а также дизайнеров костюма, вдохновившихся народным костюмом.

На сегодняшний день коллекции одежды некоторых брендов полностью вдохновлены этно мотивами народов севера, так, например, молодой дизайнер Евсей Иванов создал коллекцию одежды, вдохновленную национальным костюмом чукчей и якутов, как представлено на рисунке 4 [5].




Рис. 4. Коллекция Евсея Иванова на основе изучения чукотского и якутского костюма

В ходе анализа костюма жителей Крайнего Севера, и выбранного творческого источника, а также модных тенденций, была разработана авторская коллекция женской одежды «Нити северных морей».

В моделях коллекции рассматривались такие виды ассортимента одежды как: юбки, пуловеры, платья-водолазки, куртки из искусственного меха. Разнообразие фактуры меха в сочетание с другими материалами и полупрозрачного эффекта органично вписались в общую концепцию коллекции. Цветовая гамма коллекции выбрана не случайно, вдохновляясь природой Севера и природным явлением как северное сияние, были подобраны все оттенки синего, голубого и бирюзовых тонов. Для контраста в небольших пропорциях в виде вкраплений использовались лососевый и охристо-желтый цвета вдохновением для чего послужили водные просторы, образ северного моря и рыбы, отсылки к быту и культуре северных народов, а именно как один из видов промысла – рыболовства. Такой подход в проектировании ассортимента одежды придает индивидуальность каждому образу, а также разнообразие силуэтов. Декоративное решение в коллекции дает возможность раскрыть каждую модель, согласно выбранному творческому источнику. На рисунке 5 наглядно представлен комплексный подход изучения традиционного костюма и результат работы: фотографии готовой коллекции, источников вдохновения в виде трендука и мудборда  и эскизные поиски образов.




Рис. 5. Коллекция одежды «Нити северных морей».
Автор А.В. Бойкова, руководитель Т.М. Рамазанова

Традиционная одежда народов Севера России является основой их культурной самобытности. Костюм сочетает в себе практические навыки выживания в экстремальных условиях и богатую символику, которая регулирует социальные и духовные аспекты их жизни. Для глубокого понима-

ния мира взглядов северных этнических групп необходимо всестороннее междисциплинарное изучение костюма. Анализ сочетает в себе этнографический, художественно-познавательный, семиотический и материально-познавательный подходы. Сохранение этого наследия требует не только его фиксации и музейного хранения, но и активной поддержки живых носителей традиции в их стремлении к адаптации культурных кодов к современным реалиям, что гарантирует преемственность и устойчивое развитие самобытных культур Арктики.

## Список литературы


1. Какую одежду сегодня носят коренные народы Крайнего Севера, живущие вдали от больших городов. – URL: https://kulturologia.ru /blogs/070618/39220/ (дата обращения: 26.01.2026) – Текст : электронный.
2. Традиционный костюм народа саха | Дети Арктики.РФ. – URL: https://arctic-children.com/article/serebro-mekha-i-biser/ (дата обращения: 26.01.2026). – Текст : электронный.
3. Традиции и новации в мировоззрении северных народов – тема научной статьи по прочим социальным наукам читайте бесплатно текст научно-исследовательской работы в электронной библиотеке КиберЛенинка. – URL //https://cyberleninka.ru/article/n/traditsii-i-novatsii-v-mirovozzrenii-severnyh-narodov(дата обращения: 27.01.2026). – Текст : электронный.
4. Присяжный, М.Ю. Коренные народы и постоянное население северных территорий / М.Ю Присяжный. – URL: https://cyberleninka.ru/article /n/korennye-narody-i-postoyannoe-naselenie-severnyh-territoriy (дата обращения: 28.01.2026). – Текст : электронный.
5. Модельер Евсей Иванов: Все начинается с истоков и важно их сохранить. – Текст : электронный // Якутиядaily. – URL : https:yakutia-daily.ru/modeler-evsej-ivanov-vse-nachinaetsya-s-istokov-i-vazhno-ih-sohranit/ (дата обращения: 28.01.2026).


В начало к содержанию

УДК 658.5

**Д.В. Русляков[1], О.В. Волошин[2]**
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Магистрант
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# АНАЛИЗ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УЧАСТКА В УСЛОВИЯХ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

# ANALYSIS AND WAYS TO IMPROVE TECHNOLOGICAL PROCESSES OF A TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL SECTION IN THE CONDITIONS OF OIL AND GAS PRODUCTION

***Аннотация.*** *В статье проведен комплексный анализ эффективности функционирования транспортно-технологического участка (ТТУ), обеспечивающего логистическую поддержку нефтегазодобывающего промысла. Выявлены «узкие места» в существующей организации работ, приводящие к увеличению простоев техники и росту эксплуатационных затрат. На основе статистических данных о работе парка специализированной техники за 2023–2024 гг. разработаны организационно-технические мероприятия по оптимизации маршрутов движения, повышению коэффициента технической готовности (КТГ) автопарка и внедрению элементов цифрового диспетчерского контроля. Предложенные решения направлены на повышение надежности транспортного обеспечения и снижение себестоимости тонно-километра перевозок. Результаты исследования могут быть использованы инженерно-техническими службами аналогичных подразделений нефтегазовой отрасли.*

***Ключевые слова:*** *транспортно-технологический участок, нефтегазовое производство, технологический процесс, коэффициент технической готовности, оптимизация маршрутов, простои техники, эффективность логистики.*

***Summary.*** *The article provides a comprehensive analysis of the operational efficiency of a transport and technological section (TTS) that provides logistical support for an oil and gas field. The "bottlenecks" in the existing organization of work, leading to increased equipment downtime and higher operating costs, have been identified. Based on statistical data on the operation of the specialized vehicle fleet for 2023–2024, organizational and technical measures have been developed to optimize traffic routes, increase the fleet's technical readiness ratio, and introduce elements of digital dispatch control. The proposed solutions are aimed at increasing the reliability of transport support and reducing the cost per ton-kilometer of transportation. The research results can be used by engineering and technical services of similar departments in the oil and gas industry.*

***Keywords:*** *transport and technological section, oil and gas production, technological process, technical readiness ratio, route optimization, equipment downtime, logistics efficiency.*

Нефтегазовая отрасль является одной из ключевых для экономики Российской Федерации, обеспечивая значительную долю поступлений в бюджет. Эффективность добычи углеводородов напрямую зависит от бесперебойной работы всех вспомогательных звеньев производства, ключевым из которых является транспортно-технологический участок. ТТУ обеспечивает доставку буровых растворов, трубной продукции, химических реагентов, вахтовых бригад и специальной техники к местам проведения работ. В условиях удаленности месторождений, сложных климатических условий и бездорожья, надежность транспортной логистики становится критическим фактором производственной безопасности и экономической эффективности.

Оборудование нефтегазовых промыслов характеризуется высокой стоимостью и металлоемкостью, а простой буровых установок или бригад текущего ремонта скважин (ТРС) из-за отсутствия материалов или техники ведут к колоссальным убыткам. В этой связи, анализ текущего состояния технологических процессов на транспортно-технологическом участке и поиск путей их совершенствования является актуальной научно-практической задачей.

Целью данной работы является анализ эффективности работы ТТУ условного нефтегазодобывающего предприятия (на примере данных за 2023–2024 гг.), выявление факторов, снижающих производительность, и разработка рекомендаций по оптимизации транспортно-технологических процессов.

**1. Характеристика объекта исследования и анализ существующих технологических процессов**

Объектом исследования выступает транспортно-технологический участок нефтегазодобывающего управления (НГДУ), расположенного в условиях Крайнего Севера. Основными задачами участка являются:

– доставка технологического оборудования для бурения и капитального ремонта скважин;

– перевозка инертных материалов (песок, щебень) и химреагентов для поддержания пластового давления;

– транспортировка топливно-смазочных материалов (ТСМ);

– обеспечение мобильности вахтового персонала.

Парк техники ТТУ включает в себя: грузовые автомобили повышенной проходимости (Урал, КамАЗ), трубовозы, цементовозы, топливозаправщики, вахтовые автобусы и тяжелые тягачи (МАЗ, Scania). Анализ производственной деятельности проводился на основе данных путевых листов, нарядов на выполнение работ и журналов учета простоев за период 2023–2024 гг.

Основные показатели работы парка техники представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Основные показатели работы парка техники ТТУ за 2023–2024 гг.**

| Показатель | 2023 г. | 2024 г. | Абсолютное отклонение (+/-) | Темп роста, % |
|---|---|---|---|---|
| Среднесписочное количество техники, ед. | 85 | 92 | +7 | 108,2 |
| Общий пробег, тыс. км | 2 540 | 2 785 | +245 | 109,6 |
| Грузооборот, тыс. т·км | 18 750 | 19 890 | +1 140 | 106,1 |
| Объем перевозок, тыс. т | 215,4 | 223,7 | +8,3 | 103,9 |
| Коэффициент технической готовности (КТГ) | 0,82 | 0,79 | -0,03 | 96,3 |
| Коэффициент использования парка (КИП) | 0,68 | 0,65 | -0,03 | 95,6 |
| Среднее время простоя в ремонте на 1 авто, дни | 18 | 24 | +6 | 133,3 |

Как видно из таблицы 1, при росте грузооборота и объема перевозок наблюдается негативная динамика технического состояния парка. Снижение коэффициента технической готовности с 0,82 до 0,79 и рост среднего времени простоя в ремонте на 33 % свидетельствуют о накоплении проблем в системе технического обслуживания и ремонта (ТОиР).

**2. Выявление «узких мест» и анализ простоев**

Для детального изучения причин снижения эффективности был проведен анализ структуры простоев техники. Результаты представлены на рисунке 1.

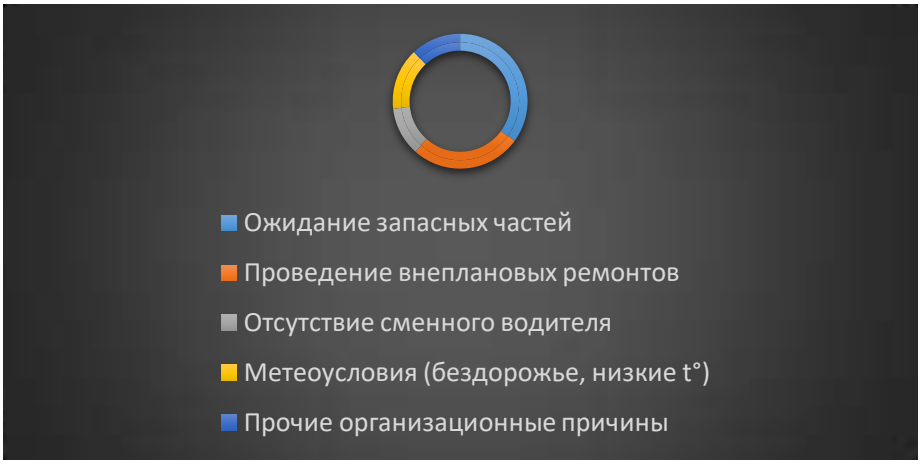



Рис. 1. Анализ структуры простоев техники ТТУ за 2024 г.

Анализ данных, представленных на рисунке 1, показывает, что основными причинами простоев являются технические факторы: ожидание запчастей (35 %) и внеплановые ремонты (26,5 %). В сумме они составляют более 60 % всех простоев, что коррелирует со снижением КТГ. Организационные факторы (отсутствие водителей, ожидание распоряжений) также вносят существенный вклад, составляя около 23,7 % (с учетом «прочих»).

Анализ маршрутов движения выявил неэффективность существующей логистики. Часто практикуются холостые пробеги порожнего транспорта, а также отсутствует централизованная система координации рейсов, что приводит к дублированию заявок. Данные о средней длине маршрутов и холостых пробегах приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Показатели эффективности использования пробега**

| Тип перевозок | Среднее расстояние, км | Пробег с грузом, % | Порожний пробег, % | Коэффициент использования пробега |
|---|---|---|---|---|
| Доставка трубной продукции | 180 | 62 | 38 | 0,62 |
| Перевозка инертных грузов | 45 | 70 | 30 | 0,70 |
| Доставка вахт | 210 | 48 | 52 | 0,48 |
| Перевозка ТСМ | 150 | 58 | 42 | 0,58 |

Особенно низкий коэффициент использования пробега (0,48) зафиксирован при доставке вахт, что связано с отсутствием обратной загрузки автобусов.

### 3. Пути совершенствования технологических процессов

На основе проведенного анализа для повышения эффективности работы ТТУ предлагается комплекс мероприятий, разделенных на организационные и технические.

#### 3.1. Организационные мероприятия

Оптимизация маршрутов и консолидация грузов – внедрение принципа «кольцевых рейсов» и обратной загрузки. Например, техника, доставившая трубы на кустовую площадку, может возвращаться с отработанным оборудованием или металлоломом для утилизации, что повысит коэффициент использования пробега.

Совершенствование диспетчеризации – переход от бумажных заявок к единой автоматизированной системе управления транспортом. Система в реальном времени отслеживает местоположение техники и распределяет задания, минимизируя холостой ход.

Планирование сезонных поставок – увеличение объемов завоза инертных материалов и ТСМ в зимний период (по зимникам) для снижения зависимости от распутицы в межсезонье.

#### 3.2. Технические мероприятия

Оптимизация складского запаса ЗИП – нормирование запаса наиболее часто выходящих из строя узлов (ходовая часть, трансмиссия) для снижения простоев в ожидании запчастей. Рекомендуется перейти на систему поставок «точно вовремя» совместно с производителями техники.

Внедрение систем мониторинга и телематики - оснащение техники датчиками уровня топлива и контроля работы двигателя на холостом ходу позволит бороться с нецелевым использованием ресурсов и вовремя выявлять неисправности.

Обновление парка – поэтапная замена морально и физически устаревшей техники с истекшим сроком эксплуатации на новые модели с повышенной надежностью и межсервисным интервалом.

Экономическая эффективность предлагаемых мероприятий оценивается через прогнозируемое снижение времени простоев и увеличение грузооборота. Прогнозные показатели после внедрения мероприятий представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Прогнозные показатели эффективности работы ТТУ после внедрения мероприятий**

| Показатель | 2024 г. (факт) | Прогноз | Отклонение |
|---|---|---|---|
| Коэффициент технической готовности (КТГ) | 0,79 | 0,86 | +0,07 |
| Коэффициент использования пробега (средний) | 0,61 | 0,73 | +0,12 |
| Годовые эксплуатационные затраты, млн руб. | 320 | 305 | -15 |
| Грузооборот, тыс. т·км | 19 890 | 21 100 | +1 210 |

Реализация данных мер позволит снизить долю непроизводительных простоев, высвободить дополнительные единицы техники и повысить ритмичность снабжения производственных участков, что в конечном итоге положительно скажется на объемах добычи нефти и газа.

**Заключение**

Проведенный анализ деятельности транспортно-технологического участка в условиях нефтегазового производства выявил существенные резервы повышения эффективности. Основными проблемами являются высокий износ техники, приводящий к снижению коэффициента технической готовности до 0,79, и неоптимальная организация перевозок, выражающаяся в значительной доле порожних пробегов (до 52 % на некоторых видах перевозок).

Для решения выявленных проблем предложен комплекс мер, включающий внедрение цифровых систем диспетчеризации, оптимизацию логистических схем для увеличения коэффициента использования пробега до 0,73, а также совершенствование системы материально-технического снабжения для сокращения простоев в ремонте. Расчеты показывают, что реализация предложенных путей совершенствования позволит снизить эксплуатационные затраты на 5 % и увеличить грузооборот более чем на 6 %. Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на разработку методик оптимального планирования графика технического обслуживания на основе данных телеметрии, работающей в режиме реального времени.

**Список литературы**

1. Гольдштейн, Г.Я. Стратегический инновационный менеджмент : учебное пособие / Г.Я. Гольдштейн. – Москва : Юрайт, 2023. – 285 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-08976-9. – Текст : непосредственный.

2. Кожевников, С.А. Эффективность государственного управления : проблемы и методы повышения : монография / С.А. Кожевников, Е.Д. Копытова ; под ред. В.А. Ильина ; ФГБУН «Вологодский научный центр РАН». – Вологда : ФГБУН ВолНЦ РАН, 2022. – 208 с. – ISBN 978-5-93299-402-3. – Текст : непосредственный.

3. Лукин, Е.В. Организация и факторы новой индустриализации : монография / Е.В. Лукин, А.Е. Кожевников ; под ред. Т.В. Усковой. – Вологда : ФГБУН ВолНЦ РАН, 2021. – 144 с. – ISBN 978-5-93299-408-5. – Текст : непосредственный.

4. Савич, Е.Л. Логистика в нефтегазовом комплексе : учебник для вузов / Е.Л. Савич. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2022. – 337 с. – (Высшее образование. Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-012845-0. – Текст : непосредственный.

5. Управление промышленностью в России: экономика, экология и общество : монография / А.А. Гибадуллин, В.Н. Пуляева, Е.Н. Харитонова, Н.А. Харитонова. – Москва : Издательский дом ГУУ, 2023. – 184 с. – ISBN 978-5-215-03192-6. – Текст : электронный // Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_37535400_17655770.PDF (дата обращения: 27.02.2026).

6. Шапцев, В.А. Теория информации. Теоретические основы создания информационного общества : учебное пособие / В.А. Шапцев, Ю.В. Бидуля. – Москва : Юрайт, 2022. – 177 с. – (Университеты России). – ISBN 978-5-534-02989-5. – Текст : непосредственный.

7. Янина, О.Н. Особенности функционирования и развития рынка акций в современных условиях / О.Н. Янина. – Текст : электронный // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2023. – Т. 2, № 5. – С. 45–50. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=49217654 (дата обращения: 15.01.2026).

В начало к содержанию

УДК 574

**Н.Н. Семенов[1], А.А. Торопова[2]**
[1]Доцент
[2]Бакалавр
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА НАКОПЛЕНИЯ ПЛАСТИКОВЫХ ОТХОДОВ В МИРОВОМ ОКЕАНЕ: ФАКТОРЫ РОСТА И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МУСОРНЫХ СКОПЛЕНИЙ

## THE ECOLOGICAL PROBLEM OF PLASTIC WASTE ACCUMULATION IN THE WORLD OCEAN: GROWTH FACTORS AND SPATIAL DISTRIBUTION OF GARBAGE ACCUMULATIONS

***Аннотация.*** *Статья посвящена изучению возникновения мусорных островов в Тихом океане и их влияния на органический мир океана, безопасность и здоровье людей. Загрязнение Мирового океана и изменение его экологии несет угрозу всему человечеству. В данной работе будут рассмотрены источники загрязнения Мирового океана, последствия загрязнений для флоры, фауны и человека, а также пути решения проблемы.*

***Ключевые слова:*** *мусорное пятно, Мировой океан, загрязнения, пластик, мусорный остров, человек.*

***Summary.*** *The article is devoted to the study of the emergence of garbage islands in the Pacific Ocean and their impact on the organic world of the ocean, safety and health of people. Pollution of the World Ocean and changes in its ecology pose a threat to all mankind. This work will consider the sources of pollution of the World Ocean, the consequences of pollution for flora, fauna and humans, as well as ways to solve the problem.*

***Keywords:*** *garbage patch, World Ocean, pollution, plastic, garbage island, humans.*

Всемирный океан составляет хорошую долю экосистемы нашего мира, выступающая в роли источника энергетических, биологических и минеральных компонентов. Важнейшим вопросом современного мира стал мусорный остров, находящийся в Тихом океане. Площадь этого мусорного материка составляет 10 млн.м$^2$. Здесь сосредоточены скопления огромного количества пластика и иного рода отходов.

Так называемое «мусорное пятно» расположено между 135–155º западной долготы и 35–42º северной широты. В Мировом океане дрейфует множество мусорных островов (рис. 1).

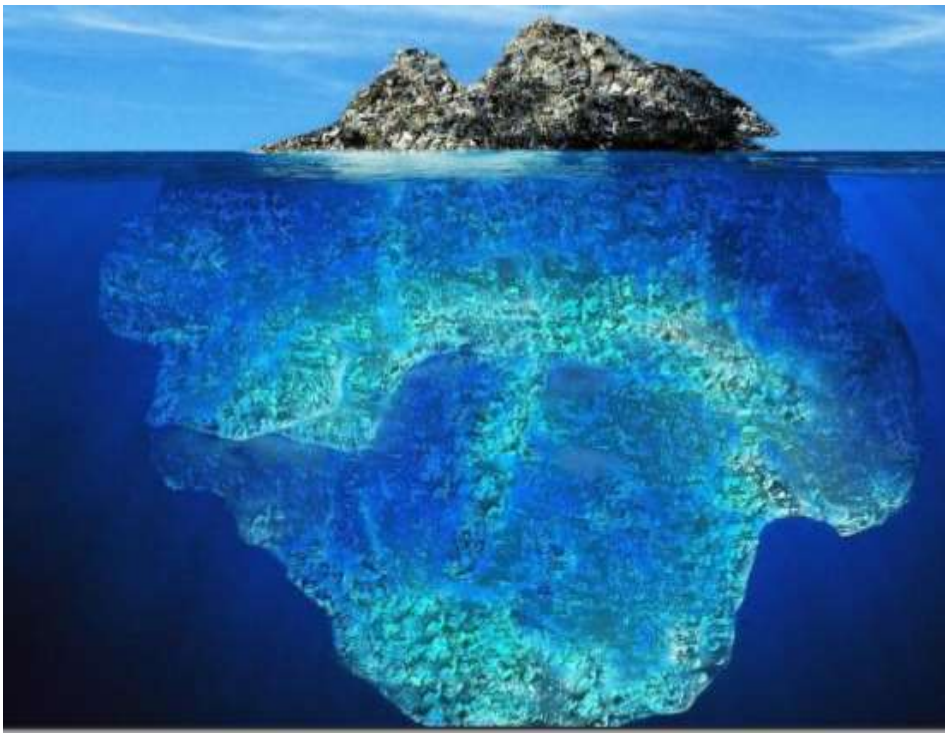


Рис. 1. Остров мусорный

Отходы, выброшенные в водную среду, наносят не только серьезный вред экологии, но и создают препятствия для судоходства. Мусор, дрейфующий в мировом океане, суммарно достигает веса, равного тысяче Эйфелевых башен, а площадь, которую он занимает, в несколько раз превышает территорию штата Техас.

Отходы антропогенного происхождения влекут за собой негативные последствия как для людей, так и для животных, как на суше, так и в водной среде. Приведенные цифры не могут не внушать страх. 11 млн т пластика ежегодно попадают в Тихий океан. Помимо пластиковых отходов, в океан также поступают и другие загрязняющие вещества, такие как: химические отходы, бензин, пестициды, ртуть, нитраты, удобрения и радиоактивные элементы. Основные источники этих отходов – Индонезия и Китай.

Кроме того, в этих водах регулярно происходит несанкционированный сброс отходов с морских судов [1].

Состав мусорных пятен в океане варьируется в зависимости от локации, но можно выделить общие черты (табл.).

Таблица

**Состав мусорного пятна**

| Наименование полимера | % в океане |
|---|---|
| 1. Соломинки для коктейлей | 3 |
| 2. Пластиковые приборы | 5 |
| 3. Колпачки и крышки | 6 |
| 4. Рыбацкие сети | 6 |
| 5. Пластиковые пакеты | 7 |
| 6. Стеклянные бутылки | 7 |
| 7. Пластиковая тара от еды | 7 |
| 8. Алюминиевые банки от напитков | 10 |
| 9. Окурки сигарет | 27 |
| 10. Прочие отходы | 22 |

Основные факторы загрязнения Мирового океана и окружающей среды связаны с деятельностью человека и включают как прямые сбросы отходов, так и косвенные последствия хозяйственной активности. Эти факторы приводят к серьезным экологическим последствиям, влияя на морские экосистемы, климат и здоровье людей (рис. 2).




Рис. 2. Основные факторы загрязнения Мирового океана

Рассмотрим каждый фактор подробнее:

1. Нефть. При добыче нефти с морских месторождений определенная доля неизбежно оказывается прямо в океане. Повреждения подводных трубопроводов, аварии на буровых платформах и инциденты с участием нефтеналивных судов приводят к распространению маслянистых пятен на водной глади.

2. Сточные воды. Они сбрасываются в океан как промышленными предприятиями, так и бытовыми канализационными системами.

3. Пестициды. Широко используемые в агропромышленности различные виды удобрений проникают в морские экосистемы посредством поверхностного стока рек и осадков, смывая остатки химикатов с сельскохозяйственных угодий.

4. Пластик. Неподдающиеся переработке пластиковые отходы выделяют различные токсичные вещества, оказывающие негативное влияние как на растительный, так и на животный мир.

5. Токсичные элементы постоянно загрязняют водные ресурсы планеты. В результате промышленной деятельности и природных осадков опасные соединения – ртуть, медь, железо и свинец – систематически попадают в водоемы. Ежегодный объем подобных загрязнений исчисляется миллионами тонн, что создает серьезную угрозу для экосистем и здоровья людей [2].

В Мировом океане образовалось огромное мусорное пятно, которое создает серьезную опасность для всей глобальной экосистемы. Океан, являющийся домом для бесчисленного множества видов, страдает от пластикового загрязнения. Пластик, сохраняясь в водной среде длительное время, выделяет токсины, которые наносят существенный вред морским организмам. Многие морские животные ошибочно принимают пластик за пищу и в результате погибая либо от удушья, либо от голода, т.к. пластик блокирует их пищеварительный и дыхательный тракт.

Кроме того, жители подводного мира выкармливают свое потомство пластиковыми фрагментами. Все вышеперечисленные факторы ведут к скорому вымиранию экосистем.

Океаны часто засоряются пластиковыми рыболовными сетями, которые становятся смертельной ловушкой для дельфинов, черепах, крокодилов, морских птиц и крабов. Увязнув в сетях, эти животные оказываются обездвиженными, подвергаются страданиям и погибают от ран, инфекций и голода.

В верхних слоях воды образовалось мусорное пятно, которое блокирует прохождение дневного света вглубь. Это создает неблагоприятные условия для планктона и водорослей, что в свою очередь приводит к нехватке пищи для рыб и других животных.

Солнечный свет провоцирует выделение токсинов из пластика, которые попадают в организм мелких морских организмов, например, рачков, отравляя их. Далее, следуя законам пищевой цепочки, отравление распространяется на рыбу, которая питается этими рачками. В результате, человек, употребляя в пищу морепродукты, фактически потребляет уже сильно загрязненную продукцию.

Кроме того, мусор, который находится на «Мусорном острове» в Тихом океане, приводит к нанесению вреда и глобальному изменению климата. Загрязнение оказывает влияние на структуру океанской воды, вызывая ее мутнение и повышение температуры. Такое изменение создает благоприятные условия для усиления мирового потепления.

Водоросли, заблокированные мусорным пятном, не могут синтезировать кислород, жизненно важный для дыхания. Вместо этого пластик, находящийся в этом пятне, выделяет в атмосферу массу токсичных веществ [3].

На основании вышеперечисленных данных, становится очевидным, что решение проблемы необходимо найти как можно скорее.

Голландский инженер Боян Слат представил революционную технологию очистки мировых океанов от пластиковых отходов. Его изобретение основано на применении плавучих барьеров, которые эффективно задерживают мусор и транспортируют его к стационарной платформе для переработки. На этой платформе собранные пластиковые отходы подвергаются дальнейшей утилизации.

В сентябре 2018 г. был введен в строй первый опытный образец системы, обозначенный как System 001. Предполагается, что данное устройство будет ежегодно извлекать из океана от 50 до 70 тыс. т пластикового мусора. Аналогичные установки уже работают в нескольких регионах Тихого океана.

По мнению специалистов, если подобные инициативы окажутся успешными, к 2040 г. объем пластика в мировом океане может уменьшиться до 10 % от текущего. Тем не менее, технология испытывает ряд некоторых трудностей: определенная часть отходов возвращается в воду под влиянием ветра, а мусор, расположенный на глубине свыше трех метров, остается вне зоны доступа системы.

В то же время, программа System 001 остается единственным эффективным проектом в этом районе. Это является решением проблемы с аварией [4].

**Список литературы**

1. ВикипедиЯ : официальный сайт. – Москва. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/ (дата обращения: 06.03.2026). – Текст : электронный.

2. Сберегаем вместе : официальный сайт. – Москва. – URL: https://www.sberegaem-vmeste.ru/publications/bolshoe-tikhookeanskoe-musornoe-piatno-tsifry-i-fakty (дата обращения: 04.04.2026). – Текст : электронный.

3. Мос-контейнер : официальный сайт. – Москва. – URL: https://mos-konteiner.ru/article-item/musor-v-okeane/ (дата обращения: 06.03.2024). – Текст: электронный.

4. Огаркова, И.Н. Большое тихоокеанское мусорное пятно / И.Н. Огаркова, В.Г. Шведов. – Текст : электронный // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. – 2017 – № 3. – С. 67–70. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/bolshoe-tihookeanskoe-musornoe-pyatno/viewer (дата обращения: 10.02.2026).

В начало к содержанию

УДК 687.174:687.143
**Е.Н. Сирота[1], И.С. Первухина[1], И.В. Черунова[2]**
[1]Аспирант
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты
[2]Д-р техн. наук, профессор
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

# ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ ГИДРООДЕЖДЫ НА РЕАЛИЗАЦИЮ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

# ASSESSING THE IMPACT OF WETSUIT TECHNOLOGICAL FUNCTIONALITY ON THE REALIZATION OF CONSUMER PREFERENCES

***Аннотация.*** *В статье изучена гидроодежда как отдельная подгруппа в общем ассортиментном многообразии современных швейных изделий, для которой разработана и представлена схема компонетной группировки сегмента потребителей. В результате систематизации трендов в представленном ассортименте одежды выделены пять блоков, организованных по признаку фокуса на задачи, а также на покупательские и эксплуатационные приоритеты потребителей. Анализ современных технологий гидроодежды позволил разработать матрицу влияния технологической функциональности гидроодежды на обеспечение приоритетов потребителей, что позволяют формализовать проектные задачи и программы проектирования ассортимента гидроодежды с учетом современных особенностей потребительского спроса.*
***Ключевые слова:*** *гидроодежда, гидрокостюм, технология одежды, проектирование одежды, функциональность, технологичность, инновации, спрос, сегмент рынка.*

***Summary.*** *This article examines wetsuits (or waterproof protective clothing) as a distinct subgroup within the broader diversity of modern garment assortments. A component-based scheme for segmenting consumers within this product category is developed and presented. Through the systematization of current trends in this apparel segment, five distinct blocks are identified, organized according to task orientation, as well as purchasing and operational consumer priorities. An analysis of contemporary wetsuit technologies enabled the development of a matrix illustrating the influence of technological functionality on fulfilling consumer priorities. This matrix facilitates the formalization of design objectives and assortment development programs for wetsuits, taking into account the current characteristics of consumer demand.*
***Keywords:*** *aquatic apparel, wetsuits, clothing technology, garment engineering, functionality, technological performance, innovation, consumer demand, market segment.*

Гидроодежда как отдельная подгруппа в общем ассортиментном многообразии современных швейных изделий представляет значительный интерес как для потребителей, которые все активнее оказываются вовлечены в различные виды физической активности в условиях гидросреды [1], так и для производителей швейных изделий. Это связано как с любитель-

ским отдыхом, сопровождающимся погружением в различные водоемы, предлагая широкий спектр впечатлений при изучении подводного мира, так и с профессиональным пребыванием человека в воде, что связано с профессиональной деятельностью взрослых специалистов-водолазов, с жизнедеятельностью спортсменов, связанных с водными видами спорта или процессов их освоения. Во втором случае контингент людей, условно «погруженных» в водоемы, с точки зрения профессиональной деятельности или обучения ей, расширяется на группу людей в возрастной категории, которая относится к детскому возрасту, что так же необходимо учитывать при оценке общей картины наполнения сегмента потребителей условными участниками соответствующих сообществ. Такие сообщества в отношении гидроодежды могут быть представлены как взрослым, так и детским населением [2], а в части формата их деятельности – профессиональными и любительскими сферами, включая спорт и обучение ему. Таким образом, на рисунке 1 представлена разработанная схема компонетной группировки сегмента потребителей современной гидроодежды.




Рис. 1. Схема компонетной группировки сегмента потребителей современной гидроодежды

Тренды в развитии представленного ассортимента одежды в виде гидроодежды определяется непосредственно обозначенными сферами деятельности при ее применении, а также внешними векторами развития туризма, спорта, индивидуального и семейного досуга с учетом условий и диапазона мобильности населения.

Согласно данным исследований [3], «глобальный рынок товаров для водных видов спорта оценивался в 42,5 млрд долл. США в 2025 г.» с перспективой роста до 81,1 млрд долл. США в 2035 году, с ожидаемым темпом роста 6,7 %.

Современные векторы обозначенных трендов имеют непосредственную связь с общей активизацией населения в части интегрирования в туристическую сферу, все больше сосредоточенную в своей стране, но не ис-

ключая активный туризм и за ее пределами. Традиционными остаются направления деятельности людей, связанные со спортом. В настоящем исследовании это направление представляет интерес в части таких видов спорта, как подводная группа серфинг, дайвинг, кайтсерфинг и т.п.), гребные (академическая гребля, байдарки, каноэ и т.п.) [4].

Профессиональная сфера деятельности людей, занятых в условиях водоемов природного и искусственного происхождения, носит как относительно сбалансированный режим (без выраженных рисков для безопасности человека), так и экстремальный (при выполнении обязанностей для спасения людей в воде, инженерных изысканий, строительства, поисковых работ, научных исследований в воде и т.п.).

Значительный уровень рисков сохраняется для человека не только в профессиональной деятельности, обозначенной выше, но и в условиях водного и подводного досуга, где уровень индивидуальных опасностей вырастает на фоне общей неподготовленности людей в нетипичных для них и стабильно опасных в целом водных условиях среды, где дети занимают особую нишу по степени внимания к технологиям и ассортименту одежды [5] .

Таким образом, запросы на гидроодежду со стороны профессиональном и любителей в широком диапазоне возрастных групп сводится к следующим аспектам продукции, которая может находить отклик и оправданный спрос:

– соответствие направлениям моды и современным технологическим компонентам гидроодежды, достигнутым и применяемым в стране и в мире;

– наличие возможности самовыражения в гидроодежде с точки зрения определительных признаков (в спорте и профессиональном мире) или индивидуальных особенностей фигуры, вкусов, традиций – для непрофессионального применения;

– безопасность самого изделия при его применении в воде для человека, а также безопасность для среды в процессе применения и обслуживания такой одежды, включая влияние на водную среду, экологию, контактные зоны взаимодействия с одеждой;

– комфорт в статическом, динамическом режиме и в общем восприятии оболочки гидроодежды, которую человек одевает, применяет в воде, снимает, использует в тактильном режиме.

В ответ на перечисленные признаки (их можно обозначить как предпочтения потребителей) производители формируют свои предложения путем фокусирования внимания дизайнеров и инженеров на создании востребованных моделей одежды, которые наполняют рыночный сегмент с учетом обозначенных в нем групп потенциальных носчиков швейных изделий [6].

Анализ данных о конкурентных характеристиках гидроодежды, которые воплощают ведущие производители в своих удачных рыночных моделях, позволил выделить к вниманию ряд, требующий учета в проектировании новых коллекций и формировании деталей ассортимента производителей, ориентированных на высокий уровень конкурентоспособности.

Согласно [7], систематизация рыночных предложений многочисленных производителей гидроодежды привела к выделению 5-ти блоков, организованных по признаку фокуса на задачи, а также на покупательские и эксплуатационные приоритеты потребителей (Пп):

– $П_П1$ – высокая концентрация технологичности и инноваций;

– $П_П2$ – поддержка профессионального и любительского дайвинга со значительным опытом, включая спорт;

– $П_П3$ – адаптированность для новичков;

– $П_П4$ – эксплуатационная надежность для повышенной нагрузки и частоты применения, включая напряженные тепловые и эргономические условия;

– $П_П5$ – баланс цены и качества.

Анализ современных технологий, использованных и подтвержденных реальным спросом потребителей, позволил систематизировать влияние технологической функциональности гидроодежды ($ТФ_{ГО}$) на обеспечение покупательских и эксплуатационных приоритетов ($П_П$), структура которой представлена в матрице (табл.).

Таблица

**Матрица влияния технологической функциональности гидроодежды на обеспечение приоритетов потребителей**

| Пример технологической функциональности гидроодежды ($ТФ_{ГО}$) | Приоритеты потребителей ($П_П$) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $П_П1$ | $П_П2$ | $П_П3$ | $П_П4$ | $П_П5$ | Сумма ($П_П$) |
| 1. Базовый функционал (без инноваций) | | | + | | + | 2 |
| 2. Вариативность модельного ряда (комбинаторика деталей и материалов) | | + | + | | + | 3 |
| 3. Простота использования (интуитивно понятная конструкция) | | + | + | | + | 3 |
| 4. Долговечные материалы | | + | | + | + | 3 |
| 5. Тактильный комфорт эластичности основного материала костюма | + | | + | + | | 3 |
| 6. Общая защита от воды (герметичные швы с дополнительным проклеиванием) | | + | + | + | + | 4 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7. Повышенная защита от воды (специальные детали конструкции и фурнитуры) | + | + | | + | | 3 |
| 8. Быстрое высыхание внутреннего нательного слоя костюма | + | + | | + | | 3 |
| 9. Зонирование толщины неопрена | + | + | | + | | 3 |
| 10. Отражение тепла тела человека в нательном слое | + | + | | + | + | 4 |
| 11. Стоимость ниже премиум-брендов на 20-30% с сохранением современной функциональностью и качества | | + | + | + | + | 4 |
| 12. Минимизированная цена без потери общего качества | | | + | | + | 2 |
| 13. Сумма ($ТФ_{ГО}$) | 5 | 9 | 7 | 8 | 8 | |

Анализ разработанной матрицы позволил определить покупательские и эксплуатационные приоритеты потребителей, определяющие больше половины изучаемого сегмента рынка:

– поддержка профессионального и любительского дайвинга со значительным опытом, включая спорт;

– эксплуатационная надежность для повышенной нагрузки и частоты применения, включая напряженные тепловые и эргономические условия;

– баланс цены и качества.

Разработанная матрица влияния технологической функциональности гидроодежды на обеспечение приоритетов потребителей позволила выявить наиболее востребованные аспекты функциональности в гидроодежде:

– общая защита от воды (герметичные швы с дополнительным проклеиванием);

– отражение тепла тела человека в нательном слое;

– стоимость ниже премиум-брендов на 20–30 % с сохранением современной функциональностью и качества.

Полученные результаты исследования позволяют формализовать проектные задачи и программы проектирования ассортимента гидроодежды с учетом современных особенностей потребительского спроса и специфики сегментации соответствующего рынка швейных изделий.

## Список литературы

1. Сирота, Е.Н. Исследование свойств водной среды для дайвинга / Е.Н. Сирота, И.В. Черунова. – Текст : непосредственный // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 2. – С. 79–83.

2. Сальникова, Е.А. Влияние оздоровительного плавания на двигательные способности детей периода раннего детства / Е.А. Сальникова, Я.Е. Бугаец. – Текст : непосредственный // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2022. – № 3. – С. 18–22.

3. Рынок товаров для водных видов спорта. Размер и доля 2025 – 2026 – 2035. – Текст : электронный. – 2026. – URL: https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/water-sports-products-market (дата обращения: 01.03.2026).

4. Топ-4 бренда гидрокостюмов для вейкбординга и серфинга: какой выбрать. – Текст : электронный. – 2025. – URL: https://kwextremelab.ru/blog/sovety-pokupatelyam/top-4-brenda-gidrokostyumov-dlya-veykbordinga-i-serfinga-kakoy-vybrat/?ysclid=mn4bgctrh143304925 (дата обращения: 01.03.2026).

5. Первухина, И.С. Учет половозрастных особенностей человека в проектировании одежды для дайвинга / И.С. Первухина, Е.Н. Сирота, И.В. Черунова. – Текст : непосредственный // Научная весна – 2025. Технические науки : сборник научных трудов. – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ, 2025. – С. 262–267.

6. Ахмедова, А.Р. Социальные практики использования интернет магазинов в потребительском поведении / А.Р. Ахмедова, Т.В. Чуканова, И.А. Василенко, Т.А. Мазайлова. – Текст : непосредственный // Социодинамика. – 2025. – № 3. – С. 1–22.

В начало к содержанию

УДК 621.313.13

**В.В. Смирнов[1], А.И. Окорочков[2], А.Е. Нарышкина[3]**
[1]Канд. техн. наук, доцент
[2]Канд. физ-мат. наук, доцент
[3]Магистрант
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

## АНАЛИЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ШАГОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

## ANALYSIS OF STEPPER MOTOR CONTROL SYSTEMS

***Аннотация.*** *В данной работе проводится систематизация и анализ ключевых аспектов функционирования систем управления шаговыми двигателями. В статье классифицируются шаговые двигатели и соответствующие им способы управления. В заключении делаются выводы о влиянии различных параметров на эффективность работы системы в целом.*

***Ключевые слова:*** *электродвигатель, микроконтроллер, коммутатор, ротор.*

***Summary.*** *This paper systematizes and analyzes the key aspects of the functioning of stepper motor control systems. The article classifies stepper motors and their corresponding control methods. In conclusion, the paper draws conclusions about the impact of various parameters on the overall efficiency of the system.*
***Keywords:*** *electric motor, microcontroller, switchboard, rotor.*

На сегодняшний день шаговые двигатели считаются наиболее эффективным и перспективным типом электрических машин благодаря высокой точности позиционирования и стабильной повторяемости перемещений. Эти особенности обеспечивают их широкое применение в системах автоматического управления движением исполнительных механизмов.

В швейных машинах-полуавтоматах последнего поколения отечественного и зарубежного производства используются различные системы автоматического управления, предназначенные для дискретного задания, в машине программы обработки, реализуемой легкосменяемых программоносителей. Программа при этом задается для механизма перемещения с фиксацией объекта с помощью копирных дисков или микропроцессором. В составе последнего используются шаговые двигатели, применяемые для независимого перемещения сшиваемых деталей по осям координат в швейных машинах-полуавтоматах [1].

Шаговый двигатель является разновидностью синхронного электропривода, работа которого основана на превращении сигналов напряжения в виде импульсов, генерируемых электронным коммутатором и поступающих в обмотки якоря, в угловые перемещения ротора с фиксированным шагом. Угол, на который поворачивается ротор при подаче одного импульса, называется шагом. К основным параметрам шаговых двигателей относятся величина шага, вращающий момент и максимальная скорость вращения.

По сравнению с двигателями других типов, шаговые двигатели обладают рядом существенных достоинств:

– угол поворота ротора строго соответствует количеству управляющих импульсов, что обеспечивает высокую точность;

– способны развивать полный момент в неподвижном состоянии (режим удержания) при подаче напряжения на обмотки;

– обеспечивают высокоточное позиционирование с погрешностью всего 3-5 % от величины шага;

– допускают быстрый пуск, мгновенную остановку и реверс без сложных систем разгона и торможения;

– отличаются высокой надежностью из-за отсутствия щеточно-коллекторного узла;

– при работе в пределах номинальной нагрузки не требуют обратной связи по положению, так как положение ротора однозначно определяется числом поданных импульсов.

Однако, наряду с преимуществами, шаговым двигателям присущи и некоторые недостатки:

– склонность к вибрациям и резонансным явлениям на определенных частотах.

– возможность потери шага (рассинхронизации) при превышении допустимой нагрузки, что приводит к ошибке позиционирования.

– резкое падение крутящего момента на высоких оборотах, что ограничивает их скоростной диапазон.

– относительная сложность схемы управления по сравнению с коллекторными двигателями [2].

Как правило, шаговые двигатели востребованы там, где требуется точное перемещение исполнительного механизма. Существует два основных подхода к построению таких систем: разомкнутые системы программного управления и замкнутые системы с обратной связью по положению. В замкнутых системах используется датчик положения, что особенно важно при малых нагрузках и коротких перемещениях. Разомкнутые системы, не имеющие физического датчика, обычно применяются в механизмах с постоянной и определенной нагрузкой.

Структурная схема системы управления шаговым двигателем представлена на рисунке 1 и включает в себя: блок питания, управляющий микроконтроллер, электронный коммутатор и сам двигатель.

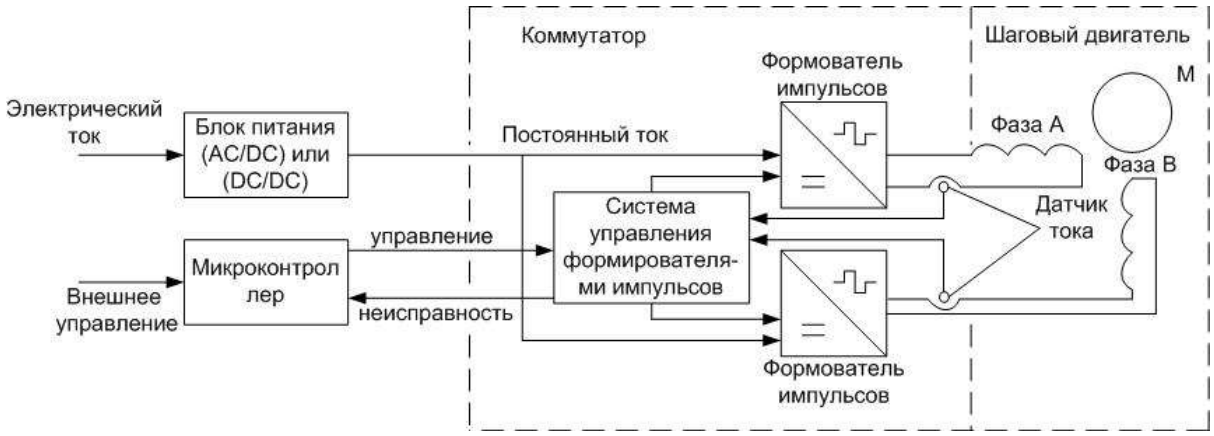



Рис. 1. Схема системы управления шаговым двигателем

Блок питания обеспечивает все компоненты системы постоянным током. Электронный коммутатор является ключевым звеном, представляющий собой подсистему автоматического регулирования, которая в заданной последовательности подключает обмотки двигателя и регулирует ток в фазах, освобождая основной микроконтроллер от этих задач. Управляющий микроконтроллер, в свою очередь, формирует программные команды для обеспечения требуемого положения исполнительного механизма [3].

С точки зрения конструкции, шаговый электродвигатель может быть реализован на основе различных типов синхронных машин. Пример электромагнитной архитектуры и схемы включения для двухфазной модели с обмоткой возбуждения, размещенной на роторе, проиллюстрирован на рисунке 2.

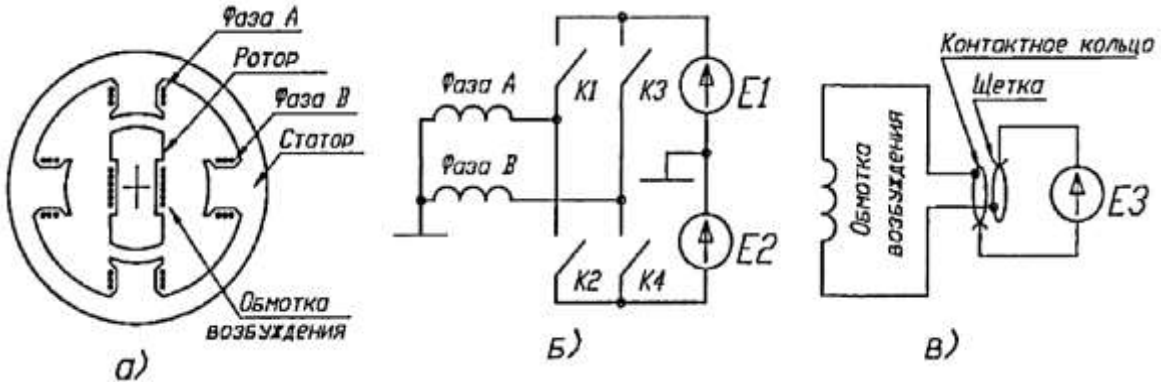



Рис. 2. Электромагнитная и электрическая схемы шагового двигателя

Как показано на рисунке 2а, статор такого двигателя несет на себе многофазную обмотку якоря (фазы А и В). Питание обмотки возбуждения ротора (индуктора) осуществляется от внешнего источника постоянного тока через щеточноконтактный узел (рис. 2в), что обеспечивает создание магнитного поля. В результате ротор стремится ориентироваться в пространстве так, чтобы достичь положения с наименьшим магнитным сопротивлением.

Коммутация напряжения на обмотках статора выполняется при помощи транзисторных или иных управляемых ключей К1…К4, образующих электронный коммутатор (рис. 2б). В процессе поочередного переключения фаз ротор поворачивается, каждый раз стремясь сориентироваться по вектору намагничивающей силы, формируемой активными обмотками статора. Благодаря дискретному (с определенным угловым шагом) расположению обмоток по окружности статора, ротор перемещается скачкообразно, следуя за сменой фаз. В базовой конфигурации величина углового шага соответствует полюсному делению обмотки статора [4].

В двигателях малой мощности для удешевления и упрощения конструкции от отдельной обмотки возбуждения часто отказываются; необходимый для работы магнитный поток образуется за счет конфигурации самой электромагнитной системы. Исходя из физического принципа формирования вращающего момента, шаговые двигатели подразделяются на реактивные, индукторные, с постоянными магнитами (активным ротором) и гибридные.

В двигателях с постоянными магнитами обмотка возбуждения заменена постоянными магнитами, установленными на роторе. Их главные достоинства – высокие энергетические показатели и способность удерживать

ротор в фиксированном положении при отключенном питании. Недостаток – риск размагничивания магнитов при перегрузках. Такие двигатели эффективны на высоких скоростях при угле шага более 15 градусов.

Реактивные шаговые двигатели – это синхронные машины с явнополюсным ротором, не имеющим ни обмотки, ни магнитов. Магнитный поток создается только обмотками статора. Вращающий момент возникает из-за стремления ротора занять положение с минимальным магнитным сопротивлением (где зазор между зубцами статора и ротора минимален). К недостаткам реактивных двигателей относят небольшой пусковой момент и низкий коэффициент мощности.

Принцип действия индукторных машин основан на изменении магнитного поля при вращении зубчатого ротора, изменяющего конфигурацию воздушного зазора (рис. 3). На статоре такой машины расположены две обмотки: возбуждения (создает постоянное магнитное поле) и якоря.

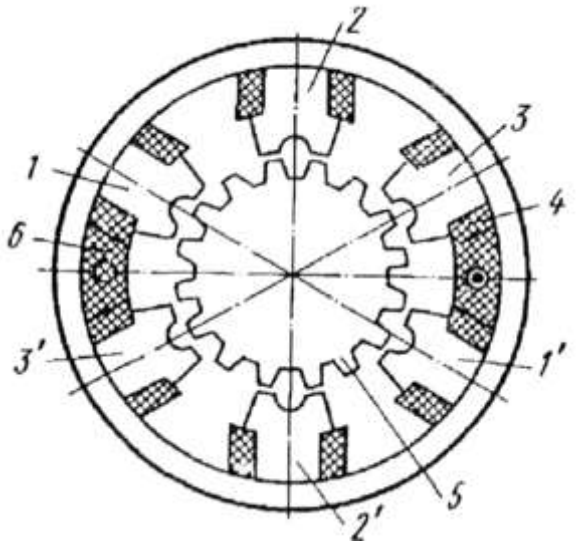



Рис. 3. Схема трехфазной индукторной машины:
1-1', 2-2', 3-3' – полюсы; 4 – обмотка якоря; 5 – ротор; 6 – обмотка возбуждения

Ротор индукторного двигателя изготавливается из ферромагнитных материалов и характеризуется наличием большого числа зубцов при полном отсутствии обмоток. КПД таких машин сравнительно невысок и находится в пределах 0,4…0,5. Шаговые двигатели, созданные на базе индукторных либо реактивных конструкций с гребенчатыми полюсами статора, способны обеспечивать малую величину шага (от 1 до 3º) в диапазоне низких скоростей вращения (до 500 об/мин.) [2].

Гибридные шаговые двигатели сочетают в себе преимущества двух типов машин: магнитоэлектрических (с возбуждением от постоянных магнитов) и индукторных. Их ротор имеет зубчатую поверхность и разделен в осевом направлении цилиндрическим постоянным магнитом (рис. 4).

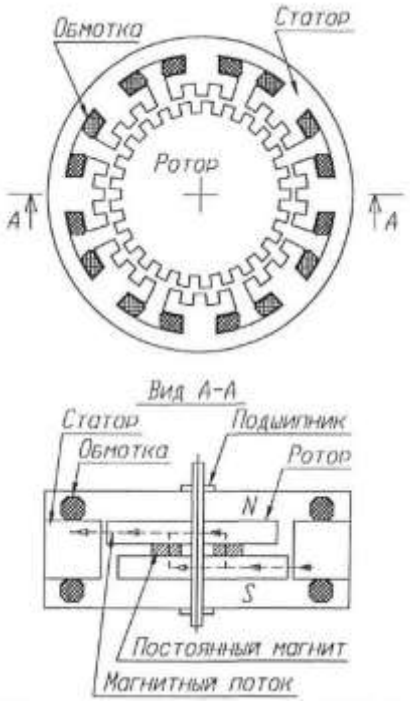



Рис. 4. Гибридный двигатель

На одной половине ротора зубцы выполняют функцию северного полюса (N), на другой – южного (S), причем эти половины смещены относительно друг друга на половину зубцового шага. Зубчатая конструкция статора позволяет получить множество эквивалентных полюсов, не усложняя обмотку. Высокий крутящий момент создается за счет взаимодействия поля постоянного магнита ротора с электромагнитным полем статора.

Ротор гибридного двигателя выполнен составным и включает две секции, разделенные цилиндрическим постоянным магнитом. Зубцы верхней части образуют северные полюса (N), а нижней – южные (S). Ключевая конструктивная особенность заключается в том, что половинки ротора смещены друг относительно друга на угол, равный половине зубцового шага. Число пар полюсов механизма определяется количеством зубцов на одной из половин. Для минимизации потерь на вихревые токи как ротор, так и статор собирают из изолированных пластин электротехнической стали. Зубчатое строение статора позволяет создавать множество эквивалентных полюсов, не прибегая к усложнению обмотки. Зубцы ротора создают эффект переменного магнитного сопротивления: оно падает до минимума, когда часть зубцов ротора выстраивается напротив зубцов статора, а остальные оказываются в пазах. Величина шага двигателя вычисляется по формуле:

$$h = \frac{360}{N_r \times N_p}, \tag{1}$$

где $N_r$ – число эквивалентных полюсов ротора; $N_p$ – число фаз.

В рассматриваемой конструкции (рис. 4) ротор насчитывает 50 полюсов, что соответствует 25 парам. При двухфазном исполнении двигателя общее количество полюсов составляет 100, а величина углового шага равна 3,6 градуса.

Формирование электромагнитного момента в гибридном двигателе происходит под действием магнитного потока, схема которого представлена на продольном разрезе (рис. 4). Существует и другая составляющая магнитного потока (условно не отображенная на схеме), которая замыкается по пути: полюсные наконечники ротора – воздушный зазор – полюсные наконечники статора. Этот поток не участвует в электромеханическом преобразовании энергии, то есть не создает вращающего момента. Именно наличие таких потоков рассеяния является причиной того, что КПД гибридного двигателя уступает классическим синхронным машинам с постоянными магнитами [5].

Таким образом, проведенный анализ позволяет выделить две наиболее перспективные для дальнейшего изучения категории шаговых двигателей: магнитоэлектрические (с возбуждением от постоянных магнитов) и гибридные. Именно они демонстрируют оптимальные показатели КПД и обладают способностью удерживать ротор в фиксированном положении при снятом напряжении с обмоток статора.

## Список литературы

1. Буевич, Т.В. Разработка и исследование механизмов петельного полуавтомата с микропроцессорным управлением: специальность 05.02.13: Машины, агрегаты и процессы (по отраслям): автореферат диссертации / Буевич Татьяна Владимировна ; кандидат технических наук. – Витебск, 2000 г. – 23 с. – Текст : непосредственный.

2. Кацман, М.М. Электрические машины : учебник / М.М. Кацман. – Москва : Академия, 2008. – 491 с. – ISBN 978-5-7695-4879-6. – Текст : непосредственный.

3. Нейман, Л.Р. Теоретические основы электротехники / Л.Р. Нейман, К.С. Демирчан. – Санкт-Петербург : «Энергия». – 2003 г. – 463 с. – ISBN 5-94723-620-6. – Текст : непосредственный.

4. Копылов, И.П. Электрические машины. / И.П. Копылов. – 3-е изд. – Москва : Высшая школа, 2002 г. – ISBN 978-5-9916-1501-3. – Текст : непосредственный.

5. Кенио, Т. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления / Т. Кенио перевод с английского. – Москва : Энергоатомиздат, 1987. – 200 с. – Текст : непосредственный.

В начало к содержанию

УДК 004.4
**Д.В. Сорокин[1], С.В. Маков[2]**
[1]Магистрант
[2]Канд. тех. наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# МЕТОДЫ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ В ПРОГРАММНЫХ СРЕДАХ

# METHODS OF PARAMETRIC MODELING AND VISUALIZATION OF DIGITAL SIGNALS IN SOFTWARE ENVIRONMENTS

***Аннотация.*** *В работе рассматриваются методы параметрического моделирования цифровых сигналов и их программная реализация. Проанализированы модели AR, MA, ARMA и ARX, а также информационные критерии выбора порядка модели (AIC и BIC). Показано преимущество параметрического подхода при анализе коротких и зашумленных сигналов. Предложена архитектура программной среды для моделирования и визуализации результатов.*
***Ключевые слова:*** *цифровая обработка сигналов, параметрическое моделирование сигналов, регрессионные модели, преобразование Фурье, визуализация сигналов, информационные технологии., программирование.*

***Summary.*** *The paper examines methods of parametric modeling of digital signals and their software implementation. AR, MA, ARMA, and ARX models are analyzed, along with information criteria for model order selection (AIC and BIC). The advantages of the parametric approach for analyzing short and noisy signals are demonstrated. An architecture of a software environment for modeling and visualization of results is proposed.*

***Keywords:*** *digital signal processing, parametric signal modeling, regression models, Fourier transform, signal visualization, information technology, programming.*

Современные задачи цифровой обработки сигналов требуют анализа коротких и зашумленных реализаций. Методы, основанные на быстром преобразовании Фурье, обладают ограниченной разрешающей способностью при малом объеме данных. Параметрический подход позволяет описывать сигнал через математическую модель с конечным числом параметров, что обеспечивает более высокую точность спектральной оценки [3].

Целью работы является систематизация параметрических моделей и описание их программной реализации в единой вычислительной среде.

**Теоретические основы параметрического моделирования сигналов**

Мощным подходом в области анализа и обработки сигналов является параметрическое моделирование. Оно состоит из описания системы, сигнала или процесса с помощью математической модели с детерминированным числом параметров [1]. Рисунок 1 представляет пример графика передаточной функции заданного порядка, которая совпадает с заданной комплексной частотной характеристикой.

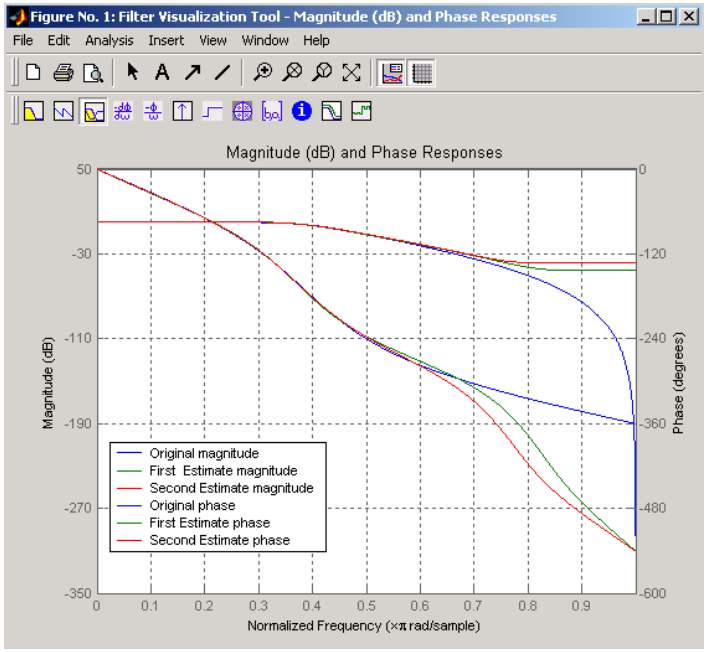



Рис. 1. Пример основанного на частотном диапазоне моделирования в программной среде MATLAB

В отличие от непараметрических методов, которые работают напрямую с данными, параметрические методы используют «априорную» информацию о структуре системы для нахождения этих параметров [2].

**Модели параметрического моделирования сигналов**

После рассмотрения общих принципов перейдем к анализу основных классов параметрических моделей. Современные программные пакеты, в том числе MATLAB, содержат инструменты для их оценки и анализа (функции ar, arburg, arima и др.), что подтверждает практическую применимость рассматриваемых методов [7]. В работе рассматриваются модели AR, MA, ARMA и ARX. Предполагается стационарность анализируемого процесса либо предварительная обработка данных.

Перед применением моделей необходимо учитывать стационарность процесса либо выполнять предварительное преобразование данных. Под сигналом будем понимать данные, упорядоченные относительно некоторого аргумента (частоты, времени, пространственной координаты).

Авторегрессионная модель (AR) является фундаментальной в параметрическом подходе и описывает текущее значение сигнала через линейную комбинацию его предыдущих значений и случайной составляющей [1]. Данная модель находит широкое применение в задачах спектрального анализа высокого разрешения и прогнозирования временных рядов благодаря своей относительной простоте и вычислительной эффективности. Временной ряд $X_t$, который удовлетворяет AR(p)-модели порядка $p$, описывается уравнением:

$$X_t = c + \sum_{i=1}^{p} a_i X_{t-i} + \varepsilon_t.$$

В данном случае коэффициенты $a_1, \dots, a_p$ как раз являются параметрами модели, $c$ – постоянная (часто для упрощения может быть равна нулю) и параметр белого шума $\varepsilon_t$.

Для оценки параметров AR-модели применяются методы Юла-Уокера, Берга и ковариации [2]. Каждый имеет свои преимущества и недостатки: один метод гарантирует стабильность, другой высокое разрешение для коротких сегментов передачи или несмещенность оценок. Но помимо классических методов Юла-Уокера и Берга, для оценки параметров модели может применяться метод максимального правдоподобия. На примере авторегрессионной модели AR мы можем сказать, что находим такие значения параметров $\theta = \{a_1, \dots, a_p, \sigma^2\}$, при которых вероятность наблюдения конкретной реализации сигнала $x = \{x[1], \dots, x[n]\}$ является максимальной. Но основная проблема кроется в другом – выбор порядка модели $p$.

Выбор порядка модели является ключевой задачей, так как недостаточный порядок приводит к потере информации, а избыточный – к переобучению. Для выбора порядка модели используются критерии Акаике (AIC) и Байесовский (BIC) [2]. Они обеспечивают компромисс между точностью аппроксимации и сложностью модели. Критерий AIC основан на концепции информации Кульбака-Лейблера и оценивает относительное качество моделей для данного набора данных. Критерий BIC накладывает более строгий штраф за увеличение числа параметров и предпочтителен при больших выборках. На примере AR(p) модели критерий AIC определяется следующим образом:

$$AIC(p) = (N - p) \cdot \log \sigma_p^2 + 2p,$$

где $\sigma_p^2$ – оценка дисперсии шума $\varepsilon[n]$ для модели порядка $p$; $N$ – длина временного ряда; $p$ – порядок модели (число оцениваемых параметров). Первое слагаемое уменьшается с ростом порядка, т.е. модель лучше аппроксимирует данные, при этом второе слагаемое растет. Оптимальным в любой модели считается тот порядок при критерии AIC, при котором достигается минимум значения AIC. Критерий BIC, также известный как критерий Шварца (Байесовского), основан на байесовском подходе и обеспечивает более строгий «штраф» за увеличение сложности модели:

$$BIC(p) = (N - p) \cdot \log \sigma_p^2 + p \cdot \log(N - p).$$

В модели скользящего среднего (MA) текущее значение сигнала выражается через взвешенную сумму текущего ($b_j$) значения сигнала и предыдущих значений белого шума ($\varepsilon_{t-j}$), соответственно она имеет следующий вид:

$$X_t = \sum_{j=0}^{q} b_j \varepsilon_{t-j}.$$

Данная модель особенно эффективна для описания процессов с «короткой памятью» и находит применение в задачах фильтрации и анализа временных рядов с резкими изменениями [1]. И чаще всего на практике применяется именно модель скользящего среднего первого порядка MA(1): $X_t = \varepsilon_t + b\varepsilon_{t-1}$. Для модели MA(q) информационные критерии имеют схожий вид, что и у AR-модели ($q$ – порядок модели): $AIC(q) = (N-q) \cdot \log \sigma_q^2 + 2q$; $BIC(q) = (N-q) \cdot \log \sigma_q^2 + q \cdot \log(N-q)$.

Модель ARMA объединяет преимущества AR и MA моделей и позволяет описывать процессы со сложной корреляционной структурой, где текущее значение зависит как от предыдущих значений процесса, так и от предыдущих воздействий случайного шума [3]. В математический записи используется тот же временной ряд $X_t$, который удовлетворяет ARMA(p, q)-модели и описывается следующим уравнением:

$$X_t = c + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^{q} \beta_i \varepsilon_{t-i}.$$

Модель ARMA(p, q) объединяет свойства AR и MA и позволяет описывать процессы со сложной корреляционной структурой при сравнительно небольшом числе параметров. Информационные критерии модели ARMA(p, q) в таком случае имеют следующий вид:

$$AIC(p,q) = (N-m) \cdot \log \sigma_{p,q}^2 + 2(p+q);$$

$$BIC(p,q) = (N-m) \cdot \log \sigma_{p,q}^2 + (p+q) \cdot \log(N-m),$$

где $m = \max(p,q)$.

ARX-модель учитывает внешний (экзогенный) входной сигнал и применяется для идентификации динамических систем [7], поэтому ее временной ряд $Y[n]$ выглядит как сочетание порядков авторегрессионной и входной части с учетом входного экзогенного сигнала:

$$y[n] = -\sum_{i=1}^{n_a} a_i \cdot y[n-i] + \sum_{j=0}^{n_b} b_j \cdot u[n-j-n_k] + \varepsilon[n].$$

Практическая реализация включает программную интеграцию методов моделирования и визуализации, а также построение архитектуры программной среды, что обеспечивает их применение к реальным сигналам.

**Архитектура программной среды**

Вычислительная часть реализована на языке Python с использованием библиотек NumPy и SciPy [4][6]. Графическая визуализация результатов выполняется средствами Matplotlib [5]. Архитектура построена по модульному принципу, что обеспечивает расширяемость и переносимость системы.

Приложение включает основной исполняемый модуль, вычислительные компоненты моделей и конфигурационные файлы (рис. 2). Результаты расчетов сохраняются в рабочей директории, что обеспечивает воспроизводимость экспериментов.

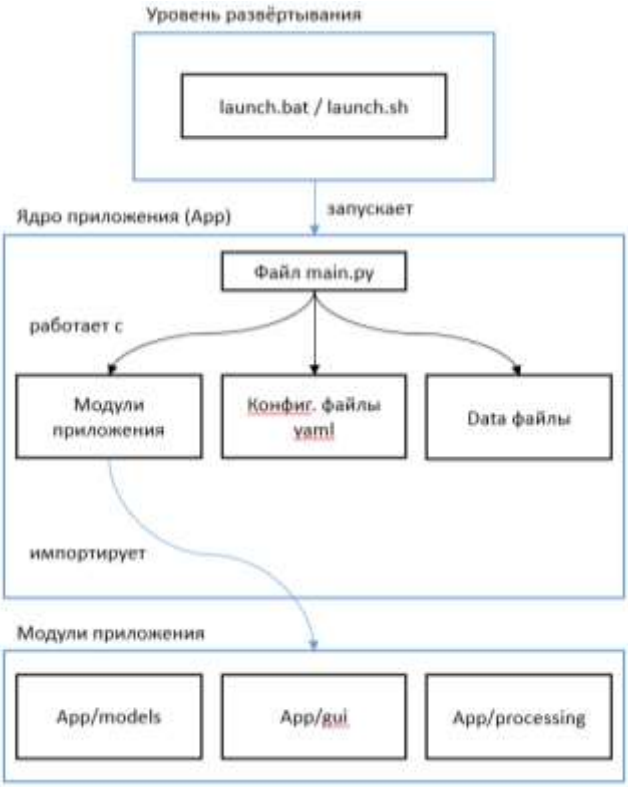



Рис. 2. Диаграммы архитектуры программной среды

В конечном итоге, весь проект будет располагаться в одной папке, включающей в себя следующие компоненты:

– исполняемые скрипты запуска: эти файлы являются входной точкой и отвечают за первоначальную настройку. В зависимости от операционной системы, будет использоваться launch.bat или launch.sh;

– конфигурационные файлы YAML: хранят изменяемые параметры приложения и дают возможность отделить код от данных. Файл читается при запуске, изменяется во время работы программы при желании пользователя;

– Модули приложения: так как лучше располагать всю вычислительную часть отдельно, компоненты, отвечающие за расчет в моделях и отрисовку GUI, были вынесены в отдельные директории и могут использоваться модульно вне приложения;

– рабочая директория data: место в приложении, необходимое для хранения результатов или пользовательских файлов;

– исполняемый скрипт main.py: начало работы всего приложения. Здесь начинается настройка приложения, подключение библиотек и запуске средств визуализации.

Эта структура представляет собой полноценный шаблон для создания исследовательского ПО в области ЦОС, которое легко может быть адаптировано под более сложные задачи.

**Заключение**

В работе систематизированы методы параметрического моделирования цифровых сигналов. Показано, что такие модели как AR, MA, ARMA и ARX, образуют строгий математический аппарат для анализа стохастических процессов. Предложенный подход объединяет теоретическую основу и программную реализацию, что повышает практическую применимость результатов.

**Список литературы**

1. Хейс Монсон Х. Статистическая цифровая обработка сигналов и моделирование: монография / Хейс Монсон Х. – John Wiley & Sons, 1996 – 624 с. – ISBN 978-0-471-59431-4. – Текст : непосредственный;

2. Стойка Петре, Мозес Рэндольф Л. Спектральный анализ сигналов: монография / Стойка Петре, Мозес Рэндольф Л. – Pearson Prentice Hall, 2005 – 452 с. – ISBN: 978-0-13-113956-8. – Текст : непосредственный;

3. Кастани Франсис. Спектральный анализ: параметрические и непараметрические цифровые методы: монография / Кастани Франсис (ред.) – Wiley-ISTE, 2013 – 264 с. – ISBN: 978-1-118-61427-3. – Текст : непосредственный;

4. Маккинни Уэс. Python для анализа данных: монография / Маккинни Уэс – O'Reilly Media, 3-е изд., 2022 – 550 с. – ISBN 978-1-098-10402-3. – Текст : непосредственный;

5. Hunter, J.D. Matplotlib: A 2D graphics environment // Computing in Science & Engineering / Hunter J.D. – IEEE, 2007 – Т. 9, № 3 – P. 90–95. – ISSN 1521–9615.

6. Signal Processing (scipy.signal) – SciPy Documentation. – Текст : электронный // SciPy Community : [сайт]. – URL: https://docs.scipy.org/doc/scipy/tutorial/signal.html (дата обращения: 22.02.2024).

7. Руководство. Parametric Modeling – MATLAB & Simulink. – Текст : электронный // MathWorks : [сайт]. – URL: https://www.mathworks.com/help/signal/ug/parametric-modeling.html (дата обращения: 22.02.2024).

В начало к содержанию

УДК 629.331

**Д.Н. Старухин[1], Е.Н. Дудниченко[2]**

[1]Студент

[2]Преподаватель высшей квалификационной категории

Колледж экономики и сервиса (КЭС)

## АНАЛИЗ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

# ANALYSIS OF MULTIMODAL TRANSPORTATION IN THE ROSTOV REGION: CURRENT STATE, CHALLENGES AND DEVELOPMENT PROSPECTS

***Аннотация.*** *В статье исследуется современное состояние и перспективы развития мультимодальных перевозок в Ростовской области. Актуальность работы обусловлена ключевым географическим положением региона как транспортного хаба юга России и необходимостью повышения эффективности логистических цепочек в условиях внешнеэкономических изменений. Целью исследования является комплексный анализ инфраструктурных, экономических и организационных факторов, влияющих на развитие мультимодальных перевозок в области. В теоретической части рассмотрена специфика региональной транспортной системы, включая потенциал портовой инфраструктуры Азова и Ростова-на-Дону, железнодорожных узлов и автомобильных магистралей. Особое внимание уделено анализу существующих вызовов: инфраструктурные ограничения, диспропорции в развитии различных видов транспорта, а также необходимость цифровизации логистических процессов. На основе проведенного анализа сформулированы перспективные направления развития, включая развитие транспортно-логистических центров, углубление взаимодействия портов и железной дороги, а также использование транзитного потенциала международного транспортного коридора «Север-Юг». Сделан вывод о необходимости консолидации усилий государства и бизнеса для создания сбалансированной мультимодальной системы, способной обеспечить рост внешнеторгового оборота региона.*

***Ключевые слова:*** *мультимодальные перевозки, Ростовская область, транспортно-логистический центр, порт, железнодорожный транспорт, международный транспортный коридор, инфраструктура, логистика, транзитный потенциал.*

***Summary.*** *The article examines the current state and development prospects of multimodal transportation in the Rostov region. The relevance of the work is due to the key geographical position of the region as a transport hub in the south of Russia and the need to improve the efficiency of logistics chains in the context of foreign economic changes. The aim of the study is a comprehensive analysis of the infrastructural, economic and organizational factors influencing the development of multimodal transportation in the region. The theoretical part examines the specifics of the regional transport system, including the potential of the port infrastructure of Azov and Rostov-on-Don, railway junctions and highways. Special attention is paid to the analysis of existing challenges: infrastructural limitations, imbalances in the development of different modes of transport, and the need for digitalization of logistics processes. Based on the analysis, promising development directions are formulated, including the development of transport and logistics centers, deepening the interaction between ports and railways, and utilizing the transit potential of the international transport corridor "North-South". It is concluded that it is necessary to consolidate the efforts of the state and business to create a balanced multimodal system capable of ensuring the growth of the region's foreign trade turnover.*

***Keywords:*** *multimodal transportation, Rostov region, transport and logistics center, port, railway transport, international transport corridor, infrastructure, logistics, transit potential.*

Ростовская область исторически является одним из главных транспортных узлов России. Это обуславливается уникальным географическим положением области на пересечении важных международных коридоров и

выходом к Азовскому морю, регион играет роль «южных ворот» страны. В современной экономической реальности, характеризующейся переориентацией логистических потоков с Запада на Восток и Юг, значение мультимодальных перевозок, объединяющих различные виды транспорта, возрастает многократно [1]. В данной статье представлен анализ текущего состояния, проблем и перспектив развития мультимодальных перевозок в Ростовской области на основе данных 2025–2026 гг.

Мультимодальные перевозки представляют собой комплексную систему доставки грузов с использованием нескольких видов транспорта (автомобильного, железнодорожного, водного, авиационного), но под ответственностью единого оператора. Это позволяет оптимизировать расходы, сократить сроки доставки и упростить документооборот за счет единого договора. В 2025–2026 гг. мультимодальные перевозки окончательно перестали быть узкоспециализированным или отраслевым решением и становятся базовым форматом доставки, особенно на восточном направлении, где преобладает схема «море – железная дорога – автомобиль» [2].

На общероссийском уровне ключевыми тенденциями рынка стали переориентация на внутренние и сухопутные маршруты, развитие мультимодальных распределительных центров и активная цифровизация процессов. С 1 сентября 2025 г. введен единый транспортный документ для прямых смешанных перевозок, что позволяет значительно сократить время на стыковку различных видов транспорта и повысить прозрачность логистики [3].

Позиция Ростовской области как центра нового макрорегиона неоднократно подчеркивалась руководством региона. Правительство Ростовской области отмечает, что развитие портов Азово-Донского бассейна и включение в эту систему портовой инфраструктуры исторических регионов укрепит статус области как главного транспортного распределительного центра на юге России. Эксперты подчеркивают, что на Ростовскую область следует смотреть как на центр движения грузопотоков на восток и запад, с выходом к морским портам и транспортным коридорам [4].

В настоящее время транспортно-логистический комплекс формирует около 8 % валового регионального продукта (ВРП) Ростовской области, что сопоставимо с долей сельского хозяйства. При активном развитии этот сектор способен стать ядром всей региональной экономики. Также благодаря присоединению новых территорий роль Ростовской области как распределительного центра значительно выросла, что повлекло за собой значительное увеличение инвестиционных возможностей и определило вектор развития логистики в области.

Анализ статистических данных выявляет неоднозначную картину. С одной стороны, регион обладает мощным потенциалом, с другой – сталкивается с серьезными вызовами.

Итоги 2025 г.: по итогам 2025 г. грузооборот морских портов региона составил 24,1 млн т – на 24,5 % меньше, чем годом ранее. Падение зафик-

сировано во всех ключевых точках: в Ростове-на-Дону (-27,4 %, до 15,9 млн т), в Азове (-18, 5%, до 6,6 млн т), в Таганроге (-21,1 %, до 1,5 млн т) (таб.). Наиболее заметное сокращение пришлось на зерновые грузы [5].

Прогноз на 2026 г.: объем перевалки грузов в морских портах Ростовской области в 2026 г. прогнозируется на уровне прошлого года – около 24 млн т. Однако оценка основана на текущей конъюнктуре, и на динамику будут влиять как общая экономическая ситуация, так и объемы производства сельхозпродукции [6].

Январь 2026 г.: старт года оказался крайне тяжелым. Объем грузооборота морских портов Азово-Черноморского бассейна в январе 2026 г. сократился на 26,7 %. Заметнее всего объемы упали в порту Ростова-на-Дону (–54,9 %), где было перевалено всего 400 тыс. т.

Таблица

**Динамика падения грузопотока по видам транспорта**

| Вид транспорта | Падение грузопотока | Комментарий |
|---|---|---|
| Водный транспорт | До 60% (в отд. периоды) | Наибольшее падение среди всех видов транспорта |
| Железнодорожный транспорт | Около 40 % | Грузооборот составил 18,5 млрд т-км (падение на 5 %) |
| Автомобильный транспорт | 5-7 % | Наименьшее падение (интенсивность на трассе М-4) |

Это падение, как пояснило правительство области, частично связано с переориентацией логистики на распределение до конечного потребителя. Регион может стать распределительным центром между конечным потребителем и поставщиком, что сократит количество логистических звеньев и, как следствие, уменьшит транзитный грузопоток.

Несмотря на высокий потенциал, развитие мультимодальных перевозок в регионе сдерживается рядом факторов.

Одной из главных проблем остается изношенность инфраструктуры и ее несоответствие современным нагрузкам. Ярким примером является трасса М-4 «Дон», где проектные нагрузки не соответствуют фактическим условиям эксплуатации. В связи с этим ведется реконструкция участка с 933-го по 1024-й км с расширением до шести полос, завершить которую планируется в 2027 г.

Дополнительным вызовом для водного транспорта является маловодье в Азово-Донском бассейне. К сожалению, уменьшение уровня воды в бассейне – ежегодная тенденция. В связи с этим правительство не оставляет это без внимания и планирует решить эту проблему завершением строительства Багаевского гидроузла. Ожидается, что он начнет работу в 2029 г. После запуска гидроузла глубина на участке Дона в 85 км вырастет в среднем до 4 м. Это позволит пускать по реке суда с большей осадкой. В дан-

ный момент времени для обеспечения безопасных условий судоходства сформирован Оперативный штаб, который регулирует режим наполнения и сработки Цимлянского водохранилища.

На федеральном уровне эксперты отмечают отсутствие четкого правового регулирования мультимодальных перевозок, что увеличивает риски для операторов. Значимым фактором становится и рост тарифов: утвержденная индексация грузовых железнодорожных тарифов на 10 % с декабря 2025 г. и дополнительно на 5 % на контейнерные перевозки с 2026 г. снижает конкурентоспособность железнодорожного транспорта и стимулирует переход на автомобильные перевозки [7].

Из-за относительно недавнего появления данной отрасли в мультимодальных перевозках до сих пор не создана цельная законодательная база, регулирующая данный процесс. Это проявляется в сложности декларации грузов при перемещении через границу, а также в необходимости оформления сопроводительной и дополнительной документации, что сильно осложняет процесс отслеживания документооборота, а также создает проблему нормативной неопределенности, из-за чего возникают сложности с определением меры ответственности за убытки или ущерб для каждого участника перевозки. Эту проблему планируют решить благодаря введению Единого транспортного документа (ЕТД), который вступит в силу 1 сентября 2026 г.

Ключевым событием 2025 г. стало подписание на ПМЭФ соглашения между Росморречфлотом и правительством Ростовской области о развитии перегрузочных комплексов (мультимодальных логистических центров) на базе речных портов. Цель проекта – снизить нагрузку на автомобильные и железнодорожные магистрали, обеспечив эффективное перемещение грузов. В этих комплексах будет концентрироваться продукция местных производителей (зерно, сухие грузы, контейнеры) для последующей отправки по стране.

Проекты в сфере мультимодальных перевозок в Ростовской области получают государственную поддержку:

Субсидии и гранты – государство компенсирует часть затрат на покупку подвижного состава, внедрение цифровых решений и модернизацию оборудования.

Привлечение инвестиций – например, на Петербургском международном экономическом форуме (ПМЭФ-2025) Ростовская область заключила соглашения о создании мультимодальных логистических центров на базе речных портов, что указывает на готовность региона к реализации проектов.

В сегменте пассажирских перевозок ситуация остается сложной. По словам правительства, тема общественного транспорта является одной из наиболее болезненных и хронически запущенных. Износ автобусного парка достигает 70 %. В соответствии с утвержденной программой предстоит обновить около 1322 единиц техники до 2030 г., начиная с Ростова-на-Дону.

В ответ на существующие вызовы региональные и федеральные власти разрабатывают комплекс мер.

Власти региона анонсировали переход на брутто-контракты с 2026 г. Эта модель подразумевает, что перевозчик получает фиксированную плату за выполненную работу (километраж и количество рейсов), а не за число пассажиров. На первом этапе на новую систему будут переведены межмуниципальные маршруты, обеспечивающие транспортную доступность жителей садовых товариществ в Аксайском, Мясниковском, Кагальницком и Волгодонском районах. На эти цели предусмотрено порядка 250 млн руб. Кроме того, в 2026 г. планируется разработка регионального стандарта и комплексного плана транспортного обслуживания населения.

Параллельно с этим правительство региона договорилось с «Газпромбанком» о льготной лизинговой схеме, по которой для Ростова-на-Дону поставят 70 новых автобусов в первом квартале 2026 г. Данные действия властей показывают перспективность направления и определяют вектор развития экономики Ростова-на-Дону и России в целом на ближайшее будущее.

Важной новацией 2026 г. станет запуск скоростного водного маршрута Ростов-на-Дону – Таганрог. Перевозки будут осуществляться с использованием судов на подводных крыльях «Валдай 45Р-18» и «Метеор-120Р». В перспективе планируется связать водными маршрутами и города соседних регионов. В 2025 г. судоходная компания «Дон» выполнила 1810 рейсов и перевезла около 32 тыс. пассажиров. В целом по России речной транспорт демонстрирует уверенный рост: по итогам 9 месяцев 2025 года перевезено 11,1 млн пассажиров (+20,5 %) [8].

Активно развивается и частная логистическая инфраструктура. Розничная компания «Магнит» инвестировала около 7 млрд руб. в строительство нового распределительного центра в Аксайском районе. Ввод в эксплуатацию запланирован на июль 2026 года. Комплекс площадью почти 47 тыс. м$^2$ будет обрабатывать в среднем 800 тонн продукции в сутки и обслуживать до 125 грузовых автомобилей, создав более 1,5 тыс. рабочих мест.

В декабре 2025 г. в Донском государственном техническом университете прошло первое совещание по развитию транспортно-логистического комплекса региона с участием вузовского сообщества. Ученые привлечены к научному сопровождению проекта, анализу статистических данных и подготовке кадров для отрасли.

Мультимодальные перевозки в Ростовской области находятся в точке невозврата. С одной стороны, регион столкнулся с серьезным падением грузопотока (порт Ростова-на-Дону в январе 2026 г. показал падение более чем на 50 % [8]) и хроническими проблемами в пассажирских перевозках. С другой стороны, именно текущие вызовы стимулируют принятие стратегических решений.

Подписание соглашений о создании мультимодальных центров на базе речных портов, переход на брутто-контракты, запуск водных пассажирских маршрутов, привлечение частных инвестиций (проект «Магнита» на 7 млрд руб.) и научного сообщества к планированию – все это шаги к формированию современной, эффективной логистической системы.

Проведя анализ мультимодальных перевозок в Ростовской области, мы можем сформировать несколько выводов:

Состояние – в связи с переориентацией региона значительно упала эффективность транспортных узлов, что весьма негативно сказывается на всех перевозках. Это проявляется в падении грузооборота и перегрузке пассажирооборота. Эти два фактора влияют на нынешнее положение Ростовской области и снижают темпы развития.

Вызовы – правительству Ростовской области предстоит непростая задача: в первую очередь нужно восстановить пассажирский парк, достроить Багаевский гидроузел, а также усовершенствовать законодательную базу для мультимодальных перевозок.

Перспективы развития – благодаря значительным субсидиям и инвестициям у региона есть все возможности для дальнейшего развития. Так как отрасль мультимодальных перевозок весьма востребована в данный период времени, Ростовская область может занять лидирующие позиции в данной нише. Это выражается в активном улучшении всевозможных транспортных путей. В будущем мультимодальные перевозки способны значительно повысить экономическое и политическое благосостояние региона.

Принимая во внимание данные, перечисленные выше, можно определить дальнейший курс развития не только Ростовской области, но и всей Российской Федерации в целом на ближайшее будущее.

## Список литературы

1. Российский транспорт в 2026 году получит новую конфигурацию. – Текст : электронный // Взгляд. – 2026. – 15 января. – URL: https://vz.ru/economy/2026/1/15/1381763.html. – (дата обращения: 15.01.2026).

2. Ростовские морпорты хотят удержать перевалку на уровне 24 млн тонн в 2026 году. – Текст : электронный // Ведомости Юг. – 2026. – 6 февраля. – URL: https://south.vedomosti.ru/south/news/2026/02/06/1174524-morporti. (дата обращения: 06.02.2026).

3. На Дону регстандарт транспортного обслуживания разработают в 2026 г. – Текст : электронный // РБК Ростов. – 2025. – 21 октября. – URL: https://south.vedomosti.ru/south/news/2026/02/06/1174524-morporti (дата обращения: 21.10.2025).

4. Морпорты Ростовской области в 2026г планируют сохранить перевалку на уровне 24 млн т – власти. – Текст : электронный // Интерфакс-Россия. – 2026. – 6 февраля. – URL: https://www.interfax-russia.ru/index.php

/south-and-north-caucasus/news/morporty-rostovskoy-oblasti-v-2026g-plani-ruyut-sohranit-perevalku-na-urovne-24-mln-t-vlasti. (дата обращения: 06.02.2026).

5. ИПЕМ: Ожидается снижение конкурентоспособности перевозок ряда номенклатур и их отток с железнодорожной сети. – Текст : электронный // Портньюс. – 2025. – 10 ноября. – URL: https://portnews.ru/news/print/384278/ (дата обращения: 10.11.2025).

6. В Ростовской области рассчитывают, что порты сохранят перевалку на уровне 2025 года. – Текст: электронный // Флагман-ньюс. – 2026. – 10 февраля. – URL: https://flagmannews.ru/news/puti_i_porty/_v_roctovckoi_oblacti_raccchityvaut_chto_porty_cohranyat_perevalku_na_urovne_2025_goda.html (дата обращения: 10.02.2026).

7. «Рустрансчина» зафиксировала рост интереса к мультимодальным перевозкам на маршрутах из Южного Китая. – Текст : электронный // Retail.ru. – 2025. – 1 декабря. – URL: https://www.retail.ru/rbc/pressreleases/rustranschina-fiksiruet-rost-interesa-k-multimodalnym-perevozkam-na-marshrutakh-iz-yuzhnogo-kitaya/ (дата обращения: 01.12.2025).

8. Грузооборот морских портов Юга сократился на 26 % в январе 2026 г. – Текст : электронный // РБК Краснодар. – 2026. – 12 февраля. – URL: https: //kuban.rbc.ru/krasnodar/freenews/698dc1049a79474c51baae1b (дата обращения: 12.02.2026).

В начало к содержанию

УДК 504.06

**А.А. Торопова[1], М.Д. Молев[2]**
[1]Студент
[2]Д-р техн. наук, профессор
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РИСКА НАСЕЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ГЛОБАЛЬНЫМ ПОТЕПЛЕНИЕМ НА ЗЕМЛЕ

# ENVIRONMENTAL RISK FACTORS FOR THE POPULATION CAUSED BY GLOBAL WARMING ON THE EARTH

***Аннотация.*** *В статье рассмотрены основные аспекты реализации потенциальных экологических рисков, обусловленных планетарными изменениями климата. Изложены результаты анализа базовых причин, которые значительно способствуют возникновению и дальнейшему развитию негативных процессов. Предложены меры по снижению климатической деградации.*

***Ключевые слова:*** *климатические изменения, экологические риски населения, глобальное потепление, рискоснижающие меры.*

***Summary.*** *This article examines the key aspects of potential environmental risks associated with global climate change. It presents the results of an analysis of the underlying causes that significantly contribute to the emergence and further development of negative processes. Measures to reduce climate degradation are proposed.*

***Keywords:*** *climate change, environmental risks to the population, global warming, risk reduction measures.*

Глобальное изменение климата на нашей планете, которое наблюдается на протяжении нескольких десятилетий, является весьма серьезной угрозой для нормальной жизнедеятельностью населения. Негативная девиация климата в значительной мере воздействуют на окружающую природную среду (ОПС), включая все компоненты так называемой «природно-техногенной» системы.

Известные ученые в сфере экологии и представители общественности (Ю.А. Израэль, М.И. Будыко и др.), обсуждая указанный значимый аспект жизнедеятельности граждан нашей страны, справедливо считают, что российскому государству стоит серьезно взяться за решение проблемы охраны ОПС. Научно обоснованные исследования, проведенные в различных природных зонах планеты, убедительно показывают, что, если не будут приняты исчерпывающие меры глобального характера, то вполне вероятно к 2100 г. средняя температура земной атмосферы увеличится ориентировочно на 3,7-5,5 °С. При этом, из анализа массива публикаций российских и зарубежных ученых по направлению «климатология» четко следует весьма неутешительный вывод, в соответствии с которым экологическая деградация современной техносферы Земли реализуется при общем повышении текущей температуры воздушной среды на 1,8-2 °С [1].

Проведенный авторами детальный анализ содержания научно-технической литературы по рассматриваемой проблеме позволил установить, что планетарное повышение температуры воздушной среды в перспективе, при отсутствии надлежащих природоохранных мероприятий, инициирует следующие значимые негативные последствия для мирового сообщества:

– значительное увеличение продолжительности предельно жарких

– дней в теплый период года;

– меридиональное смещение установившихся климатических поясов к более северным широтам;

– предполагаемое формирование на нашей планете обширных территориальных зон, принципиально непригодных для нормальной жизнедеятельности местного населения;

– повышение температуры воздуха в некоторых государствах, например, Ближнего Востока до +77 °С вследствие регулярного возрастания выбросов парниковых газов от промышленных предприятий и транспорта;

– прогнозируемое повышение общего температурного фона неминуемо инициирует неконтролируемое «лавинное» исчезновение целого ряда существующих экологических систем и ценных видов флоры и фауны;

– процесс изменения состава биологического разнообразия приобретет характер, идентичный цепной реакции, то есть исчезновение одного биологического вида обязательно окажет негативное воздействие на нормальную жизнедеятельность других представителей фауны;

– глобальный дефицит нормальной питьевой воды;

– масштабный голод во многих странах, эпидемии и даже пандемии вследствие аномального роста температуры земной атмосферы и реального снижения урожайности сельскохозяйственных культур;

– беспрецедентное повышение уровня мирового океана на всей планете, которое создаст значимую природно-техногенную опасность многим населенным пунктам, регионам и даже целым государствам, абсолютные высотные отметки которых сопоставимы с уровнем водной поверхности [2].

В контексте изложения темы статьи авторы считают уместным указать, что Россия также в значительной мере испытывает установленные планетарные изменения климата. Так, например, по результатам анализа метеонаблюдений, выполненных сотрудниками Росгидромета, во второе десятилетие XXI в. резко увеличилась температурная девиация как в сторону аномально низких, так и абсолютно высоких значений. Подобное негативное климатическое явление, как показывает анализ опубликованных статистических материалов отмечается практически на всем географическом пространстве нашей необъятной страны. Соответствующий департамент Минприроды Российской Федерации, опубликовал информацию, в которой указывается, что в период с 1991 г. по 2023 г. число природных катастроф на территории государства кратно возросло (примерно в четыре раза).

Детальный анализ публикаций по теме позволяет авторам сделать ряд значимых выводов для характеристики перспективной экологической ситуации в регионах России. Так, на территории страны могут реализоваться в будущем времени следующие потенциальные риски природно-техногенного характера:

– значительное увеличение интенсивности и длительности засушливого периода;

– рост частоты наводнений, особенно в регионах Сибири и Дальнего Востока;

– увеличение количества пожаров Зауралье, Якутии и Восточной Сибири;

– изменение геометрических и физических параметров зон, расположенных в районах «вечной» мерзлоты»;

– «вытеснение» и даже вымирание ряда видов флоры и фауны;

– значительное увеличение расхода энергетических ресурсов на достижение нормативных параметров микроклимата в жилых и административных зданиях помещениях в теплый период времени года.

Приведенная констатация относительно сложившейся экологической ситуации в мире, включая Россию, обусловливает, по мнению авторов статьи, осуществить обязательный скрупулезный подробный анализ основных причин изменения планетарного климата, чтобы затем коренным образом улучшить текущее состояние природной среды и значительно уменьшить экологические риски местного населения. В результате аналитического обзора специальной научной литературы авторами установлено, что наиболее существенно глобальное потепление повсеместно инициируют факторы, связанные с производственной деятельностью людей, проживающих на данной территории. К основным видам негативного воздействия жизнедеятельности населения, по мнению авторов, следует отнести:

– масштабная выработка электрической энергии тепловыми электростанциями;

– нерациональное использование имеющихся лесных ресурсов;

– интенсивное транспортное сообщение;

– производственно-хозяйственная деятельность территориальных промышленных комплексов;

– накопление отходов производства [3, 4].

Основные причины негативного изменения планетарного климата изображены на рисунке 1.




Рис. 1. Причины изменения климата

Таким образом, перед государственными структурами и ученым сообществом стоит актуальная теоретическая и практическая проблема – разработать и внедрить в жизнь научно обоснованные мероприятия, чтобы купировать негативные природно-техногенные воздействия, обусловленные процессом глобального потепления. При этом, обязательным условием реализации является универсальное качественное информационное климатическое обслуживание органов управления и лиц, которые принимают решения (ЛПР) на государственном и региональном уровнях.

По преобладающему мнению некоторых ведущих специалистов-экологов нашей страны и мира, полностью устранить повышение температуры и изменения климата в целом современному обществу не удастся. В то же время, международное сообщество вполне способно существенно замедлить темпы глобального потепления, чтобы избежать катастрофических необратимых последствий для природной среды. В подтверждение своих умозаключений ученые выдвинули несколько гипотез, основные параметры которых приведены на рисунке 2.




Рис. 2. Гипотезы, объясняющие глобальное изменение климата

Тем не менее, магистральным направлением в сфере стабилизации климатических условий в Россию, авторитетные отечественные ученые, в том числе М.И. Будыко, В.И. Вернадский, Р.М. Вильфанд и Ю.А. Израэль

считают снижение масштабных выбросов в атмосферу Земли углекислого газа. Так повсеместная реализация концепции «углеродной нейтральности» предполагает ускоренное внедрение в отечественную экономику энергосберегающих технологий и переход на выработку электрической энергии с использованием альтернативных источников (атомной и «зеленой» энергетики).

В.В. Путин уделяет значительное внимание проблеме обеспечения экологической безопасности жизнедеятельности россиян, Так, в его указе определена одной национальных целей развития страны достижение экологического благополучия. При этом Президентом России установлены конкретные целевые показатели, характеризующие полноценное решение задач в пределах России [5]. В частности, предусмотрены национальные мероприятия: двукратное снижение выбросов загрязняющих веществ кардинальное снижение объемов сброса неочищенных сточных вод в гидросферу.

Реализация стратегической экологической доктрины на уровне нашего государства, безусловно, позволит минимизировать существующие и потенциальные климатические риски, а также внесет существенный вклад в решение проблемы глобального потепления на планете. При этом потребуется инновационное информационно-коммуникационное обеспечение заинтересованных субъектов, включая научное сообщество и органы власти всех уровней, по улучшению реальной климатической ситуации в транснациональном пространстве. Вышеизложенный подход реально обеспечит научно обоснованное управление экологией и климатическими параметрами на российской территории.

## Список литературы

1. Андреев, С.С. К вопросу о глобальном потеплении. – Текст : электронный // Андреев С.С. – Известия вузов. Северо-Кавказский регион. – Естественные науки. – 2007. – № 2. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-globalnom-poteplenii. (дата обращения: 20.01.2026).

2. Всемирная организация здравоохранения: официальный сайт – Москва. – URL: https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health (дата обращения: 28.01.2026). – Текст : электронный.

3. Молев, М.Д. Прогнозирование состояния техносферной безопасности : монография / М.Д. Молев, С.А. Масленников, И.А. Занина, Н.И. Стуженко. – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ, 2015. – 113 с. – ISBN 978-5-93834-999-5. – Текст : непосредственный.

4. Molev, M.D. Theoretical and experimental substantiation of construction regional security monitoring systems technosperic / M.D. Molev, S.G. Stradanchenko, S.A. Maslennikov // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2015. – No 16, September. – Pp. 6787–6788.

5. Путин, В.В. Указ о национальных целях развития России до 2030 г. – URL: https://www. Kremlin.ru/events/president/new (дата обращения: 10.02.2026). – Текст : электронный.

В начало к содержанию

УДК 331.45:378.12

**И.В. Умнов[1], А.Е. Русаков[1], М.Д. Молев[2]**
[1]Магистрант
[2]Д-р техн. наук, профессор
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА ВУЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

# ASSESSMENT OF THE SAFETY OF PROFESSORIAL AND TAUGHT STAFF OF UNIVERSITIES USING INFORMATION TECHNOLOGIES

***Аннотация.*** *Статья посвящена разработке теоретических и методологических подходов к обеспечению безопасности трудовой деятельности преподавателей высшей школы в ситуации масштабного распространения цифровых технологий в образовании. Авторами выстроена концептуальная модель, раскрывающая механизм влияния средств ИКТ на психофизиологическое состояние педагогических работников. Предложен многоуровневый инструментарий идентификации и оценки профессиональных рисков. Определены приоритетные направления улучшения условий труда профессорско-преподавательского состава (ППС) российских вузов.*

***Ключевые слова:*** *безопасность труда, профессиональные риски, цифровые технологии в образовании, преподаватели вузов, психофизиология труда, идентификация рисков, трудовая среда.*

***Summary.*** *The paper addresses the development of theoretical and methodological approaches to ensuring occupational safety of higher education instructors amid widespread digitalisation of the educational environment. The authors construct a conceptual model that reveals how ICT tools affect the psychophysiological condition of teaching staff. A multi-level toolkit for the identification and assessment of occupational hazards is proposed. Priority directions for improving working conditions of Russian university faculty are identified.*

***Keywords:*** *occupational safety, professional risks, digital technologies in education, university instructors, occupational psychophysiology, hazard identification, work environment.*

Внедрение в вузах цифровых технологий преобразовало профессиональную деятельность преподавателя. Платформы дистанционного обучения, сервисы для проведения онлайн-занятий и системы автоматизированной проверки заданий стали неотъемлемой частью рабочего пространства педагога. Это привело к существенному изменению характера, содержания и интенсивности педагогического труда.

Однако нормативная база охраны труда обновляется значительно медленнее, чем происходят технологические преобразования. Действующие санитарные требования, регулирующие работу с компьютерной техникой, по существу не рассчитаны на специфику современного цифрового педагога: параллельное сопровождение нескольких учебных потоков, постоянная активность в корпоративных мессенджерах, работа с разнородными информационными системами. Подобный разрыв порождает зоны нормативной незащищенности для значительной части преподавательского корпуса.

Накопленные к настоящему времени данные свидетельствуют о том, что регулярная работа с ИКТ сопряжена с нарастанием нарушений зрительной функции, опорно-двигательного аппарата и сердечно-сосудистой системы, а также с ухудшением нервно-психического здоровья педагогических работников [1, 2]. Выявленное противоречие между ускоряющейся цифровизацией образования и недостаточным научным осмыслением ее последствий для здоровья преподавателей обусловливает актуальность настоящей работы.

В соответствии с темой статьи решались задачи: классификация профессиональных рисков, порождаемых цифровыми технологиями; разработка модели «технологическое воздействие – риск – ущерб здоровью»; обоснование методологии оценочных процедур; формулирование рекомендаций по улучшению условий труда педагогических работников.

На основании обзора научной литературы и действующих регуляторных документов по охране труда удалось сформировать трехкомпонентную классификацию рисков, возникающих в процессе профессиональной работы с цифровыми средствами.

Первый компонент охватывает риски эргономического характера, обусловленные физической организацией взаимодействия педагога с техническими средствами. В эту категорию входят: продолжительное мышечное напряжение в зоне шеи, плечевого пояса и кистей рук при длительной работе за персональным компьютером; несоответствие параметров рабочего места антропометрическим данным конкретного пользователя; интенсивная зрительная нагрузка, способная провоцировать астенопию, синдром сухого глаза и ухудшение рефракции; суммарное электромагнитное воздействие от нескольких одновременно подключенных устройств [3].

Второй компонент составляют психофизиологические риски, определяемые режимом и объемом информационной деятельности. Ключевым явлением здесь выступает информационный стресс – состояние психической напряженности, возникающее при чрезмерных требованиях к скорости переработки данных и принятию решений [4]. Дополнительными факторами служат: перегрузка от одновременного обслуживания множества цифровых каналов; сдвиги суточного ритма вследствие вечерней и ночной

экранной работы; усталость от непрерывных видеоконференций, описываемая в литературе как «Zoom fatigue»; снижение концентрации внимания при постоянном переключении между разными приложениями.

Третий компонент включает организационные риски, связанные с трансформацией режима и структуры рабочего времени. К ним относятся: стирание четкой границы между профессиональным и личным временем; вынужденная готовность реагировать на обращения студентов и коллег за пределами рабочего дня; дополнительная незафиксированная нагрузка по ведению цифровых курсов и сопровождению электронных систем; расширение должностных обязанностей за счет функций технического характера, изначально не предусмотренных в трудовом договоре.

Специфика труда в вузе придает перечисленным рискам дополнительное измерение. Высокая профессиональная автономия преподавателя фактически снимает внешний контроль за соблюдением режима работы и отдыха. Нормы академической среды, негласно поощряющие сверхурочную занятость, создают внутренние барьеры для самоохраны. Наконец, многофункциональность вузовской должности – одновременное исполнение педагогических, научных и административных обязанностей – порождает кумулятивную перегрузку, масштаб которой возрастает по мере цифровизации каждого из этих направлений [5].

При построении предлагаемой модели авторы опирались на три ключевых методологических принципа. Принцип системности требует рассматривать цифровую рабочую среду преподавателя как целостный объект, в котором технологические, психофизиологические, организационные и нормативно-правовые составляющие находятся в постоянном взаимодействии. Принцип детерминизма нацеливает на установление воспроизводимых причинно-следственных цепочек от конкретного технологического воздействия к конкретному нарушению трудовой безопасности. Принцип вариативности предписывает учитывать, что интенсивность этих связей неодинакова у разных педагогов в зависимости от их цифрового опыта, возраста и условий институциональной поддержки.

Архитектура модели строится на четырех взаимосвязанных блоках. Первый блок (входных характеристик) описывает совокупность технологических и контекстуальных параметров: набор используемых цифровых инструментов, продолжительность ежедневного экранного времени, уровень цифровой подготовленности педагога, степень эргономичности его рабочего места, а также политику учебного заведения в части цифровой коммуникации.

Второй блок отображает реакцию организма на полученные воздействия: общий уровень нервно-психической напряженности, выраженность умственного утомления, стадию профессионального выгорания, а также функциональный статус органов зрения, сердечно-сосудистой и опорно-двигательной систем.

Третий блок (выходных показателей) включает объективные и субъективные индикаторы производственной безопасности: частоту временной нетрудоспособности, результаты плановых медосмотров, классы условий труда по итогам СОУТ, а также самооценку качества трудовой жизни.

Четвертый блок, управляющий обратной связью, замыкает модель в цикл: данные мониторинга выходных показателей возвращаются к первому блоку, обеспечивая своевременную корректировку технологических и организационных условий работы. В модель также введены модерирующие переменные: индивидуальная стрессоустойчивость, трудовой стаж, наличие внерабочих ресурсов восстановления. От этих параметров зависит, насколько сильно то или иное входное воздействие трансформируется в реальный ущерб здоровью преподавателя.

Нормативная документация обусловливаает проверку соответствия фактических условий труда педагогических работников действующим правовым требованиям. Базовым механизмом такой проверки служит специальная оценка условий труда (СОУТ), осуществляемая согласно Федеральному закону № 426-ФЗ. Вместе с тем стандартная процедура СОУТ нуждается в дополнении применительно к цифровому рабочему месту: санитарные нормы СанПиН 1.2.3685-21 задают гигиенические параметры для работы с видеодисплейными терминалами; ГОСТ Р ИСО 9241-11-2021 формулирует эргономические критерии взаимодействия человека с компьютерной системой.

Инструментальный уровень предусматривает применение валидизированных методик для количественного описания психофизиологического состояния преподавателей. Экспресс-мониторинг актуального самочувствия обеспечивает опросник САН («Самочувствие – Активность – Настроение»). Глубинная диагностика хронического эмоционального истощения проводится с помощью опросника MBI-Ed, адаптированного для педагогических профессий. Для выявления информационного стресса как специфической реакции на цифровую нагрузку применяются соответствующие русскоязычные инструменты, разработанные на основе методологии Бодрова [4, 6]. Функциональные показатели собираются посредством визометрии с оценкой аккомодации, суточного мониторинга артериального давления и пульса, а также скрининга болевого синдрома в шейно-плечевой области.

Организационный уровень реализуется через составление карты цифровых рисков рабочего места педагога – документа, ориентированного на качественную экспертную оценку системных факторов, которые не поддаются прямому инструментальному измерению. Карта охватывает: техническую характеристику рабочего места (количество устройств, каче-

ство программного обеспечения, стабильность сетевого соединения); режим труда с учетом внеплановой цифровой коммуникации; уровень цифровых компетенций педагога; нормы корпоративного общения, принятые в учреждении; доступность технической и психологической помощи.

Технические меры сосредоточены на приведении рабочих мест в соответствие требованиям СанПиН 1.2.3685-21 в части освещенности и параметров монитора; оснащении рабочих мест дисплеями с регулируемой цветовой температурой, снижающей нагрузку на зрение в вечернее время; использовании программных таймеров, автоматически напоминающих о необходимости сделать перерыв; подборе регулируемой мебели, позволяющей чередовать рабочие позы на протяжении дня.

Организационные меры предполагают принятие внутренних регламентов «цифровой гигиены» – прежде всего установление временны́х рамок для деловой переписки и формирование нормативов реагирования на студенческие запросы. Принципиально важно включить в расчет педагогической нагрузки время на администрирование электронных учебных курсов, поскольку в большинстве вузов эта работа по-прежнему остается за рамками официального учета. Среди институциональных механизмов поддержки особую роль призваны сыграть службы психологического сопровождения персонала и программы повышения цифровой компетентности, снижающие тревогу при освоении новых платформ.

Медико-профилактическое направление строится на регулярном скрининге – ежегодном обследовании по всем компонентам инструментального уровня с выработкой персональных рекомендаций для лиц, вошедших в группу риска. Параллельно необходимо обучать педагогов приемам цифровой гигиены: рациональному планированию экранного времени, восстановительным практикам после интенсивной умственной работы, упражнениям для профилактики усталости [6].

Результаты проведенного исследования позволяют сделать ряд выводов. Прежде всего, массовое внедрение ИКТ в практику высшей школы формирует качественно иной профиль профессиональных рисков для педагогических работников – отличный от того, что описывается традиционными нормами охраны труда. Совокупность эргономических, психофизиологических и организационных угроз действует на преподавателя синхронно и взаимно усиливается характерными чертами академической профессии.

Предложенная авторская модель, связывающая параметры цифровой рабочей среды с показателями здоровья и безопасности через блоки промежуточных состояний и управляющей обратной связи, создает структурированную основу для систематической работы по управлению рисками в

конкретном учебном заведении. Введение модерирующих переменных придает модели гибкость, необходимую для учета индивидуальных различий в уязвимости педагогов.

Трехуровневый оценочный комплекс – нормативный, инструментальный, организационный – встраивается в существующую систему управления охраной труда в вузе без ее принципиальной перестройки, расширяя диагностические возможности системы.

Реальное улучшение ситуации достижимо лишь при синхронном задействовании технических, организационных и медико-профилактических мер. Среди них приоритетной остается нормативная фиксация права преподавателя на выход из цифрового пространства по завершении рабочего дня – то, что в международной практике называют «правом на отключение». Дальнейшие исследования должны быть направлены на эмпирическую проверку предложенной модели на представительных выборках ППС российских вузов.

## Список литературы

1. Каминер, Д.Д. Цифровизация здравоохранения и состояние здоровья медицинских работников / Д.Д. Каминер, О.Ю. Милушкина, Н.И. Шеина [и др.]. – Текст : непосредственный // Медицина труда и промышленная экология. – 2023. – Т. 63. – № 8. – С. 490–502. – DOI: 10.31089/1026-9428-2023-63-8-490-502.

2. Панков, В.А. Условия труда и состояние здоровья педагогов общеобразовательных организаций / В.А. Панков, Е.В. Катаманова, Н.В. Сливницына [и др.]. – Текст : непосредственный // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101. – № 8. – С. 940–946. – DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-8-940-946.

3. Российская Федерация. Законы. О специальной оценке условий труда: Федеральный закон № 426-ФЗ. – Текст : электронный // Консультант Плюс. – URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/ (дата обращения: 10.02.2026).

4. Бодров, В.А. Информационный стресс : учебное пособие для вузов / В.А. Бодров. – Москва : ПЕР СЭ, 2000. – 352 с. – Текст : непосредственный.

5. Водопьянова, Н.Е. Синдром выгорания: диагностика и профилактика : практическое пособие / Н.Е. Водопьянова, Е.С.Старченкова. – Москва : Юрайт, 2017. – 343 с. – Текст : непосредственный.

6. Тимофеева, С.С. Психосоциальные риски преподавателей в условиях реформирования высшей школы / С.С. Тимофеева, С.С. Тимофеев. – Текст : непосредственный // XXI век. Техносферная безопасность. – 2016. – № 1(1). – С. 95–106.

В начало к содержанию

УДК 614.89
**А.А. Федосова[1], А.М. Коринтели[2]**
[1]Студент
[2]Доцент, канд. техн. наук
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ БАРЬЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ

# RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A BARRIER PROTECTION SYSTEM FOR HUMAN EXPOSURE TO THE WORKING ENVIRONMENT

***Аннотация.*** *В статье рассматривается актуальная проблема производственного травматизма, связанная с несовершенством существующих средств индивидуальной защиты. Одной из ключевых причин является раздельная сертификация СИЗ по типам рисков, вынуждающая работников использовать 3-5 слоев защиты одновременно, что снижает подвижность и приводит к перегреву тела. В работе представлена разработка универсальной системы барьерной защиты на основе интегрирования внутреннего слоя, выполненного из термостойкого сетчатого материала с 3D-элементами шестиугольной формы. Предложенная структура обеспечивает комплексную защиту от механических, термических и химических воздействий при сохранении эргономики и динамичности спецодежды.*
***Ключевые слова:*** *средства индивидуальной защиты, барьерная защита, травматизм, спецодежда, 3D-структура.*

***Summary.*** *The article discusses the current problem of occupational injuries related to the imperfections of existing personal protective equipment. One of the key reasons is the separate certification of PPE by risk types, which forces workers to use 3-5 layers of protection simultaneously, reducing their mobility and leading to overheating of the body. The paper presents the development of a universal barrier protection system based on the integration of an inner layer made of heat-resistant mesh material with 3D hexagonal elements. The proposed structure provides comprehensive protection against mechanical, thermal, and chemical effects while maintaining the ergonomics and dynamism of workwear.*
***Keywords****: personal protective equipment, barrier protection, injuries, workwear, 3D structure.*

В настоящее время средства индивидуальной защиты (СИЗ) поддерживают ряд процессов стратегического значения для страны, что сопровождается повышением требований к охране труда и технике безопасности. Рост травматизма на производстве и в экстремальных условиях требует создания комплексной системы защиты, сочетающей высокую эффективность и комфорт. Спецодежда, в зависимости от области применения и рабочих условий, должна выполнять различные функции. В соответствии с условиями эксплуатации и нормативной документацией она должна обеспечивать защиту человека от внешних факторов среды, не вызывая нару-

шения естественного функционирования организма специалиста [1]. Согласно ГОСТ, СИЗ сертифицируются по отдельным группам защиты, что вынуждает работников использовать 3-5 слоев СИЗ одновременно, вследствие чего снижается подвижность на 40 % и происходит перегрев температуры тела до 39º за 2 ч работы

Несмотря на масштабное развитие производства во всех областях, по данным Международной организации труда (МОТ), ежегодно в мире: 2,93 млн человек умирает от производственных травм и профессиональных заболеваний; 395 млн работников получают несмертельные травмы на производстве; 2,41 млрд работников подвергаются воздействию как минимум одного опасного фактора производства. Согласно официальным данным Росстата, за 2024 г. травматизм зафиксирован на 10 644 российских предприятиях. Перспективу для решения рассматриваемой проблемы открывает создание нового типа барьерной защиты в спецодежде [1].

Целью работы является разработка универсальной системы барьерной защиты, обеспечивающей безопасность человека в условиях комбинированных механических, термических, химических и иных воздействиий.

Исследования, направленные на изучение и разработку дополнительной барьерной защиты человека в условиях воздействия факторов рабочей среды, рассмотрены в работах К. Беттгера, Р. Хартерта (разработка усовершенствованных волокон повышенной устойчивости к внешним факторам); Е.А. Щениковой, И.В. Черуновой, А.В. Меркуловой, И.И. Морозовой, Н.В. Тизоновой, Ю.А. Тимошиной, Э.Ф. Вознесенского (разработка технологии получения материалов с высокими защитными свойствами) [2, 3, 4] и др.

Согласно исследованиям, для снижения травматизма требуется разработка универсальной системы барьерной защиты на основе: многофункциональных нанокомпозитов; адаптивной архитектуры материалов (изменение свойств под воздействием внешних факторов); интеграции пассивной защиты и активного мониторинга в единую систему.

Типы воздействия, их доля в структуре травматизма и последствия варьируются в зависимости от отрасли, условий труда и других факторов. Согласно данным [5], только 45 % травм связаны с механическими воздействиями. Систематизация факторов воздействия на специалистов представлена в таблице 1.

Таблица 1

**Типы воздействий, их доля в структуре травматизма и последствия**

| Тип воздействия | Основные последствия для здоровья |
|---|---|
| 1. Механическое (падения, удары, порезы, сдавливание) | Переломы, открытые раны, ампутации конечностей, внутренние кровоизлияния |
| 2. Термическое (ожоги, обморожения, перегрев) | Ожоги 1-4 степени, тепловой удар, гипотермия, повреждение дыхательных путей |
| 3. Химическое (кислоты, щелочи, растворители) | Химические ожоги кожи/глаз (60–90 % ожогов глаз в промзонах), дерматиты, хронические интоксикации, бронхиальная астма |

| | |
|---|---|
| 4. Электрическое (поражение током, дуга) | Электроожоги, фибрилляция желудочков, остановка сердца, неврологические расстройства |
| 5. Радиационное | Лучевая болезнь, лейкозы, катаракта, дерматиты |
| 6. Биологическое (патогены, токсины) | Инфекционные заболевания (туберкулез, гепатит), аллергии, сепсис |

Анализ данных [6] о модельных решениях специальной одежды разных областей применения на основе коллекций известных производителей в России, позволила определить наиболее распространенные технологические и конструктивные методы повышения барьерной защиты (табл. 2). Выявлено, что эффективными методами повышения защиты являются: многослойные композиты, умные материалы, нанопокрытия, экранирующие вставки, модульная конструкция.

Таблица 2

**Технологические и конструктивные методы повышения барьерной защиты**

| Категория | Метод/Технология | Принцип действия | Применимость к типам рисков |
|---|---|---|---|
| 1. Многослойные композиты | Наноструктурированные ткани (графен, аэрогриль, MXene) | Создание «умного» барьера: внешний слой – механическая защита, средний – термо/химоизоляция, внутренний – отвод влаги | Механические, термические, химические, радиационные |
| 2. Умные материалы | Фазопереходные материалы (PCM), термохромные покрытия | Автоматическая адаптация к температуре: поглощение/отдача тепла при изменении условий | Термические, химические |
| 3. Нанопокрытия | Гидрофобные/олеофобные слои (на основе фторполимеров), антибактериальные (серебро, медь) | Формирование невидимого барьера против проникновения жидкостей и патогенов | Химические, биологические |
| 4. Экранирующие вставки | Металлизированные нити (серебро, медь), углеродные волокна | Отражение/поглощение ЭМИ и ионизирующего излучения; | Электрические |
| 5. Модульная конструкция | Сменные вкладыши, адаптивные накладки (локти, колени, воротник) | Персонализация защиты под конкретные риски без замены всего комплекта | Механические, термические |

На основе проведенных аналитических исследований установлено [3], что достижение признаков барьерной защиты допустимо за счет использования специального поликомпонентного материала.

Принцип уменьшения случаев повреждения одежды специалистов в ходе работ определяет интегрирование дополнительного слоя барьерной защиты в основной пакет материалов. В качестве опорного материала для внутреннего барьерного слоя установлен термостойкий сетчатый материал, поверхность которого оснащена 3D-элементами шестиугольной формы. Такая геометрия элементов в рамках единой конструкции обеспечивает сохранение динамичности спецодежды.

Требуемые эксплуатационные свойства внутренней барьерной защиты позволяет получить использование сополимера (полиэтилентерефталат-гликоль), отличающегося особой устойчивостью к механическим повреждениям (высокая ударная вязкость), устойчивостью к термическим воздействиям (220–250 °С), к химическим воздействиям (к кислотам, щелочам и многим растворителям), стойкостью к ультрафиолету, жесткостью (2–2,5 ГПа), прочностью (50–60 МПа), формоустойчивостью. Формирование структуры поверхности внутреннего барьерного слоя осуществлялось способом 3D-печати на поверхности сетчатого материала (с использованием программной среды- слайсера 3D-моделей «Cura», 3D-принтера Ender 3).

На основе проведенных аналитических исследований разработана схема структуры внутренней барьерной защиты (рис.).




Рис. Структура внутренней барьерной защиты

Разработанная многофункциональная система барьерной защиты, может быть применена в отраслях, представленных в таблице 3.

Таблица 3

**Сферы применения универсальной барьерной защиты**

| Сфера деятельности | Условия применения | Типы рисков | Способ защиты |
|---|---|---|---|
| 1. Нефтегазовая промышленность | Буровые работы, | Механические, термические, химические | Защита от порезов, термостойкость, |
| 2. Металлургия, литейное производство | Работы у печей, разливка металла, термические цеха | Термические, Механические | Отражает/поглощает тепловое излучение, защищает от брызг и расплава |
| 3. Химическая и нефтехимическая промышленность | Работа с агрессивными средами, лаборатории | Химические, механические | Предотвращает химические ожоги, сохраняет защитные свойства при многократном контакте с агрессивными свойствами |
| 4. Спасательные и аварийно-восстановительные службы (МЧС) | Ликвидация ЧС техногенного характера, аварии на промышленных объектах | Комбинированные (механические, термические, химические) | Защита от порезов, ударов, термического воздействия и химических реагентов |
| 5. Военная и правоохранительная сфера | Специальные операции в условиях промышленной инфраструктуры | Механические, термические, химические | Защита от осколков, порезов и истирания, устойчивость к термическим воздействиям |

Таким образом, в работе представлена концепция универсальной системы барьерной защиты, основанная на интеграции в пакет материалов спецодежды 3D-структурированного внутреннего слоя. Ключевым элементом разработки выступает использование термостойкого сетчатого материала, модифицированного сополимера полиэтилентерефталат-гликоль. Предложенная структура, сочетающая гибкую основу и жесткие элементы, обеспечивает устойчивость к внешним воздействиям среды, что подтверждается набором эксплуатационных характеристик базового полимера: высокой ударной вязкостью, устойчивостью к высоким температурным воздействиям.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на оптимизацию технологических параметров его интеграции в различные типы спецодежды.

## Список литературы

1. Кузьмин, П.А. Средства индивидуальной защиты как эффективное средство минимизации рисков и травматизма работников / П.А. Кузьмин, Д.С. Латышева // Международный научный журнал «вестник науки» – № 7. – 2020 г. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sredstva-individualnoy-zaschity-kak-effektivnoe-sredstvo-minimizatsii-riskov-i-travmatizma-rabotnikov/viewer (дата обращения: 10.02.2026). – Текст : электронный.

2. Производственная травма и производственный травматизм: явление и сущность, случайность и закономерность / В.Б. Артемьев, В.В. Лисовский, И.Л. Кравчук [и др.]. – Текст : электронный // Уголь – 2020 г. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/proizvodstvennaya-travma-i-proizvodstvennyy-travmatizm-yavlenie-i-suschnost-sluchaynost-i-zakonomernost?ysclid=mm7it1y96x531849402 (дата обращения: 10.02.2026).

3. Патент № 2643798 Российская Федерация, МПК B29C 70/22. Двойное ткацкое переплетение с высокопрочными и термопластическими волокнами: № 2015139886 заявл. 19.02.2014 : опубл. 06.02.2018, Бюл. № 31 / К. Беттгер, Р. Хартерт ; заявитель ТЕЙДЖИН АРАМИД ГМБХ. – Текст : непосредственный.

4. Патент № 2426483 Российская Федерация, МПК A41D 13/008. Специальный антиэлектростатический костюм: № 2010128621/12 : заявл. 09.07.2010 : опубл. 20.08.2011, Бюл. № 23 / Е.А. Щеникова, И.В. Черунова, А.В. Меркулова ; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса (ГОУ ВПО ЮРГУЭС). – Текст : непосредственный.

5. Разработка технологии получения сорбционно-фильтрующего материала с высокими защитными свойствами / И.И. Морозова, Н.В. Тихонова, Ю.А. Тимошина, Э.Ф. Вознесенский. – Текст : электронный // Костюмология – № 4 – 2021 г. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48043276 (дата обращения: 12.02.2026).

6. Суханов, А.А. Анализ современных изолирующих материалов и средств индивидуальной защиты кожи на их основе / А.А. Суханов. – Текст : электронный // Вестник Казанского технологического университета. – 2016 г. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennyh-izoliruyuschih-materialov-i-sredstv-individualnoy-zaschity-kozhi-na-ih-osnove?ysclid=mm7gl889c490471794 (дата обращения: 12.02.2026)

В начало к содержанию

УДК 004
**Е.В. Халина[1], С.А. Морозов[2]**
[1]Студент
[2]Канд. техн. наук, доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ СЕТЕВОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА О ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ВУЗА

# THE USE OF NETWORK MONITORING SYSTEMS TO ENSURE THE REQUIREMENTS OF THE LEGISLATION ON PERSONAL DATA IN THE DISTRIBUTED INFORMATION SYSTEM OF THE UNIVERSITY

***Аннотация.*** *В статье рассматриваются вопросы защиты персональных данных в распределенных информационных системах высших учебных заведений. Анализируются нормативно-правовые основы Российской Федерации, архитектура типовых вузовских сетей и потенциальные уязвимости. Особое внимание уделено системам сетевого мониторинга как инструменту обеспечения безопасности и соответствия требованиям законодательства. Проведен сравнительный анализ программного обеспечения (10-Страйк, Cacti, NeDi) и представлены результаты тестирования на примере филиала ДГТУ в г. Шахты.*
***Ключевые слова:*** *персональные данные, системы сетевого мониторинга, распределенная информационная система, законодательство о персональных данных, защита персональных данных, мониторинг сетевого трафика.*

***Annotation.*** *The article discusses the issues of personal data protection in distributed information systems of higher education institutions. The article analyzes the regulatory framework of the Russian Federation, the architecture of typical university networks and potential vulnerabilities. Special attention is paid to network monitoring systems as a tool for ensuring security and compliance with legal requirements. A comparative analysis of the software (10-Strike, Cacti, NeDi) was carried out and the test results were presented using the example of the DSTU branch in Shakhty.*
***Keywords:*** *personal data, network monitoring systems, distributed information system, legislation on personal data, personal data protection, network traffic monitoring.*

В связи с широким распространением цифровых технологий вопросы защиты личных данных приобретают решающее значение для всех организаций, особенно для высших учебных заведений, которые обрабатывают большой объем конфиденциальной информации. Традиционные подходы к обеспечению безопасности, основанные на статических конфигурациях и фрагментированных инструментах, не являются эффективными в динамичной и сложной распределенной среде. Обеспечение того, чтобы реестры данных, контроль доступа, своевременное выявление инцидентов

и журналы проверок поддерживались в такой сложной системе, требует наличия специальных инструментов, способных анализировать большое количество информации в режиме реального времени [1].

Мониторинг сетевого движения для выявления подозрительной деятельности и предотвращения потенциальной утечки данных требует наличия специальных инструментов. В этом контексте системы сетевого мониторинга становятся мощным и перспективным инструментом достижения этих целей, поскольку способность этих систем постоянно собирать, анализировать и визуализировать данные о состоянии сети, движении и деятельности устройств позволяет университетам получить полное представление об их информационной среде. Это, в свою очередь, открывает возможности для инициативного выявления факторов уязвимости, контроля за доступом к конфиденциальным данным, выявления аномалий и оперативного реагирования на инциденты.

Федеральный закон от 27 июля 2006 г. №152-ФЗ «О персональных данных» регулирует отношения, связанные с обработкой персональных данных, осуществляемой в том числе юридическими лицами – образовательными учреждениями [1]. Правовое основание обработки персональных данных образовательными учреждениями определяется, в том числе, такими нормативными правовыми актами, как Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Гражданский кодекс Российской Федерации, Семейный кодекс Российской Федерации, Трудовой кодекс Российской Федерации.

Одним из ключевых требований, установленных статьей 18 Федерального закона № 152-ФЗ, является локализация баз данных персональных данных граждан Российской Федерации. С 1 сентября 2015 г., а с 1 июля 2025 г. в еще более строгой редакции, запрещается сбор, запись, систематизация, накопление, хранение, уточнение, извлечение персональных данных граждан РФ с использованием баз данных, расположенных за пределами территории Российской Федерации. Это означает, что образовательное учреждение должно обеспечить хранение и обработку всех персональных данных российских граждан исключительно на серверах, физически находящихся на территории России.

Техническая защита персональных данных в образовательных учреждениях регулируется требованиями приказа ФСБ России от 10 июля 2014 г. № 378, который определяет состав и содержание организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных [2]. В зависимости от категории обрабатываемых данных устанавливается уровень защищенности информационной системы и соответствующие требования к применению средств криптографической защиты информации, сертифицированных ФСБ России. Одним из основных принципов защиты персональных данных является принцип их минимизации. Он заключается в том, что все организации должны собирать и хранить только те данные, которые необходимы для решения конкретных задач и целей.

Информационная система (ИС) – система обработки информации совместно с соответствующими ресурсами, которая обеспечивает и распространяет информацию [3]. Для принятия решений на разных уровнях управления вузом ежедневно требуется значительный объем интегрированной информации, отражающей результаты взаимодействия различных подразделений вуза. Распределенные информационные системы вуза – это системы, в которых компоненты распределены по нескольким устройствам, которые взаимодействуют через сеть [4].

В зависимости от масштаба и требуемого программного обеспечения особенности архитектуры могут быть следующими: клиент-серверная, многоуровневая, одноранговая и сервисно-ориентированная. К преимуществам распределенной архитектуры можно отнести масштабируемость и отказоустойчивость. Однако, как и у любой системы, есть свои уязвимости и слабые места. Распределенные информационные системы вуза подвержены угрозам безопасности персональных данных из-за уязвимостей в программном и аппаратном обеспечении [5].

Сложность защиты данных систем заключается в том, что из-за территориальной распределенности (рис.) значительно возрастает количество потенциальных точек компрометации. Каждый удаленный узел, канал связи и конечное устройство пользователя представляют собой отдельную поверхность атаки. К возможным угрозам для данных типов систем можно отнести: уязвимость операционной системы и прикладного программного обеспечения, уязвимость протоколов сетевого взаимодействия, вредоносные программы и угрозы типа «Отказ в обслуживании» [6].

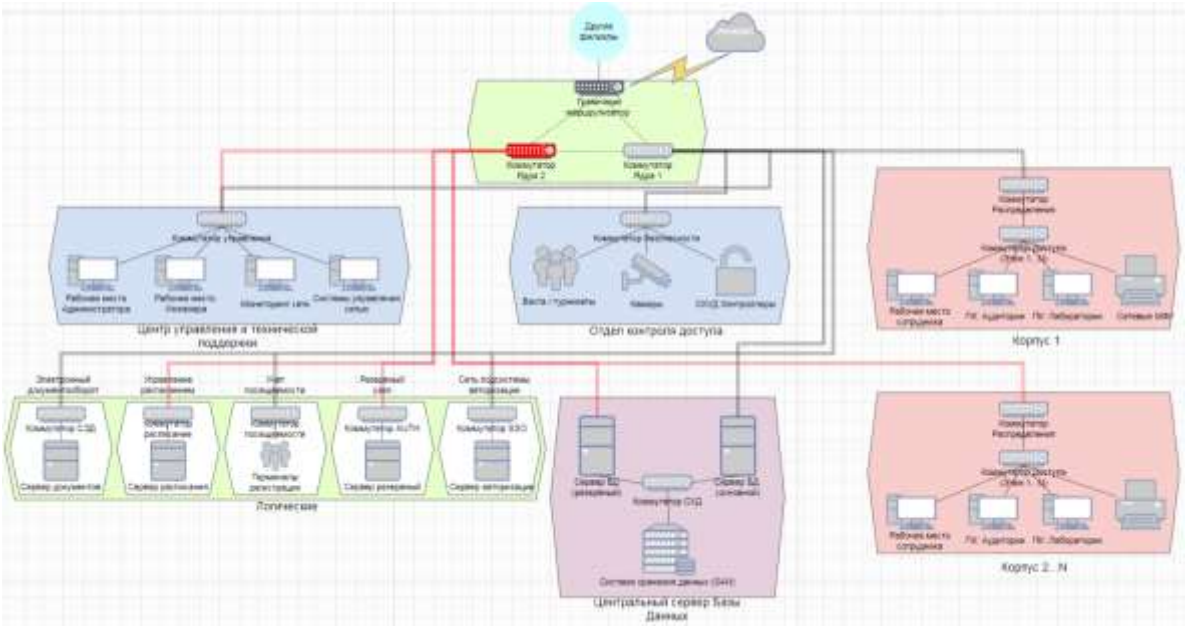


Рис. Типовая структура распределенной информационной системы вуза

Обеспечение конфиденциальности и целостности персональных данных в распределенных средах представляет собой комплексную задачу. Одним из ключевых рисков является фрагментация жизненного цикла данных: персональные данные могут одновременно находиться в процессе обработки на нескольких узлах распределенной системы, реплицироваться между регионами для обеспечения отказоустойчивости или кэшироваться в промежуточных узлах. Дополнительную угрозу представляют утечки данных через интерфейсы прикладного программирования (API). На регуляторном уровне актуальной проблемой остается отставание нормативных требований от темпов технологического развития распределенных сред. Требования приказа ФСБ России № 378 к категорированию информационных систем персональных данных разрабатывались для централизованных архитектур и не учитывают специфику динамически масштабируемых облачных сред [2].

Системы сетевого мониторинга – это комплекс программных и аппаратных средств для отслеживания параметров и работы сети: трафика, полосы пропускания, времени безотказной работы [7]. Основное назначение таких систем заключается в обеспечении высокой доступности и надежности сетевой инфраструктуры. Путем непрерывного отслеживания ключевых параметров системы сетевого мониторинга позволяют администраторам оперативно реагировать на любые отклонения от нормы.

Существует множество методов мониторинга сетевых компонентов [8]. В рамках работы были рассмотрены методы, основанные на сетевых компонентах (мониторинг с помощью RMON, мониторинг с помощью syslog), и методы, основанные не на сетевых компонентах (активный, пассивный и комбинированный мониторинг). Активный мониторинг работает на основе получения сведений от коммутационного оборудования, такими сведениями могут выступать задержка пакетов, потеря пакетов и т.п. Основной командой при активном мониторинге является команда ping. Пассивный мониторинг работает путем контроля одного коммутационного оборудования и собирает информацию только о нем. Пассивный мониторинг является бюджетным вариантом, но имеет недостаток, заключающийся в том, что анализ пакетов может происходить не в реальном времени.

Для мониторинга сетевых компонентов в образовательных учреждениях используют разные протоколы [9]:

– SNMP (Simple Network Management Protocol) – используется для централизованного сбора информации о состоянии сетевых устройств. Позволяет контролировать и передавать информацию о состоянии рабочей техники, генерировать предупреждения и уведомления;

– Syslog – используется для отправки сообщений о событиях (логов) от сетевых устройств на сервер регистрации. Позволяет объединить логи из нескольких источников в одном месте;

– NetFlow – используется для сбора информации об IP-трафике, обрабатываемом сетевыми устройствами. Протокол разработан компанией Cisco Systems;

– JFlow – используется для сбора и анализа данных о потоках сетевого трафика от маршрутизаторов и коммутаторов (реализация Juniper).

При выборе протокола следует руководствоваться требованиями нормативных документов, архитектурой ИСПДн и политиками безопасности учреждения. В частности, требования к защите персональных данных предписывают ведение журналов учета событий безопасности, анализа сетевого трафика и контроля целостности.

Для мониторинга сетевых компонентов в образовательных учреждениях можно использовать как бесплатные, так и платные программы. Выбор зависит от задач мониторинга.

Для бюджетных и малых вузов подойдет такое программное обеспечение как Cacti или же nProbe. Данные системы мониторинга имеют полностью бесплатный стек, покрывающий топологию, метрики и анализ трафика [12].

Для небольших вузов с быстрым внедрением под ключ отлично подойдет система 10-Страйк: Мониторинг Сети PRO из-за низкой стоимости и простоты развертывания [11].

Для крупных университетов с требованиями ФСТЭК подойдут такие программы как Naumen Network Manager и NeDi для углубленного анализа трафика персональных данных [13].

Выбор конкретного программного решения должен основываться на анализе требований к защите персональных данных, архитектуры информационной системы, бюджетных ограничений и квалификации ИТ-персонала образовательного учреждения.

Результаты проведенного исследования демонстрируют, что системы сетевого мониторинга обладают значительным потенциалом для обеспечения безопасности распределенных информационных систем. Внедрение таких решений способствует выполнению требований законодательства о персональных данных, в частности в части ведения журналов учета событий безопасности и контроля целостности каналов передачи информации. Применение систем мониторинга не ограничивается лишь фиксацией инцидентов, но и включает профилактические меры. Хотя данная работа фокусируется на высших учебных заведениях, исходя из анализа нормативно-правовой базы и функциональных возможностей рассмотренных систем, их применение актуально и в других сферах, например, в государственном секторе, финансовой сфере, здравоохранении и крупных распределенных предприятиях.

## Список литературы

1. Памятка по обработке персональных данных образовательными учреждениями. – Текст : электронный // Роскомнадзор : [сайт]. – URL: https://42.rkn.gov.ru/p32466/p32470/ (дата обращения: 06.02.2026).

2. Приказ Федеральной службы безопасности Российской Федерации от 10 июля 2014 г. № 378. – Текст : электронный // Норматив.kontur.ru : [сайт]. – URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=240493 (дата обращения: 13.02.2026).

3. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ (ред. от 24.06.2025) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации». – Текст : электронный // Consultant.ru : [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/41021e09a57b2db1834266a1635d5a7a7a9e7ce9/ (дата обращения: 13.02.2026).

4. Архитектура информационных систем: учеб. пособие / Казан. федерал. ун-т. : [сайт]. – URL: https://kpfu.ru/staff_files/F_1284155032/Arkhitektura_informacionnykh_sistem.pdf (дата обращения: 13.02.2026). – Текст : электронный.

5. Методы обработки информации в территориально-распределенной структурной учебной организации. – Текст : электронный // Информационные технологии : [сайт]. – 2022. – № 4. – URL: https://na-journal.ru/4-2022-informacionnye-tekhnologii/3627-metody-obrabotki-informacii-v-territorialno-raspredelennoi-strukturnoi-uchebnoi-organizacii (дата обращения: 16.02.2026).

6. Справочно-информационная система по защите персональных данных. – Текст : электронный // Zpdn.dzamba.ru : [сайт]. – URL: https://zpdn.dzamba.ru/index.php?page=9&type=4 (дата обращения: 16.02.2026).

7. Управление сетью передачи данных. Ч. 2. – Текст : электронный // Журнал сетевых решений. LAN. – 2014. – № 10. – URL: https://www.osp.ru/lan/2014/10/13043214 (дата обращения: 16.02.2026).

8. Способы мониторинга компьютерных сетей. – Текст : электронный // Молодой ученый. – URL: https://moluch.ru/archive/518/114032 (дата обращения: 16.02.2026).

9. Мониторинг и администрирование сети : учебное пособие ; Урал. гос. пед. ун-т. – URL: https://elar.uspu.ru/bitstream/ru-uspu/29339/1/RSVPU_2019_272.pdf (дата обращения: 13.02.2026). – Текст : электронный.

10. ИСОиП (филиал) ДГТУ : официальный сайт. – Текст : электронный // ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты : [сайт]. – URL: https://www.sssu.ru/ (дата обращения: 19.02.2026).

11. Программа 10-Страйк Мониторинг Сети – система мониторинга серверов и оборудования сети. – Текст : электронный // 10-strike.ru : [сайт]. – URL: https://www.10-strike.ru/network-monitor/ (дата обращения: 22.02.2026).

12. Cacti. – Текст : электронный // Cacti.net : [сайт]. – URL: https://cacti.net/ (дата обращения: 22.02.2026).

13. NeDi find IT. – Текст : электронный // Nedi.ch : [сайт]. – URL: https://www.nedi.ch/ (дата обращения: 22.02.2026).

В начало к содержанию

УДК 687

**И.В. Черунова**[1], **Т.А. Митрохина**[2]
[1]Д-р техн. наук, профессор
[2]Аспирант
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

# РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА ШВЕЙНОГО ИЗДЕЛИЯ НА ОСНОВЕ РЕТРОСПЕКТИВНОГО КОСТЮМА В ЭТНИЧЕСКОМ СТИЛЕ

# DEVELOPMENT OF SEWING PRODUCT DESIGN BASED ON RETROSPECTIVE ETHNIC COSTUME

***Аннотация.*** *В статье представлена разработка дизайна швейного изделия на основе изучения ретроспективного женского скифского костюма в этническом стиле народов, проживающих на территории Нижнего Дона в VII–III вв. до н. э. Показан пример трансформации этнического костюма в современный дизайн продукт-сумки на основе использования метода неонологии, аналогового, ассоциативного методов проектирования в дизайне. Приведена классификация этнического стиля, основные этапы его становления, варианты реализации этнического костюма в дизайн проектирование.*

***Ключевые слова:*** *ретроспективный костюм, этнический стиль, швейное изделие, методы проектирования.*

***Summary***. *The article presents the development of a sewing product design based on the study of a retrospective female Scythian costume in an ethnic style living on the territory of the Lower Don in the 7th-3rd centuries BC. e. An example of the transformation of an ethnic costume into a modern product bag design based on the use of neonology, analog, associative design methods in design is shown. The classification of ethnic style, the main stages of its formation, options for the implementation of ethnic costume in design design design are given.*

***Keywords:*** *retrospective costume, ethnic style, garment, design methods.*

Отражая изменения в социуме, современная мода двигается соответственно темпам преобразований; по этим следам можно увидеть, как менялась значимость тех или иных вещей на протяжении времени. Народное искусство – это художественная коллективная творческая деятельность народа, которая отражает его воззрения на жизнь. Изначально народное искусство было связано с обрядами, религией, трудовой деятельностью и

бытом народа. К нему относятся произведения разных видов, среди них устное творчество, изобразительное, декоративно–прикладное [1]. В современном развитии общества именно музеи декоративно-прикладного искусства становятся тем мостом между сокровищницей прошлого и настоящего, играя ключевую роль в формировании культурных ценностей современного общества. Они не просто хранят артефакты, но и активно вдохновляют на творчество, способствуют формированию критического мышления. В эпоху глобализации и быстро меняющихся технологий музеи позволяют нам прикоснуться к истории, увидеть мир глазами предков и понять, что мы являемся частью непрерывного культурного потока, платформой для диалога между поколениями. Музеи способствуют развитию туризма и экономики, привлекая посетителей, становясь центрами притяжения для инженеров, дизайнеров, ученых и всех, кто интересуется историей и культурой, играя неоценимую роль в формировании культурных ценностей, образовании и развитии общества. Формирование и становление музейной деятельности неразрывно связано с формированием и развитием конкретного этноса и его народным искусством [2]. Народное искусство, или же фолк выходит за рамки одной сферы или дисциплины; это многогранная и яркая область, где творчество не имеет границ. Проживая века, фолк сохраняет идентичность общества, а приспосабливаясь к современным контекстам, сохраняет культурные элементы. В мире глобализации, подверженном быстрым изменениям, фолк сохраняет уникальные традиции благодаря культурной преемственности [3].

В истории существуют два граничащих понятия – фолк и этника. Фолк используется при рассмотрении творчества конкретного народа, тогда как этника может включать в себя черты нескольких народных традиций одновременно. Количество этнических стилей невозможно точно подсчитать, как и количество этносов; по некоторым оценкам, в мире около 3–4 тыс. народов [4].

Народное искусство нашло свое отражение в формировании этнического стиля, который начал складываться только во второй половине XX в., но с тех времен не потерял острую значимость. Несмотря на смещение актуальности от одних национальных традиций к другим, это направление не остается без внимания и сегодня. Этнический стиль не только способствует сохранению и передаче культурного наследия различных народов, но и позволяет выразить самобытные, уникальные особенности каждой этнической группы через стилизацию народного костюма с учетом актуальных трендов. Популяризация этники, этнического стиля помогает сделать доступными для мирового сообщества историю, традиции и ценности разных народов [5]. Для лучшей наглядности на рисунке 1 представлена схема классификации этнического стиля [4].




Рис. 1. Классификации этнического стиля

Этнический стиль базируется на использование народных кодов в интерьерах, образах и конечно костюмах различных этно групп. Во многих странах этнический костюм является символом национальной гордости и неотъемлемой частью культурного наследия, поэтому применение его элементов укрепляет и подчеркивает национальную идентичность. Этнический стиль способствует возрождению и сохранению уникальных ремесленных техник, которые имеют историческую значимость для народа. В XX в. вследствие социальных трансформаций многим народам пришлось отказаться от этнической одежды [5]. Национальный костюм перестал быть востребованным не только в повседневности, но и как один из важнейших символов этничности. Этому способствовало то, что в индустриальном обществе значимое место в культуре повседневности стала занимать одежда как социокультурный феномен, отражая динамизм и изменчивость, реконструкцию прошлого и инновации настоящего.

В последние десятилетия этнический стиль стал одним из самых популярных в дизайне костюма, появляясь как в длинных, так и в коротких модных циклах. Анализируя место этнического стиля в современном дизайне необходимо учитывать взаимосвязь его актуализации с общекультурными процессами, историю формирования в моде, основные признаки, и творческое осмысление разными дизайнерами. На рисунке 2 представлена схема становления этнического стиля [6].




Рис. 2. Этапы становления этнического стиля

Культурные коды, попадая в дискурс дизайна костюма, могут обрести новый контекст и временно потерять связь с породившим их культурным слоем. Но являясь неотъемлемой частью культуры, они не могут полностью утратить следы национального кода, поэтому они сохраняются, и в последующем могут быть трансформированы и использованы. Этническое направление в дизайне костюма может проявляться как способ проявления этнической идентификации, так как он, в первую очередь, показывает традицию не только как музейный экспонат, а как часть культуры, актуальной для человека. В этом аспекте дизайн костюма выступает как инструмент, обладающий возможностью в полной мере презентовать культуру народа и способствовать сохранению и распространению культурного кода, который укрепляет и подчеркивает национальную идентичность [7].

Первым этапом в данной работе выступила задача по ретроспективе женского скифского костюма проживающих на территории Нижнего Дона в VII–III вв. до н. э. На рисунке 3 представлен исторический эскиз и воссозданная модель для Каменского музея декоративно-прикладного искусства и народного творчества [8, 9]. Костюм дополнен  бляшками, массивными браслетами, круглым нагрудным амулетом, височными подвесками из белого металла со стилизованным орнаментом, выполненным в технике чеканки и гравировки, – которые являлись главными украшениями скифских женщин. [9].



Рис. 3. Исторический эскиз и реконструированный женский скифский костюм, проживающих на территории Нижнего Дона в VII–III вв. до н. э.

Костюмный комплекс напрямую связан с переосмыслением и процессом создания исторического образца и техники в одежде – музейных образцов одежды, которые требуют первоначально высокого уровня соот-

ветствия внешних комплексных и детальных решений. Разработка требует важных проектных задач, среди которых – разработка способа идентификации современных материалов, позволяющих воспроизводить первоначально исторически формы, поверхности, требуемые для музейных экспонатов, с дальнейшей идентификацией материалов для художественного переосмысления в современных решениях костюма – все это аспекты комплексных задач индивидуального творческого процесса дизайнера и инженера. Однако достижение устойчивого качества искомого результата требует повышения уровня дизайнерских решений и их максимальной корреции с современным уровнем материаловедения и технологий производства в легкой промышленности.

Следующим этапом работы выступает создание швейного продукта-сумки на основе изучения ретроспективного женского скифского костюма. Основным компонентом выступают ярко подчеркнутые этнические мотивы, которые могут проявляться как в тканях, их расцветках, так видах отделки. В дизайн-проектировании этнические элементы могут выражаться в прямых заимствованиях, или как «цитаты», являющиеся результатом глубокого анализа и переосмысления источника.

В рамках этнического стиля можно выделить некоторые основные направления реализации этно-костюма; схема проиллюстрирована на рисунке 4. При разработке швейного изделия на основе ретроспективного этно костюма в статье применяется частичное использование элементов костюма (фрагменты украшений, отделки), стилизованные национальные элементы (ткань с соответствующим орнаментом).




Рис. 4. Использование этно-костюма в дизайн-проектировании

Актуальность исследования заключается во взаимодействии ретроспективных образцов для музейного пространства и их стилизации, так как «цитирование» элементов костюма в современном прочтении набирает по-

пулярность. В настоящее время в виду устойчивого развития быстрой моды и культа потребления возникает необходимость в создание креативного дизайна, при котором стандартные поиски решений уступают место поиску новаторских, оригинальных и индивидуальных методов. Формирование новых, креативных идей, обращенных к истории и особенностям различных народов, позволяет создавать оригинальные, концептуальные и самобытные дизайны.

При проектировании швейного продукта-сумки в этническом стиле дизайнером исследуется история этноса Нижнего Дона, переосмысливаются и трансформируются в современность элементы народного костюма. Целью разработки швейного изделия  является создание дизайн продукта, неотрывно связанного с историей родного края. Первостепенной задачей дизайнерской деятельности является выбор и исследование творческого источника. В качестве источника вдохновения в данной работе выступает женский костюм скифов проживающих на территории Нижнего Дона в VII–III вв. до н. э. В результате анализа выявляются определенные характерные черты костюма, а именно цвет, декор, фактура материалов, отделка которые с последующим преобразовываются и находят отражение в проектируемой работе.

Для успешной реализации продукта выступают определенные методы проектирования. Метод (от греч. methodos – путь исследования, познания, теория, учение) – совокупность приемов или операций практического или теоретического освоения действительности, подчиненных решению конкретной задачи. В дизайнерском творчестве метод представляет собой совокупность приемов, способов, целесообразных действий, направленных на упорядочение проектного процесса [7]. При проектировании дизайнерского продукта-сумки, вдохновленного реконструируемыми костюмами для Каменского музея декоративно-прикладного искусства и народного творчества, были использованы различные методы проектирования: метод ассоциации, метод аналогии, метод неологии. Метод ассоциации представляет собой трансформацию женского скифского костюма в дизайн продукт (женские сумки). Этот метод обладает наибольшим эффектом, т.к. творческое воображение дизайнера направлено на различные области современного мира. Способность дизайнера к ассоциативному мышлению – основа творчества. Данный метод используется при выборе цвета, фактуры применяемого материала (напр., сумки; рис. 4). Метод аналогий позволяет переосмысливать творческий источник [10], а именно женский скифский костюм и преобразовать его путем трансформаций в новое проектное решение. В процессе работы были заимствованы вышивки на платье и подобраны аналогичные современные ткани с аналогичным геометричным рапортом, как представлено на рисунке 5.



Рис. 5. Пример использования метода ассоциации и аналогии
в проектировании современного изделия
на основе женского скифского костюма

Метод неологии подразумевает использование чужих идей из различных областей передового и зарубежного проектирования, основанный на подражании, использование прототипа без авторской переработки является неприемлемым, корректно заимствование приема, способа или общих черт [11]. Данный метод используется в проектирование ручки сумки, а именно: деревянная ручка сумки и принцип ее крепления были заимствована из коллекции Алены Ахмадулиной 2025 г. [12], как представлено на рисунке 6.



Рис. 6. Пример использования метода неонологии в проектирование современного изделия на основе женского скифского костюма

В разработанном дизайне швейного изделия на основе ретроспективного костюма используемые методы позволяют трансформировать фрагменты музейного экспоната в оригинальные авторские решение, отражающие индивидуальный стиль дизайнера.

На сегодняшний момент использование национальных элементов тех или иных культур не выполняет функцию этнической идентификации и не несут сакральную нагрузку, вследствие чего цитирование той или иной традиции никак не регламентируется [13]. При проектировании изделий включение этнических элементов не ограничивается и может проявляться как отдельными деталями, например, аксессуарами или орнаментальными вставками, так и находить выражение в конструкции или используемых материалах.

Изучение этнического стиля является актуальным с точки зрения развития толерантности по отношению к традициям народов мира [11]. В настоящее время, когда на первый план выходит господство научно-технологического прогресса, дизайнеры все чаще обращают внимание на современное прочтение ретроспективного костюма, способность сохранить этнику своего народа по средствам современного прочтения. Этнический стиль, этника в данной статье акцентируется на исследовании женского скифского костюма народа, проживающего на территории Нижнего Дона в VII–III вв. до н.э. и трансформацию элементов данного костюма в актуальный дизайн сумок, который может быть представлен как в музейных пространствах, так и магазинах аксессуаров. Создание швейного продукта-сумки на основе ретроспективного костюма для музея народного творчества обеспечивает сохранение культурного наследия и повышает вовлеченность аудитории через практическую реализацию.

**Список литературы**

1. Демшина, А.Ю. Мода в контексте визуальной культуры: вторая половина XX – начало XXI вв. – Текст : электронный // ВикиЧтение : [сайт]. – URL: https://culture.wikireading.ru/63224 (дата обращения: 14.02.2026).

2. Гумбольдт, фон Вильгельм. Язык и философия культуры: перевод с немецкого языка / Вильгельм фон Гумбольдттьи. – Москва : Прогресс, 1985. – 451 с. – Текст : непосредственный.

3. Брун, В. История костюма от древности до Нового времени / В. Брун. – Москва : ЭКСМО, 1999. – 464 с. – ISBN 5-85585-394-2. – Текст : непосредственный.

4. Фольклорный стиль в одежде : VPLATE : [сайт]. – URL: https://vplate.ru/stili-odejdy/folklornyj/ (дата обращения: 13.02.2026). – Текст : электронный.

5. Мерцалова, М.Н. Поэзия народного костюма / М.Н. Мерцалова. – Москва : Молодая гвардия, 1988. – 222 с. – ISBN 5-235-00033-1. – Текст : непосредственный.

6. Сафронова, И.Н. Фольклорный мотивы стиль в современном костюме : учебное пособие / И.Н. Сафронова, И.М. Глущенко. – Санкт Петербург : СПГУТД, 2008. – 54 с. – ISBN 978-5-7937-0416-8. – Текст : непосредственный.

7. Дизайн основные положения, виды дизайна, особенности дизайн-проектирования, мастера и теоретики. Иллюстрированный словарь-справочник справ. учебное пособие для студентов архитектурных и дизайнерских специальностей ; Моск. архит. ин-т (Гос. акад.), Г.Б. Минервин [и др.] ; под общ. ред. Г.Б. Минервина и В.Т. Шимко. – Москва : Архитектура-С, 2004. – 283. – ISBN 5-9647-0021-7. – Текст : непосредственный.

8. Костюм скифов. – Текст : электронный // Мир костюма : [сайт]. – 2023. – URL: https://mir-kostuma.com/skify-suit (дата обращения: 17.02.2026).

9. Каменский музей декоративно-прикладного искусства и народного творчества : [сайт]. – URL: https://kamensk-museum.ru/about/potanin.php (дата обращения: 17.02.2026). – Текст : электронный.

10. Кожушко, Д.А. Диалогичность современного костюма: развитие, направления и специфика этнического стиля / Д.А. Кожушко, Я.С. Иващенко. – Текст : непосредственный // Наука и социум: сборник трудов конференции (Новосибирск, 27-30 июля 2016 г.) ; Сибирский институт практической психологии, педагогики и социальной работы. – Новосибирск, 2016. – С. 91–97.

11. Творческая разработка авторских коллекций, как один из основных видов научно-исследовательской работы студентов-дизайнеров / Т.А. Митрохина, Т.М. Рамазанова, М.В. Круглякова // Научная весна – 2024. Технические науки : сб. науч. трудов. Шахты: ДГТУ, 2024. – С. 190–195.

12. Alena Akhmadullina Digatal – Capsule. – Текст : электронный // Alena Akhmadullina : [сайт]. – 2026. – URL: https://alenaakhmadullina.ru /catalog/3d-capsule/?ysclid=mculpvp99x514718468 (дата обращения: 13.02.2026).

13. Свендсен, Л. Философия моды ; пер. с норв. А. Шипунова. – Москва : Прогресс – Традиция, 2007. – 256 с. – Текст : непосредственный.

В начало к содержанию

УДК 621.37

**В.Б. Швец[1], Д.Н. Галушкин[2]**
[1]Магистрант
[2]Д-р тех. наук, профессор
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО ЭТАПА ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И УСТРОЙСТВ

## ANALYSIS OF THE MODERN STAGE OF DESIGNING RADIO ENGINEERING SYSTEMS AND DEVICES

***Аннотация.*** *Область применения радиоэлектронных систем демонстрирует устойчивую тенденцию к расширению. Это приводит к их тотальному проникновению во все сферы деятельности и, закономерно, к существенному росту структурной сложности как самих систем, так и их отдельных компонентов. Усложнение аппаратуры, в свою очередь, ужесточает требования на всех стадиях ее жизненного цикла: от разработки и серийного выпуска до ввода в строй, сервисного обслуживания, утилизации и обновления.*

***Ключевые слова:*** *радиотехнические системы, радиотехнические устройства, аналого-цифровой преобразователь, цифро-аналоговый преобразователь, сверхвысокочастотный диапазон.*

***Summary.*** *The application of electronic systems is steadily expanding. This leads to their widespread penetration into all areas of activity and, consequently, to a significant increase in the structural complexity of both the systems themselves and their individual components. The increasing complexity of equipment, in turn, increases the requirements at all stages of its lifecycle: from development and serial production to commissioning, maintenance, disposal, and upgrades.*

***Keywords:*** *radio engineering systems, radio engineering devices, analog-to-digital converter, digital-to-analog converter, ultra-high-frequency range*

Сфера применения радиотехнических систем (РТС) неуклонно расширяется, что ведет к их повсеместному распространению и, как следствие, к значительному усложнению как самих радиотехнических систем, так и входящих в них комплексов и устройств [1]. Данное усложнение, в свою очередь, ужесточает требования ко всем этапам жизненного цикла РТС – от разработки и производства до эксплуатации, утилизации и возможной модернизации. Особое место в этом цикле занимает проектирование, характеризующееся наибольшей сложностью и ответственностью. Ключевую роль на этом этапе играют математический аппарат и методы математического моделирования [2].

Прогресс в области математического моделирования неоспорим, однако стремительное усложнение радиотехнических систем ставит новую проблему. Темпы разработки документации и подготовки производства приближаются к критической отметке, за которой они рискуют сравняться со скоростью морального устаревания самой техники [1].

Парадокс современного этапа разработки РТС заключается в том, что даже 6-7-летний цикл создания (включающий автоматизированное проектирование, изготовление опытных образцов и запуск серии) не гарантирует качества. В первые годы эксплуатации такие системы неизбежно дают сбои из-за множества скрытых дефектов [1].

Корень проблемы кроется в устаревшем подходе к самому проектированию: доля автоматизированных методов и современных информационных технологий, базирующихся на системном математическом моделировании, остается недопустимо малой.

Как следствие, отставание в средствах моделирования напрямую сдерживает развитие как самих радиотехнических систем, так и технологий их создания [3].

Ключевой вектор развития радиотехники последних десятилетий, в особенности в сфере обработки сигналов, – это планомерный отказ от аналоговых методов в пользу цифровых [4]. Драйверами этого процесса стали фундаментальные открытия в теории цифровой фильтрации и бурный прогресс полупроводниковой электроники. Как итог, в последние двадцать лет доминирующей парадигмой разработки стало применение программируемых сигнальных процессоров и программируемых логических интегральных схем [1].

Типовой блок радиотехнического устройства, выполняющего обработку сигналов представлен на рисунке [1].




Рис. Основные составные части устройства обработки сигналов

Второй блок выполняет три ключевые функции: регулировку усиления, фильтрацию (формирование полосы сигналов) и аналого-цифровое преобразование. Важно отметить, что управление всеми узлами устройства осуществляется цифровыми методами.

Хотя основная нагрузка по обработке сигнала ложится на процессор, именно первые два блока закладывают фундаментальные характеристики системы:

– чувствительность;

– динамический диапазон;

– максимальную полосу обрабатываемых сигналов.

Более того, именно эта часть аппаратуры ограничивает предельно достижимые характеристики РТС в целом [1].

Отсюда вытекает необходимость разрабатывать первые два блока (изображенные на рисунке) в тесной взаимосвязи друг с другом. Важно учитывать, что внутренние сигналы этих блоков имеют аналоговую природу, и лишь на выходе второго блока (после АЦП) сигнал становится цифровым. Таким образом, именно аналого-цифровой преобразователь выступает в роли границы между аналоговой и цифровой частями системы.

Современная аппаратура передачи данных во многом повторяет архитектуру устройств обработки сигналов [4]. Однако между ними есть три ключевых отличия.

Во-первых, кодирование в передатчике реализуется цифровыми методами на уровне программируемого сигнального процессора. Во-вторых, манипуляция параметрами радиосигнала (модуляция) осуществляется аналоговыми узлами, которые, в свою очередь, управляются цифровыми сигналами. В-третьих, уровни мощности на выходе, подаваемые в антенные устройства, на порядки превышают те, что характерны для приемной и обрабатывающей аппаратуры [4, 5].

В последние годы наблюдается резкий рост потребности в разработке радиоустройств сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона. Специфика их проектирования заключается в том, что традиционное разделение на схемотехнический и конструкторско-технологический этапы здесь неприменимо – эти процессы неразрывно связаны [1]. Как следствие, математическая модель такого устройства становится крайне громоздкой, и ее сложность нередко превышает возможности существующих программных средств проектирования.

Таким образом, ключевая особенность современных радиотехнических устройств – тесная интеграция двух разнородных частей:

– аналоговых компонентов, которые непосредственно работают с энергией электромагнитных колебаний (как связанных, так и свободных) [1];

– цифровых компонентов, отвечающих за обработку сигналов и управление всеми узлами устройства.

Вместе с тем, современные радиотехнические устройства, рассматриваемые с точки зрения прохождения сигналов, допускают естественную структурную декомпозицию на три составные части [6]:

– аналоговую;

– цифровую;

– смешанную (аналого-цифровую), включающую АЦП и ЦАП.

Каждый из этих компонентов образует самостоятельное направление проектирования, которое, однако, тесно связано с остальными и отличается присущими только ему особенностями и степенью сложности.

В настоящее время отсутствуют универсальные методы сквозного проектирования, пригодные для моделирования аналоговых трактов радиоустройств. Это связано с высокой сложностью и неоднозначностью физических процессов в аналоговой среде, что крайне затрудняет их математическое описание и приводит к многовариантности решений соответствующих уравнений [5].

На этом фоне наблюдается устойчивая тенденция к стремительному усложнению самих объектов разработки. Данный рост сложности во многом стимулируется прогрессом микро- и наноэлектроники, внедрением новой элементной базы, освоением более высоких частотных диапазонов, а также применением сложных видов модуляции и сигналов.

Существующее программное обеспечение не справляется с задачами большой размерности. На практике это означает, что моделирование современных сложных трактов (особенно СВЧ-диапазона с учетом нелиней-

ных эффектов в установившихся режимах) чаще всего оказывается невыполнимым из-за нехватки вычислительных мощностей [5]. Следовательно, сегодня именно ограниченность средств моделирования аналоговых узлов становится главным тормозом в развитии радиотехнических систем.

Задача проектирования цифровой части радиотехнического устройства, в свою очередь, распадается на два самостоятельных направления:

– разработка модулей, отвечающих за обработку сигналов и кодирование/декодирование информации;

– разработка модулей, реализующих управление всеми компонентами устройства.

Основой для реализации обработки сигналов, как правило, служат серийно выпускаемые компоненты – сигнальные процессоры (DSP) или программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) [1]. Разработка под такие компоненты ведется с использованием специализированных программных средств, которые предоставляются их производителями и полностью поддерживают архитектуру и особенности применяемой элементной базы [4, 5].

Подсистема управления компонентами радиоустройства может быть реализована на базе:

– программируемых контроллеров;

– программируемых логических интегральных схем (ПЛИС);

– процессоров общего назначения.

Кроме того, в ней используются стандартизованные интерфейсы, обеспечивающие взаимодействие с управляемыми компонентами [7].

Особое место в структуре радиотехнического устройства занимают компоненты аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования сигналов (АЦП и ЦАП). Именно качество этих преобразований непосредственно определяет итоговые показатели устройства и задает предельно достижимый уровень характеристик всей радиотехнической системы.

Разработка аналого-цифровых преобразователей и цифро-аналоговых преобразователей ведется с использованием средств схемотехнического проектирования, поскольку эти устройства по своей природе рассматриваются в первую очередь как аналоговые компоненты.

На современном этапе технологии их создания сталкиваются с рядом проблем [7]:

– при уменьшении длины затвора транзисторов ниже 100 нм существующие модели полупроводниковых приборов (например, BSIM 4) теряют адекватность, что резко снижает эффективность инструментов проектирования;

– остро стоит вопрос калибровки преобразователей, который до сих пор не потерял актуальности.

Таким образом, проведенный анализ позволяет заключить, что ограниченность средств моделирования аналоговых трактов сегодня выступает одним из главных сдерживающих факторов в развитии радиотехнических устройств и систем.

**Список литературы**

1. Радиотехника : энциклопедия ; под ред. Ю.Л. Мазора, Е.А. Мачусского, В.И. Правды. – 2-е изд. – Москва : Издательский дом Додэка-XXI, 2010. – 922 с. – ISBN 5-94120-012-9. – Текст : непосредственный.
2. Радиоэлектронные системы : Основы построения и теория: справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. ; под ред. Я.Д. Ширмана. – Москва : Радиотехника. – 2007. – 512 с. – ISBN 5-88070-112-3. – Текст : непосредственный.
3. Кожевников, А.М. Состояние и проблемы оптимального проектирования радиоэлектронных средств / А.М. Кожевников. – Текст : непосредственный // Новые информационные технологии в автоматизированных системах : Науч.-техн. журн. – Москва : НИУ ВШЭ. – 2004. – № 7. – С. 91–105.
4. Дингес, С.И. Радиопередающие устройства систем связи с подвижными объектами : учебное пособие / С.И. Дингес – Москва : МТУСИ, 2014. – 36 с. – Текст : непосредственный.
5. Шахгильдян, В.В. Радиопередающие устройства : учебник для вузов / В.В. Шахгильдян, В.Б. Козырев, А.А. Ляховкин [и др.] ; под ред. В.В. Шахгильдяна. – 3-е изд., перераб и доп. – Москва : Радио и связь, 2003. – 560 с. – ISBN 5-256-01237-1. – Текст : непосредственный.
6. Цифровая обработка сигналов в многофункциональных радиолокаторах : методы, алгоритмы, аппаратура / Н.И. Авдеев [и др.] ; под ред. Г.В. Зайцева. – Москва : Радиотехника, 2015. – 371 с. – ISBN 978-5-93108-098-7 – Текст : непосредственный.
7. Жигалов, И.Е. Теория и методы автоматизированного функционально-схемотехнического проектирования нелинейных радиотехничсеких устройств : специальность 05.13.12 «Системы автоматизации проектирования (по отраслям)» : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Илья Евгеньевич Жигалов ; Московский авиационный институт. – Москва, 1997. – 412 с. – Текст : непосредственный.

В начало к содержанию

УДК 656.025.2
**И.А. Шарапов[1], Н.А. Овчинников[2]**
[1]Студент
[2]Доцент
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ г. Шахты

## ПОВЫШЕНИЕ ДОСТУПНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДСКИХ ПАССАЖИРСКИХ МАРШРУТОВ Г. ШАХТЫ

## INCREASING THE ACCESSIBILITY OF THE TRANSPORT INFRASTRUCTURE OF URBAN PASSENGER ROUTES IN SHAKHTY

***Аннотация.*** *Приведен анализ сведений о социальной и экономической значимости развития транспортной инфраструктуры г. Шахты. Произведена оценка территориальной доступности инфраструктуры остановочных пунктов на маршруте № 34 «Центр-Гидропривод» г. Шахты. Предложен проект поэтапного совершенствования и повышения территориальной доступности качественных остановочных пунктов, соответствующих нормативным требованиям.*

***Ключевые слова:*** *транспортная инфраструктура, общественный транспорт, пассажирский маршрут, остановочный пункт, территориальная доступность.*

***Summary.*** *The analysis of information on the social and economic importance of the development of the transport infrastructure of Shakhty is presented. An assessment was made of the territorial accessibility of the infrastructure of the stops on route No. 34 «Center-Gidroprivod» in Shakhty. A project has been proposed to gradually improve and increase the territorial accessibility of high-quality stopping points that meet regulatory requirements.*

***Keywords:*** *transport infrastructure, public transport, passenger route, bus stop, territorial accessibility.*

Задачи по повышению доступности маршрутной сети городского пассажирского транспорта населением города Шахты полностью отражают идею и вектор развития инфраструктурных проектов регионов Российской федерации [1], озвученной Президентом в послании Федеральному Собранию Российской Федерации 21.04.2021г. В частности, отмечено «Инфраструктурные проекты регионов должны быть реализованы прежде всего в интересах людей, служить инвестициями в создании новых рабочих мест, в рост благополучия миллионов российских семей, в будущее наших детей. Приоритетами станут автомобильные дороги, обходы городов, обновление систем жилищно-коммунального хозяйства и общественного транспорта, комплексное развитие территорий и создание объектов туристической индустрии».

Улучшение качества городской среды за счет повышения доступности маршрутной сети городского пассажирского транспорта населением города Шахты полностью соответствует цели «Комфортная и безопасная среда для жизни» [1], закрепленной в Указе Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» для осуществления прорывного развития Российской Федерации, увеличения численности населения страны, повышения уровня жизни граждан, создания комфортных условий для их проживания, а также раскрытия таланта каждого человека.

В Стратегии пространственного развития РФ на период до 2025 г. (утверждена распоряжением Правительства РФ № 207-р от 13.02.2019) в главе VI Основные направления пространственного развития Российской Федерации обозначены следующие положения по достижению целей:

– за счет обеспечения согласованного планирования развития всех видов транспорта и транспортной инфраструктуры на территориях субъектов Российской Федерации;

– развития транспорта общего пользования, в том числе линий скоростных внеуличных видов транспорта, пригородного сообщения, и оптимизации маршрутной сети;

– за счет совместного планирования развития транспортной инфраструктуры, дорожного движения и транспортного обслуживания населения муниципальными образованиями, входящими в крупные городские агломерации и крупнейшие городские агломерации.

Социальная значимость. Транспортная инфраструктура города обеспечивает условия для его экономического роста, качества жизни населения.

Доступ населения города к качественным и безопасным транспортным услугам определяет значимость развития и работы бизнеса, производства и социальной сферы. Объемные показатели транспортного обслуживания населения напрямую влияют на расширение реализации экономических связей как внутри города, так и за его пределами, а также на возможность перемещения всех слоев населения для удовлетворения социальных и производственных потребностей [2].

Технологическая и географическая доступность транспортных услуг определяет приоритеты территориального развития социальной и экономической сферы.

В пассажирском сообщении стоимость перевозок ограничивает возможности для поездок населения, а в некоторых случаях для определенной категории людей с невысоким доходом делает эти поездки недоступными. Снижение стоимости пассажирского сообщения, имеет большое социальное и экономическое значение, а любое повышение приводит к росту социальной напряженности или оттоку пассажиров. Поэтому неизбежное повышение стоимости проезда должно приводить к ощутимому и заметному повышению качества и безопасности пассажирского транспортного обслуживания [1].

Новизна предложения. Заключается в принципиально-новом подходе к обновлению и совершенствованию транспортной инфраструктуры на городских маршрутах общественного пассажирского транспорта. Так предлагается, с согласия населения города и администрации реализовать систему совокупного подхода к формированию целевого бюджета развития транспортной инфраструктуры городских маршрутов общественного пассажирского транспорта. В качестве рабочего варианта согласовать следующий сценарий: 1 % стоимости проезда по конкретному маршруту от каждого пассажира попадает в так называемый «фонд маршрута», но при условии, что администрацией города в этот же фонд будет добавлена эквивалентная сумма той, что уже собрана населением. В последующем, по мере накопления достаточных резервов, средства фонда начинают расходоваться на конкретные мероприятия по конкретному маршруту. Для реализации проекта выбран маршрут № 34 «Центр-Гидропривод» г. Шахты, рисунок 1.

В отношении территориальной доступности остановочных пунктов на маршруте № 34 «Центр-Гидропривод» [3] можно сказать, что все остановочные пункты на маршруте находятся в кратчайшем расстоянии от крупных объектов, что позволяет населению г. Шахты беспрепятственно воспользоваться транспортными услугами, рисунок 2.

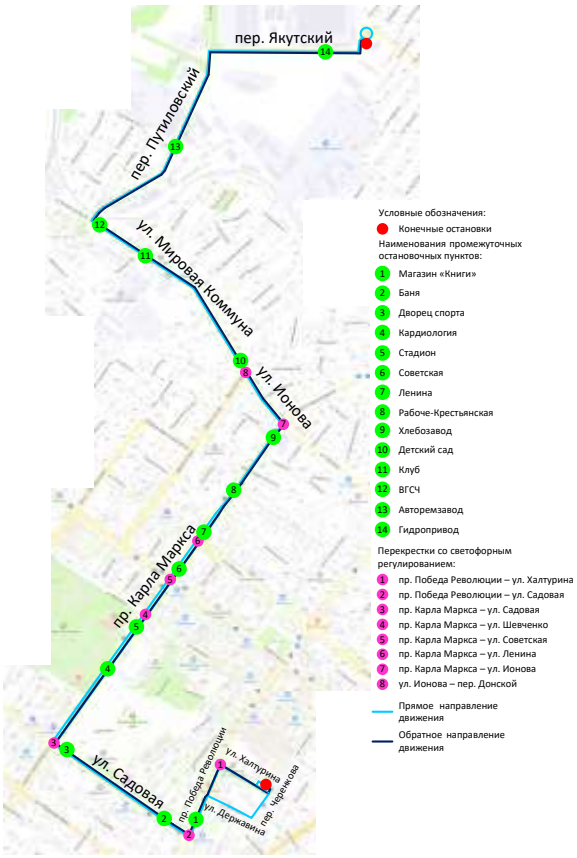



Рис. 1. Схема маршрут № 34 «Центр-Гидропривод» г. Шахты

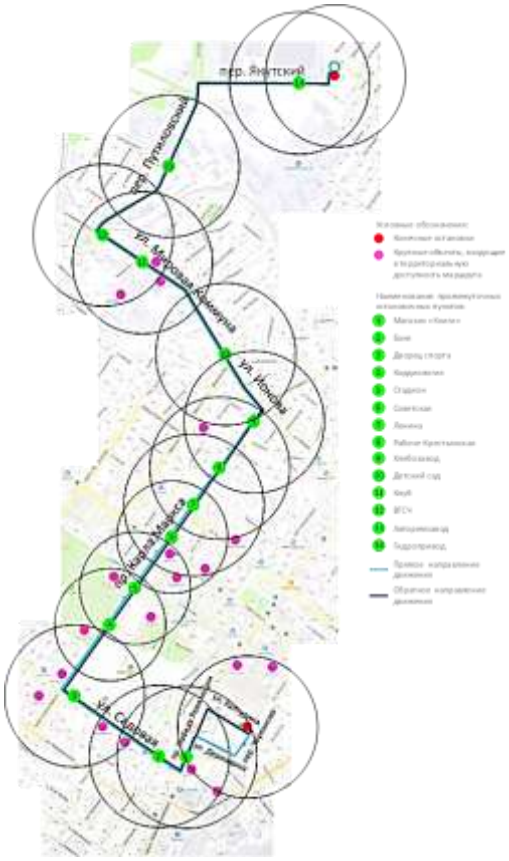



Рис. 2 .Территориальная доступность остановочных пунктов на маршруте № 34 «Центр-Гидропривод» г. Шахты

План реализации проекта.

1 этап: проведение социальных опросов населения и пользователей городского пассажирского транспорта о возможных сценариях совершенствования и развития транспортной инфраструктуры городских маршрутов.

Оценка и систематизация факторов, оказывающих существенное влияние на уровень загрузки маршрутной сети городского пассажирского транспорта г. Шахты.

Анализ тенденций развития городского пассажирского транспорта г. Шахты.

Анализ объемов городских пассажирских перевозок по данным обследованного пассажиропотока в г. Шахты.

Оценка и систематизация факторов, оказывающих существенное влияние на уровень загрузки маршрутной сети городского пассажирского транспорта г. Шахты.

2 этап: формирование, по результатам социальных опросов населения и пользователей городского пассажирского транспорта соглашения между компаниями-перевозчиками пассажиров по городским маршрутам общественного пассажирского транспорта и администрацией города Шахты о создании фонда целевого бюджета развития транспортной инфраструктуры городских маршрутов.

3 этап: оценка и систематизация факторов, оказывающих существенное влияние на уровень загрузки маршрутной сети городского пассажирского транспорта г. Шахты.

Оценка качества транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом по маршрутам регулярных перевозок (на примере одного из ключевых маршрутов г. Шахты).

4 этап: оценка соответствия оснащенности остановочных пунктов нормативным требованиям. Выбор вариантов и определение типового по исполнению и стоимости варианта остановочного павильона и дополнительного оборудования для его оснащения.

5 этап: апробация предложений по оснащению промежуточных остановочных пунктов маршрута № 34 «Центр – Гидропривод» и их доведение до нормативных показателей согласно требований ОСТ 218.1.002-2003 «Автобусные остановки на автомобильных дорогах» и Распоряжения Министерства Транспорта Российской Федерации от 31 января 2017 г. № НА-19-р Социальный стандарт «Оценка качества транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом по маршрутам регулярных перевозок» средствами целевого бюджета развития транспортной инфраструктуры городских маршрутов общественного пассажирского транспорта.

6 этап: оценка эффективности ее применения.

Оценка эффективности применения предложений для городов с различными схемами улично-дорожной сети и корректировка рабочих сценариев развития.

Ожидаемые результаты – количественные показатели: 14 промежуточных остановочных пунктов городского пассажирского маршрута № 34 «Центр – Гидропривод» г. Шахты совершенствованных и доведенных до нормативных требований благодаря созданию фонда целевого бюджета развития транспортной инфраструктуры городских маршрутов.

Повышение результата удовлетворенности населения качеством транспортной инфраструктуры на городском пассажирском маршруте не менее 20 % (независимое исследование).

Ожидаемые результаты – качественный показатели: уровень удовлетворенности пассажиров качеством транспортной инфраструктуры городских маршрутов, доведенных до нормативных требований.

Данный проект относится к инфраструктурным проектам регионов в сфере общественного транспорта и комплексного развития территорий, следовательно, он служит росту удовлетворенности, безопасности и благополучия населения города.

Возможность тиражирования проекта в других субъектах Российской Федерации или на международном уровне: тиражирование возможно и будет решено через апробацию предложений для условий г. Шахты и оценку их эффективности для городов с различными схемами улично-дорожной сети и корректировка рабочих сценариев развития.

## Список литературы

1. Овчинников, Н.А. Обзорный анализ работ по исследованию параметров и основных характеристик городского пассажирского транспортного обслуживания населения / Н.А. Овчинников, Е.А. Качканогова, Ю.В. Губарева. – Текст : непосредственный // Научная весна – 2023. Технические науки : сборник научных трудов : науч. изд., Шахты, 15–19 мая 2023 года ; Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты. – Шахты: ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2023. – С. 208–214.

2. Овчинников, Н.А. Оценка эксплуатационных показателей работы общественного транспорта на городских пассажирских регулярных маршрутах г. Шахты / Н.А. Овчинников, Е.А. Качканогова. – Текст : непосредственный // Научная весна – 2024. Технические науки : Сборник научных трудов ; Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 13–17 мая 2024 года. – Шахты : Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты 2024. – С. 215–220.

3. Овчинников, Н.А. Оценка доступности маршрутной сети городского пассажирского транспорта населением Г. Шахты / Н.А. Овчинников, Е.А. Качканогова, Ю.В. Губарева. – Текст : непосредственный // Научная весна – 2022. Технические науки : Сборник научных трудов: научное электронное издание, Шахты, 16–20 мая 2022 года ; Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты. – Шахты: Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2022. – С. 259–265.

В начало к содержанию