



**ИНСТИТУТ
АРХИТЕКТУРЫ И
СТРОИТЕЛЬСТВА**

Волгоградский государственный
технический университет

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Волгоградский государственный технический университет

СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Сборник трудов I Вузовской научно-технической
конференции молодых исследователей,
10-12 февраля 2026 г., Волгоград



© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет», 2026
© Авторы статей, 2026

Волгоград. ВолгГТУ. 2026

УДК 614.8(063)
ББК 68.9я431
С568

Члены редколлегии:

О.С. Власова, кандидат технических наук, доцент кафедры пожарной безопасности и защиты в чрезвычайных ситуациях (ПБиЗЧС) ИАиС ВолгГТУ;
Е.А. Калюжина, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве ИАиС ВолгГТУ;
Е.А. Нетепа, ассистент кафедры ПБиЗЧС ИАиС ВолгГТУ;
П.А. Колтырина, лаборант кафедры ПБиЗЧС ИАиС ВолгГТУ;
С.П. Петрова, лаборант кафедры ПБиЗЧС ИАиС ВолгГТУ

С568 **Современные вопросы техносферной безопасности [Электронный ресурс]:** сборник трудов I Вузовской научно-технической конференции молодых исследователей, 10—12 февраля 2026 г., Волгоград / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Волгоградский государственный технический университет. — Электронные текстовые и графические данные (4,9 Мбайт). — Волгоград : Изд-во ВолгГТУ, 2026. — Электронное издание локального распространения. 1 электрон.-опт. диск (CD-R). Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; 2-скоростной дисковод CD-ROM; Adobe Reader 6.0. Загл. с этикетки диска.

ISBN 978-5-9948-5300-9

Представлены материалы исследований молодых ученых, проводимых в различных областях безопасности по следующим направлениям: техносферная и пожарная безопасность; экологическая безопасность; информационная безопасность, комплексная безопасность на транспорте; безопасность при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

Для научных работников, преподавателей вузов, соискателей, аспирантов, магистрантов, студентов.

УДК 614.8(063)
ББК 68.9я431

ISBN 978-5-9948-5300-9



**ВОЛГОГРАДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

©Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», 2026 г.
©Авторы статей, 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЖАРНАЯ И ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Алексеев А.А. Применение больших языковых моделей для идентификации опасных производственных объектов.....	7
Ахмадов В.К. Анализ эффективности современных огнезащитных материалов.....	10
Ахмадов В.К., Хорзова Л.И. Тушение пожаров в резервуарах с хранением жидкостей.....	14
Беликов С.А. Особенности промышленной безопасности на опасном объекте газодобывающей отрасли.....	18
Беликов С.А. Особенности промышленной безопасности сеноманской залежи.....	22
Бобровский И.К., Шоронов В.Ю. О воздействии на текстильные материалы, подвергшиеся химической нагрузке, опасных факторов пожара.....	24
Вепренцев С.С. Оценка эффективности мероприятий по снижению последствий аварий на складах хранения сниженных углеводородов.....	27
Вепренцев С.С. Повышение уровня техносферной безопасности складов хранения СУГ в условиях повышенной социальной уязвимости.....	30
Вепренцев С.С., Хохлачев М.О., Беликов С.А. Источники и механизмы возникновения пожаров и чрезвычайных ситуаций на складах хранения сжиженных углеводородных газов.....	34
Власова О.С., Хохлачев М.О., Клименти Н.Ю. Анализ источников зажигания в технологических системах насосной перекачивающей станции.....	37
Войтюк А.А., Игнаткина Д.О., Геращенко А.А. Обеспечение пожарной безопасности объекта, имеющего отклонения от нормативных требований в области пожарной безопасности.....	40
Гарбузов Д.Р. Пути снижения веса дыхательных аппаратов для пожарных.....	44
Герасименко Н.М., Рогозин Ю.О. Взаимосвязь индивидуальных факторов и реализации опасных событий: статистический анализ.....	47
Геращенко А.А., Игнаткина Д.О., Власова О.С. Оценка факторов аварийности, травматизма и действия персонала ООП «Топливное хозяйство ТЭЦ».....	50
Геращенко А.А., Игнаткина Д.О., Власова О.С. Комплексный подход к пожарной безопасности мазутных хозяйств: от анализа рисков до инновационных решений...	53
Геращенко А.А., Игнаткина Д.О., Власова О.С. Причины и факторы, способствующие возникновению и развитию аварий на участках магистрального газопровода	55
До Тхань Хынг, Шушпанов А.Н. Определение содержания активного алюминия для безопасности производства высокоэнергетических материалов.....	59
Добринская А.А., Никифоров И.М., Прокопов А.М. Пожарный гидрант как основной элемент системы противопожарной безопасности.....	63
Игнаткина Д.О., Войтюк А.А., Геращенко А.А. Обоснование противопожарной защиты при реконструкции объекта здравоохранения.....	66
Колотева А.А. Анализ пожарной опасности современных теплоизоляционных материалов, применяемых в строительстве жилых и общественных зданий.....	71
Колотева А.А. Обеспечение пожарной безопасности автозаправочных станций.....	74
Колтырина П.А., Родимина М.А. Современные подходы и технологии тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ на промышленных объектах....	77
Колтырина П.А., Хорзова Л.И. Влияние автоматических систем пожаротушения на снижение ущерба от пожаров на промышленных объектах.....	80
Костецкая О.В., Блыщ А.А. Комплексный подход к решению проблем охраны труда и снижению травматизма на предприятии.....	83

Красилюк Р.С. Совершенствование мероприятий по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на опасном производственном объекте по производству каустической соды.....	86
Кривцов Н.Р. Оптимизация системы реагирования на технологические аварии на объектах нефтепереработки.....	89
Моисеенко М.А. Разработка организационно-тактических мероприятий по ликвидации чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах по производству промышленных газов.....	92
Моисеенко М.А. Обеспечение промышленной безопасности на предприятиях по производству промышленных газов: анализ техногенных рисков.....	94
Петров Р.Ю. Вторичные взрывы на производственных объектах при срабатывании легкобросываемых конструкций.....	96
Поляков М.А. Анализ возможных причин возникновения пожаров на объектах гостиничных комплексов.....	99
Пономарев В. С. Разработка методики совершенствования пожарной безопасности на основе оптимизации организационно-управленческих ресурсов.....	102
Пономарев В.С. Совершенствование системы пожарной безопасности трубопроводных производств: от реактивной модели к комплексному риск-ориентированному управлению.....	105
Прокофьев С.А. Анализ возможных причин возникновения пожаров в объектах лечебных учреждений.....	109
Рассадинов Д.Н., Романюк Е.В. Методика испытаний огнепреградителей на способность локализовать пламя.....	112
Родимица М.А. Аммиачные холодильные установки: типичные ЧС и меры предотвращения утечек.....	115
Рубцов В.В., Рассадников Д.Н. Многомодальный подход к эшелонированной защите нефтебаз от воздействия БПЛА.....	118
Рудченко Г.И., Колтырина П.А. Технологическая ловушка: анализ пожарных рисков и проблем эвакуации животных в роботизированных доильных залах «Карусель».....	121
Рудченко Г.И., Колтырина П.А. Эволюция пожарной опасности на объектах молочного скотоводства: от конструктивных рисков к технологическим вызовам.....	124
Семернин Е.В. Моделирование спасательного жилета, интегрированного со страховочными привязями для аварийно-спасательных работ.....	127
Сиволобова П.Р. Повышение надёжности и безопасности на опасных производственных объектах АО «Транснефть – ГПС ПСП Волгоград»: современные подходы и перспективы.....	131
Сиднева Д.А. Особенности обеспечения пожарной безопасности на объектах нефтегазового комплекса.....	133
Соколова М.В., Хохлачев М.О., Клименти Н.Ю. Многофакторный анализ условий, способствующих возникновению аварий на объектах нефтепроводного транспорта.....	135
Стрельченко Д.Д. Обоснование модернизированного трехходового разветвления... ..	139
Стрельченко Д.Д. Экспериментальные исследования гидравлических характеристик модернизированного трехходового разветвления.....	143
Тафинцев Н.Д. Автоматизированные системы раннего обнаружения пожара в геронтологических центрах: критерии выбора и эффективность.....	149
Тафинцев Н.Д. Моделирование эвакуации пожилых людей с ограниченной мобильностью: учёт психофизиологических особенностей.....	152
Текушин Д.В., Хохлачев М.О. Аварийность магистрального нефтепроводного транспорта: сравнительный анализ и пути повышения промышленной безопасности	155

Тужилова К.В. Анализ экономических издержек и путей повышения эффективности финансирования замены медицинских комплектов.....	159
Тужилова К.В. Финансовое бремя оснащения средствами неотложной помощи: анализ издержек и повышение экономической выгоды мероприятий по обеспечению безопасности в России (2020–2025).....	162
Турицын И.Д. Повышение эффективности мер по ликвидации аварийных ситуаций на металлургических предприятиях.....	165
Щеглова Ю.А., Маширова А.Ю., Джумашева А.А. Комплексная реабилитация сотрудников МЧС.....	168
Щеглова Ю.А., Маширова А.Ю., Джумашева А.А. Оценка последствий техногенных чрезвычайных ситуаций в Астраханской области.....	171
Щербак И.Д., Кандауров Н.И., Никитин А.Г. Беспилотные авиационные системы в системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.....	174

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Аликов А.В. О перспективах развития гиперлокального мониторинга мелкодисперсной пыли в атмосфере урбанизированных территорий бюджетными сенсорными датчиками	178
Галанов В.В., Жупанова А.И. Автоматика безопасности в теплоэнергетике.....	181
Галанов В.В., Жупанова А.И. Экологическая безопасность в теплоэнергетике.....	184
Гнездилов П.С. Снижение экологической нагрузки на окружающую среду за счет использования количественного регулирования в системах теплоснабжения.....	188
Гурьев О.А., Жупанова А.И. Экологические преимущества энергоэффективной модернизации систем теплоснабжения жилых и общественных зданий.....	190
Гусев А.Р. Оценка эффективности золоулавливания в аппаратах газоочистки ТЭС....	193
Долгополов Д.А. Экологическая безопасность горно-обогатительных предприятий: опыт «KAZ MINERALS AKTOGAY».....	196
Душкин В.Д., Добринская А.А. Инновации в области экологической безопасности водоснабжения и водоотведения.....	198
Жупанов А.И., Обиднов И.А., Субботин Я.А. Экологические риски при эксплуатации газового оборудования и меры по их снижению.....	201
Ивко А.Н. К вопросу об особенностях оценки выбросов пылевых частиц от солеотвалов горнодобывающих предприятий.....	204
Ковалев К.А., Невзоров Н.Ю. Использование возобновляемых источников энергии в системах теплоснабжения: экологические и энергетические аспекты.....	206
Линтруп Н.О., Таскаева А.А. Современные технологии утилизации отходов 1-4 классов опасности.....	209
Обиднов И.А., Субботин Я.А., Жупанов А.И. Углеродный след теплоэнергетических предприятий.....	212
Серикова А.Д. Современные вопросы экологической безопасности (на примере Павлодарской области).....	215
Степанов С.И. Изменение вещественного состава лессовых пород при длительном обводнении в связи с экологической безопасностью гидромелиоративного освоения земель.....	218
Субботин Я.А., Жупанов А.И., Обиднов И.А. Энергоэффективность и экологическая безопасность газового отопления жилых зданий.....	221
Таскаева А.А., Линтруп Н.О. Роль водородной энергетики в снижении экологической нагрузки систем газоснабжения.....	224
Толстых Е.С. Влияние несанкционированных свалок на окружающую среду в городе Елец.....	227
Федорова А.А. Особенности использования конденсационных газовых котлов.....	230

Филатов В.А. Современные проблемы учета экологических требований при разработке проекта производства работ.....	234
Шероварченко С.С. Экспериментальное исследование параметров аспирационных систем	237
Щербакова О.В., Жевненко В.Д. Защита окружающей среды при перегрузке глинозема в морском порту Находка.....	240
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	
Алексеев А.В., Семенов Д.Е. Использование искусственного интеллекта в мониторинге информационной безопасности.....	243
Дьякова В.Н., Горбатова Ю.В. Тенденции применения технологий информационной безопасности в современных мессенджерах.....	246
Подкуйко А.С., Чанкина В.А. Информационная безопасность как фактор экономической устойчивости предприятия.....	249
КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ	
Глиневский Е.С. Экспертная оценка как инструмент повышения безотказности тормозных механизмов.....	252
Гузеева В.Ю., Мочалина М.В. Социально-экономические аспекты целесообразности изменений системы подготовки водителей транспортных средств основам оказания первой помощи.....	255
Давыдова А.В. Безопасность на транспорте при посещении памятных мест.....	259
Рыжов А.Д. Влияние технического состояния лакокрасочного покрытия на безопасность автотранспортных средств.....	262
БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	
Горбатова Ю.В., Борисов М.А. Интеллектуальный координатор строительных процессов.....	265
Кокарев Д.А. Устройство для обеспечения безопасной среды на строительной площадке при проведении работ по замене перекрытий в зданиях с кирпичными стенами	268
Костецкая О.В., Блыщ А.А. Комплексный подход к решению проблем охраны труда и снижению травматизма на предприятии.....	272
Малюта С.И. Перспективные технические решения защитных ограждений.....	275
Скупов А.С. Безопасность при строительстве и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры.....	277
ОБЩИЕ ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ	
Десятниченко Е.В. Благоустройство общественных территорий в условиях городской застройки.....	280
Петрянкина М.М. Мобильная безопасность людей старшего возраста в контексте цифровизации городского транспорта: оценка экспертов (на примере г. Волгограда)	284
Шириазданова Р.Р. Оптимизация эксплуатации коттеджных посёлков.....	287

УДК 004.8:331.45

ПРИМЕНЕНИЕ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Алексеев А.А. (МАГ-Т-624)

Научный руководитель – к.т.н., доц. кафедры ЭТПЭБ Отрубянников Е.В.
ФГБОУ ВО РГУ им. А.Н. Косыгина

Аннотация: в работе рассматриваются возможности и ограничения применения больших языковых моделей при реализации требований нормативных актов в промышленной безопасности на примере идентификации опасного производственного объекта. Показано, что языковые модели могут использоваться для анализа нормативной и технической документации и подготовки рекомендаций, однако их применение на юридически значимых этапах не определено действующим законодательством и требует участия человека.

Ключевые слова: большие языковые модели, искусственный интеллект, промышленная безопасность, идентификация ОПО.

В условиях цифровизации промышленной безопасности растёт интерес к применению искусственного интеллекта, в частности больших языковых моделей (LLM, Large Language Models), для поддержки выполнения нормативных требований [1]. Вместе с тем их интеграция в критически важные процессы связана с существенными рисками, обусловленными ограниченной надёжностью, точностью и отсутствием формализованного доверия. Исследования показывают, что существующие методы тестирования языковых моделей не обеспечивают проверки корректного следования нормативам и адекватного анализа рисков [2], а правовая ответственность за решения, принятые с их участием, остаётся неурегулированной. В связи с этим принципиально важно определить этапы обеспечения промышленной безопасности, на которых применение языковых моделей допустимо, и области, где по нормативным и ответственным причинам необходимо обязательное участие человека.

Процедура идентификации опасного производственного объекта представляет собой нормативно регламентированный процесс сопоставления характеристик объекта или технологической установки с установленными критериями опасности, закреплёнными в федеральных законах и подзаконных актах. Базовым документом является Федеральный закон № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [3], обязывающий эксплуатирующую организацию самостоятельно определить наличие признаков опасности с учётом характеристик оборудования, технологий и опасных веществ. Порядок такой идентификации и регистрации ОПО конкретизирован приказом Ростехнадзора № 471 от 30.11.2020 [4], согласно которому формируются сведения, характеризующие ОПО, включая его наименование, признаки и класс опасности. Корректность идентификации и присвоения класса опасности проверяется Ростехнадзором при внесении объекта в государственный реестр ОПО.

Действующие нормы возлагают ответственность за идентификацию и классификацию ОПО на специалистов организации и инспекторов Ростехнадзора, а автоматизация допускается лишь в качестве вспомогательного инструмента. Юридически значимые решения, включая отнесение объекта к ОПО и подтверждение класса опасности, требуют подтверждения уполномоченным лицом [4] и не могут приниматься автономными интеллектуальными системами – действующее законодательство Российской Федерации не предусматривает самостоятельную юридическую силу решений, принятых такого рода системами, и рассматривает его лишь как средство поддержки эксперта. В то же время ведётся развитие регулирования в форме регуляторных песочниц (258-ФЗ) и обсуждения профильного закона, а международный опыт, в частности EU AI Act (2025) [5], может служить ориентиром для поэтапного и контролируемого использования языковых моделей под управлением человека (human-in-the-loop) [6].



Рис. 1. Сравнение традиционного процесса идентификации ОПО и процесса с применением больших языковых моделей: зелёный цвет – допустимо использование языковых моделей, желтый цвет – ограниченное использование под контролем человека, красный цвет – невозможно использование языковых моделей.

Указанные нормативные ограничения напрямую определяют архитектуру возможной автоматизации процесса идентификации ОПО. Сравнение традиционного подхода и подхода с применением языковой модели (Рисунок 1) показывает, что все этапы процесса сохраняют свою структуру и последова-

тельность, однако перераспределяются функции между человеком и автоматизированной системой. Традиционно все этапы выполняются специалистом вручную, что характеризуется высокой трудоёмкостью, значительной зависимостью от индивидуального опыта эксперта и ограниченной воспроизводимостью результатов, особенно при работе с большими массивами нормативной и технической информации.

В новом подходе все аналитические и подготовительные операции, включая обработку нормативных актов, извлечение данных из проектной и технической документации, выявление формализованных признаков опасности и формирование предварительных рекомендаций и заполненных шаблонов документов, выполняются с использованием языковых моделей. При этом интерпретация результатов, экспертная оценка корректности выводов и принятие окончательных решений остаются в зоне ответственности человека, что реализует принцип *human-in-the-loop* и предотвращает подмену экспертного суждения алгоритмическими выводами.

Отдельным элементом на рисунке 1 показана граница юридически значимых решений, ниже которой использование языковых моделей недопустимо в силу нормативных ограничений. Принятие решений, подписание документов и взаимодействие с органами государственного надзора остаются исключительной функцией человека и не подлежат делегированию. Тем самым схема демонстрирует, что внедрение языковых моделей направлено не на замену эксперта, а на снижение операционных издержек и повышение воспроизводимости процедур при сохранении человеческой ответственности и нормативной корректности. Чёткое разграничение допустимых и недопустимых зон применения языковых моделей является необходимым условием сохранения нормативной корректности и уровня промышленной безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Осокина И. А., и др. Искусственный интеллект в промышленности: правовые вызовы [Электронный ресурс] // Промышленные страницы. – 2025. – URL: <https://indpages.ru/auto/eeskusstvyenniyi-eentyellyekt-v-promishlyennostee/> (дата обращения: 05.01.2026).
2. Dokas I. M. From Hallucinations to Hazards: Benchmarking LLMs for Hazard Analysis in Safety-Critical Systems // Safety Science. – 2026. – Vol. 194. – Article 107056. – DOI: 10.1016/j.ssci.2025.107056.
3. Российская Федерация. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (последняя редакция). – М.: Действует на 2026 г. – Системы «КонсультантПлюс», «Гарант».
4. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Приказ от 30 ноября 2020 г. № 471. – Зарегистрирован в Минюсте России 18.12.2020 № 61590; действует с 01.01.2021.
5. European Union. Artificial Intelligence Act: official texts, updates and analysis [Electronic resource]. – URL: <https://artificialintelligenceact.eu/> (дата обращения: 06.01.2026).
6. Romero-Obón M., Rouaz-El-Hajoui K., Sancho-Ochoa V., Vargas R., Pérez-Lozano P., Suñé-Pou M., García-Montoya E. Human-in-the-Loop AI Use in Ongoing Process Verification in the Pharmaceutical Industry // Information. – 2025. – Vol. 16, No. 12. – Article 1082. – DOI: 10.3390/info16121082.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ОГНЕЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ахмадов В. К. (ПБ-1-22)

Научный руководитель – к.т.н., доц. каф. ПБ и ЗЧС Хорзова Л.И.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье представлен анализ эффективности современных огнезащитных конструкций, включая методы их оценки и основные критерии. Особое внимание уделено перспективам развития в области огнезащиты, включая использование новых материалов и технологий, таких как интумесцентные покрытия нового поколения.

Ключевые слова: огнезащитные конструкции, огнестойкость, огнезащитные материалы, противопожарная безопасность, огнезащита, противопожарные системы.

В условиях динамичного развития строительной индустрии и промышленности вопросы обеспечения пожарной безопасности приобретают первостепенное значение. Системы противопожарной защиты играют ключевую роль в предотвращении распространения огня, минимизации материальных потерь и обеспечении безопасности персонала в случае возгорания.

Современные решения в области огнезащиты представляют собой многоуровневые интегрированные системы, объединяющие различные материалы и технологические подходы. Их основная задача — обеспечить надёжную защиту несущих и ограждающих строительных конструкций, инженерных сетей и других элементов зданий от разрушительного воздействия высоких температур, и прямого контакта с открытым пламенем. Ключевыми компонентами таких систем являются противопожарные перегородки и преграды, двери с нормированной огнестойкостью, специализированные огнезащитные покрытия для металлических и деревянных конструкций, а также технические решения, направленные на сохранение функциональности инженерных коммуникаций в условиях пожара.

Для повышения огнестойкости строительных конструкций используются различные методы и инженерные решения, среди которых можно выделить следующие:

- нанесение на металлические элементы специальных огнезащитных составов, способных замедлить нагрев и продлить сохранение несущей способности конструкции в условиях пожара;
- установка теплоотражающих экранов, снижающих интенсивность теплового воздействия на защищаемые конструкции;
- обработка древесины огнезащитными пропитками или покрытиями, препятствующими её воспламенению и замедляющими горение;
- использование современных строительных материалов с пониженной горючестью, которые ограничивают распространение пламени и минимизируют ущерб от пожара.

Оценка эффективности огнезащитных систем проводится по ряду ключевых параметров:

предел огнестойкости — временной интервал, в течение которого конструкция сохраняет свою целостность, теплоизоляционные свойства и несущую способность при стандартных условиях пожарных испытаний.

способность системы локализовать очаг возгорания и подавлять распространение пламени, а также снижать интенсивность дымообразования.

устойчивость конструкции к экстремальным температурам без потери функциональных характеристик, в первую очередь — несущей способности.

современная концепция обеспечения пожарной безопасности основана на сочетании активных и пассивных мер защиты.

Активные меры включают в себя автоматизированные технические средства, которые срабатывают непосредственно при обнаружении пожара:

- спринклерные установки водяного пожаротушения;
- газовые и порошковые системы пожаротушения;
- дымоудаление и противодымная вентиляция;
- автоматические пожарные извещатели и сигнализация, обеспечивающие раннее обнаружение возгорания.

Пассивные меры реализуются на этапе проектирования и строительства и направлены на предотвращение или замедление распространения огня за счёт конструктивных решений и материалов:

- применение огнестойких материалов, таких как гипсокартонные листы, базальтовые или минераловатные плиты;
- использование специализированных огнезащитных покрытий, в том числе интумесцентных (вспучивающихся) и толстослойных;
- устройство противопожарных барьеров: огнестойких дверей, перегородок, потолков и других преград, ограничивающих распространение пламени и дыма между зонами здания.

Такой комплексный подход позволяет значительно повысить уровень пожарной безопасности объектов различного назначения.

Применение как активных, так и пассивных мер позволяет создать многоуровневую систему противопожарной защиты, направленную на обеспечение безопасности людей и сохранение имущества.

Современные научные данные показывают, что наибольшей эффективности в огнезащите можно достичь за счёт интегрированных подходов, сочетающих разнообразные материалы и передовые технологии. Подбор конкретных решений осуществляется с учётом специфики объекта, его функционального назначения и условий эксплуатации.

В настоящее время активно развиваются новые методы повышения огнестойкости зданий. Особое внимание уделяется созданию материалов, которые отличаются не только высокой устойчивостью к огню, но и прочностью, а также долговечностью в эксплуатации. Перспективными считаются нанокomпозиты, содержащие наночастицы, — они демонстрируют выдающиеся характеристики, включая повышенную огнестойкость и увеличенный срок службы. Параллельно исследуются гибридные материалы, объединяющие различные компоненты и проявляющие синергетический эффект, что значительно усиливает их огнезащитные свойства [2].

Современные технологии в сфере огнезащитных материалов стремительно совершенствуются, и особое внимание уделяется инновационным интумесцентным (вспучивающимся) составам. Такие материалы ценятся за высокую огнестойкость, долговечность и удобство нанесения. При нагреве они вспучиваются, образуя плотный теплоизоляционный слой, который замедляет передачу тепла и предотвращает перегрев и деформацию несущих конструкций.

Интумесцентные покрытия считаются одним из самых перспективных решений в строительной огнезащите. При температуре свыше 200 °С они многократно увеличиваются в объёме, формируя пористую структуру с крайне низкой теплопроводностью. Это особенно эффективно для защиты металлических элементов от быстрого разрушения при пожаре. Испытания подтверждают: качественные интумесцентные системы способны обеспечивать огнестойкость на уровне 120–150 минут — что соответствует нормативным требованиям для высотных зданий и объектов с массовым пребыванием людей. Среди ключевых достоинств таких покрытий — простота нанесения (с помощью безвоздушных распылителей или даже кистей), минимальный вес (не создающий дополнительной нагрузки на конструкции) и продолжительный срок службы — до 20 лет при соблюдении условий эксплуатации. Кроме того, современные формулы разрабатываются с учётом экологических требований: они содержат мало летучих органических соединений и не выделяют токсичных веществ при нагревании, что делает их безопасными для применения в жилых и общественных зданиях.

Параллельно развивается и активная противопожарная защита. Одним из передовых направлений стало использование систем водяного тумана. Благодаря формированию мельчайших капель воды такие установки эффективно подавляют пламя в помещениях различного назначения и легко интегрируются даже в уже существующие здания.

Ещё одним важным трендом является внедрение «умных» систем мониторинга, оснащённых датчиками и программным обеспечением для анализа данных. Они в автоматическом режиме контролируют состояние огнезащитных компонентов, своевременно выявляют неисправности и могут инициировать их устранение, значительно повышая общую надёжность противопожарной безопасности.

Постоянное обновление технологий в области огнезащиты позволяет не только минимизировать риск возникновения пожаров, но и существенно снижать их разрушительные последствия, обеспечивая более высокий уровень безопасности зданий и находящихся в них людей [3].

Огнезащита занимает центральное место в современном строительстве, поскольку именно она обеспечивает устойчивость зданий к воздействию огня и повышает общий уровень безопасности. Применение передовых огнезащитных решений позволяет значительно повысить огнестойкость конструкций, замедлить распространение пламени и минимизировать угрозу для жизни и здоровья людей. Эффективность такой защиты напрямую зависит от

грамотного подбора материалов, точного соблюдения технологий нанесения и регулярного технического контроля за состоянием защитных покрытий. Сегодня огнезащита перестала быть просто формальным требованием нормативов — она превратилась в необходимую и жизненно важную меру, направленную на сохранение человеческих жизней, имущества и несущей способности зданий в условиях пожара [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методы расчета и анализа эффективности огнезащитных мер // Ориентир URL: <https://msc01.ru/blog/novosti/metody-rascheta-i-analiza-effektivnosti-ognezashchitnykh-mer/> (дата обращения: 10.10.2025).
2. Демехин В. Н. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре. М. : Академия ГПС МЧС России, 2023. 656 с
3. Федоров В. С., Колчунов В. И., Левитский В. Е. Противопожарная защита зданий. М. : Издательство Ассоциации вузов, 2020. 176 с.
4. Страхов В. Л. Огнезащита строительных конструкций: современные средства и методы оптимального проектирования // Строительные материалы. 2022. №5. С. 2-5.

ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ В РЕЗЕРВУАРАХ С ХРАНЕНИЕМ ЖИДКОСТЕЙ

Ахмадов В.К. (ПБ-1-22), Хорзова Л.И. (к.т.н., доцент кафедры ПБ и ЗЧС)
Волгоградский государственный технический университет
Институт Архитектуры и строительства

Аннотация: статья анализирует современные методы тушения пожаров в резервуарах с горючими жидкостями, рассматривает особенности применения пенного, порошкового и газового тушения, а также вопросы безопасности процесса с учетом специфики резервуарных парков.

Ключевые слова: пожаротушение, резервуарные парки, огнетушащие средства, пенное тушение, пожарная безопасность.

Проблема предотвращения и ликвидации пожаров в резервуарах, предназначенных для хранения нефтепродуктов и других легковоспламеняющихся жидкостей, сохраняет свою актуальность на протяжении длительного времени. Несмотря на значительные успехи в области обеспечения пожарной безопасности на объектах подобного типа, разработка и внедрение эффективных методов предотвращения возгораний и минимизации их последствий по-прежнему представляют собой приоритетную задачу для специалистов данной сферы.

В случае возгорания в резервуаре с жидкостью наблюдается интенсивное горение поверхности этой жидкости, что приводит к нагреву стенок резервуара. Существует риск вскипания и выброса горячей жидкости, что значительно увеличивает уровень опасности. В процессе горения могут образовываться взрывоопасные смеси, что существенно усложняет задачу тушения пожара.

Пожар в резервуаре может произойти по нескольким причинам: наличие источника воспламенения, свойства горючей жидкости, особенности конструкции резервуара, а также присутствие взрывоопасных концентраций как внутри, так и снаружи резервуара.

Возгорание, как правило, инициируется взрывом паровоздушной смеси. Образование взрывоопасных концентраций внутри резервуаров обусловлено физико-химическими характеристиками хранимых жидкостей, конструктивными особенностями резервуара, эксплуатационными условиями и воздействием природных факторов. Взрыв резервуара влечет за собой разрушение его крыши, что способствует распространению пламени по всей поверхности горючего вещества. На начальных стадиях горения может наблюдаться интенсивное тепловое излучение, при этом высота пламени может достигать 1-2 диаметров резервуара [1].

Наиболее эффективным способом ликвидации пожаров в резервуарах считается применение пенного тушения. Этот метод базируется на создании пенной пленки на поверхности горячей жидкости, что перекрывает доступ кислорода. Преимущества пенного тушения включают минимальные затраты воды при формировании значительного объема пены, эффективное отведение тепла благодаря пористой структуре пены, предотвращение повторного воз-

горания за счет медленного разрушения пенного слоя, а также экономическую эффективность по сравнению с порошковым тушением.

В реальных условиях используются три основных способа пенного тушения. Первый метод заключается в подаче пены сверху, что отличается простотой реализации, но имеет определенные недостатки. Среди них — быстрое разрушение пены под воздействием открытого огня, высокие нагрузки на насосное оборудование и необходимость предотвращения перелива пены через края резервуара.

Второй метод — подслоное тушение, которое осуществляется через специальные внутренние трубопроводы. Пена подается непосредственно в продукт, обеспечивая более эффективное охлаждение и быстрое формирование защитной пленки. Этот метод также демонстрирует устойчивость к деформациям резервуара.

Третий метод — комбинированный, который объединяет оба предыдущих способа, обеспечивая максимальную эффективность.

Порошковое тушение используется для локализации небольших очагов возгорания, тушения проливов в обваловании, а также для работы с задвижками и фланцевыми соединениями. Основным принципом действия является ингибирование пламени, однако отсутствует охлаждающий эффект, что требует сочетания с пенным тушением для предотвращения повторного возгорания.

Газовое тушение применяется в закрытых резервуарах и включает использование инертных газов, водяного пара и аэрозолей. Водяное тушение используется как вспомогательный метод для охлаждения конструкций, защиты соседних резервуаров и создания водяных завес [2].

Согласно статистическим данным, ежегодно в резервуарных парках Российской Федерации происходит от 5 до 7 пожаров. В течение последних десяти лет за рубежом зафиксировано десятикратное повышение стоимости добываемых и хранимых в резервуарах нефтепродуктов. Это приводит к существенным финансовым потерям и, в отдельных случаях, к гибели людей в результате пожара. Пожары в резервуарных парках характеризуются длительным течением, что требует значительных временных и материальных ресурсов для их ликвидации. Для обеспечения безопасности при тушении таких пожаров необходимо использование большого количества средств индивидуальной защиты. Ниже представлена диаграмма, отражающая причины возникновения пожаров.

С 2020 по 2023 годы на объектах нефтегазовой отрасли в России произошло 25 аварийных ситуаций. Из них 12 сопровождались возгораниями, 9 — взрывами, а в 4 случаях наблюдалась утечка нефтепродуктов из резервуаров, что приводило к их выходу за пределы защитных сооружений и последующим пожарам.

При ликвидации пожаров в резервуарах предпринимается комплекс мер для обеспечения безопасности. Перед началом операций руководитель тушения обязан детально спланировать маршруты для прокладки рукавных линий

и размещения личного состава, учитывая риск вскипания и выброса горячей жидкости. Пожарная техника размещается с наветренной стороны на расстоянии минимум 100 метров от резервуара. Разрабатываются и доводятся до всех сотрудников единые сигналы тревоги. Категорически запрещено начинать действия до полной остановки пожарной машины, поднимать заполненные рукава на высоту и подавать воду до подхода ствольщиков. Личный состав, не участвующий в тушении, должен находиться вне зоны риска.



Рис.2. Причины возникновения пожаров

Все участники обязаны использовать теплоотражательные костюмы и работать под прикрытием распыленных водяных струй. Нельзя находиться в обваловании резервуара при наличии проливов без слоя пены. При работе с пенообразователем сотрудники должны быть обеспечены защитными средствами для глаз. В местах с высокой тепловой радиацией предусмотрена ротация персонала. При угрозе выброса горячей жидкости подается сигнал эвакуации. Загазованные зоны ограждаются и обозначаются предупреждающими знаками. Сотрудники обязаны внимательно следить за обстановкой, состоянием конструкций и оборудования. При обнаружении опасности все работающие должны быть немедленно предупреждены [3].

В заключение следует отметить, что эффективность системы пожаротушения резервуаров напрямую зависит от тщательно спланированного и реализованного комплекса организационно-технических мер. Этот процесс начинается с этапа проектирования и продолжается до своевременного и квалифицированного технического обслуживания, которое выполняется специалистами с соответствующими навыками и опытом. Важно не упускать из виду даже мелкие детали, поскольку современные пленкообразующие пенообразователи имеют сложную химическую структуру. Для успешной ликвидации пожара необходимо, чтобы все компоненты инженерных систем

безопасности взаимодействовали должным образом и эффективно. Достижение этой цели возможно только при условии комплексного подхода и участия компетентных специалистов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Резервуары и технологическое оборудование // Газовик нефть URL: <https://gazovik-neft.ru/directory/info/fire-fighting/01.html> (дата обращения: 13.10.2025).
2. Пожарная тактика : Основы тушения пожаров : учеб. пособие /В. В. Тербнев, А. В. Подгрушный. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2012. – 322 с.
3. Е. Ю. Шурыгина Совершенствование системы управления оперативными подразделениями при тушении пожаров в резервуарных парках с применением стационарных робототехнических средств : дис. — Тольятти, 2021. — С. 83.

ОСОБЕННОСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОПАСНОМ ОБЪЕКТЕ ГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

Беликов С. А. (ТБМ-1-23)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ПБ и ЗЧС Власова О. С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт Архитектуры и строительства

Аннотация: в статье анализируются особенности промышленной безопасности на опасных объектах газодобывающей отрасли в условиях действия с 1 января 2021 года нового контрольно-надзорного законодательства в России. Представлена методика аудита промышленной безопасности, позволяющая получить достоверную информацию об её уровне и контролировать соблюдение требований. Методика включает четыре этапа: подготовительный, планирование, проведение и заключительный.

Ключевые слова: промышленная безопасность, опасный производственный объект, газодобывающий комплекс, аудит, надзор, контроль, система управления промышленной безопасностью.

Опасные производственные объекты газодобывающих производств являются ключевым элементом топливно-энергетического комплекса России, но также источником опасности. По состоянию на 2025 г. их насчитывается около 8,5 тыс. объектов. Несоблюдение требований промышленной безопасности является корневой причиной возникновения аварий. В 2024 г. ущерб от аварий составил 2265,9 млн руб.

Для эффективного функционирования газодобывающего предприятия необходимо обеспечивать безопасность производственных объектов. Государственные надзорные органы и газодобывающие компании разрабатывают мероприятия для оценки безопасности объекта и её улучшения. Контроль за безопасностью осуществляют государственные органы и сами предприятия, эксплуатирующие опасные объекты [1].

Современные газодобывающие предприятия понимают важность обеспечения производственной безопасности и охраны труда. Это позволяет минимизировать риск травм и аварий, которые могут нанести вред работникам и окружающей среде.

Производственную безопасность на опасном объекте газодобывающей отрасли проверяет специальная Единая система управления производственной безопасностью (сокращённо — ЕСУПБ). Данная система, осуществляя контроль за безопасностью, обеспечивает координацию деятельности всех подразделений и организаций в структуре управления.

При проведении контроля на производстве необходимо проводить анализ состояния безопасности, что необходимо для разработки мероприятий, которые дают возможность осуществлять деятельность для предупреждения различного рода аварий, а также для того, чтобы иметь готовность к локализации и ликвидации последствий аварии [2].

Итак, контроль безопасности на производстве осуществляется для того, чтобы предупреждать аварии на объекте газодобывающей отрасли и обеспечивать готовность к ликвидации последствий таких аварий [3].

Постоянная оценка и ранжирование нарушений безопасности по степени опасности объекта производится постоянно на объектах газодобывающих компаний [4].

Методика включает определение основных характеристик нарушений, диапазонов их значений и лингвистического истолкования. Показатель уровня нарушения:

$$\text{ПРН} = \sum (B_n \times K_n),$$

где B_n - важность характеристики,

K_n - критерий характеристики.

Результат данной формулы можно перевести на лингвистическое истолкование с помощью матрицы перехода [5].

Данная система имеет цель обеспечения безопасности труда в газодобывающей отрасли, где высок уровень травматизма. Регулярно организуется обучение и проверка знаний работников по вопросам охраны труда.

На данный момент наблюдается интеграция системы контроля безопасности в компании, что позволяет оперативно реагировать на нештатные ситуации. Также развивается проект «Система GPS-мониторинга мобильных объектов», позволяющая автоматически определять местоположение контролируемых объектов.

Отрасль газодобывающей промышленности характеризуется высокой опасностью, обусловленной сложными условиями труда и технологическими процессами. Для обеспечения безопасности на объектах газодобывающей отрасли используются специальные системы защиты со стороны инженерии:

- а) дыхательные клапаны;
- б) охлаждение;
- в) пожаротушение;
- г) предотвращение накопления осадка;
- д) сигнализаторы;
- е) линии дренажных завес;
- ж) пожарные извещатели;
- з) орошение лафетными стволами;
- и) системы защиты от пожаров и аварий;
- к) газовая безопасность;
- л) технологические ограничители разлива нефтепродуктов;
- м) контроль над коррозией;
- н) дренаж;
- о) очистка и диагностика;
- п) герметичность;
- р) трубопроводы;
- с) электрохимическая защита.

Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [6] — это основной нормативно-правовой акт, который регулирует отношения в области промышленной безопасности.

Также стоит отметить, что для объектов газодобывающего комплекса классификация ОПО может быть различной в зависимости от нахождения опасных веществ [7].

Ростехнадзор — это федеральный орган исполнительной власти в области промышленной безопасности. Федеральные нормы и правила Ростехнадзора содержат требования к организации, эксплуатирующей объекты газодобывающего комплекса, к персоналу, организации труда, подготовке и аттестации работников, обеспечению безопасности работников и др.

Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности для морских объектов газодобывающего комплекса имеют особую специфику, иную структуру, которая отличается от общепромышленных правил безопасности, как в нефтяной, так и газодобывающей промышленности.

Нормы федерального законодательства также регулируют деятельность персонала, который работает на объекте, а также дифференцируются в зависимости от способа добычи и применения оборудования. Например, в Арктической зоне хозяйственная деятельность должна проводиться с учётом важности сохранения экосистемы и сложных климатических условий.

Актуальные вызовы газодобывающей промышленной безопасности связаны с износом оборудования и инфраструктуры, кадровым дефицитом и утратой компетенций, ростом киберугроз и ужесточением законодательства. Для преодоления этих вызовов необходимы регулярная диагностика, внедрение цифровых двойников объектов, программы поэтапной модернизации, активное внедрение дистанционного обучения, мотивация молодых кадров, создание корпоративных стандартов «цифровой безопасности», разделение IT и OT-сетей, проведение стресс-тестов по кибербезопасности, протоколы быстрого реагирования при цифровых инцидентах, внедрение цифровых платформ учёта и контроля, подключение к госреестрам и автоматизация отчётности и документооборота.

Газодобывающие компании должны переходить к проактивной безопасности, прогнозируя и предотвращая ЧП с помощью ИИ, аналитики и сенсоров. Они должны интегрировать IT, OT и ПБ в единую систему, встроив безопасность в каждый этап — от бурения до транспортировки. Культура безопасности должна развиваться «снизу», через личную вовлечённость сотрудников, постоянное обучение и мотивацию. Безопасность в газе — это конкурентное преимущество, позволяющее выжить в условиях санкций, растущих цен на ошибки и цифровых угроз [8].

Таким образом, условия труда работников газодобывающей промышленности характеризуются воздействием многих вредных производственных факторов, таких как газ и его компоненты и т.д. Для эффективной работы газодобывающего предприятия необходимо обеспечить безопасность производственных объектов. Существуют особые мероприятия по оценке промышленной безопасности, а также контроль безопасности, который осуществляют государственные органы и сами предприятия, эксплуатирующие опасные объекты газодобывающей отрасли. Работники, занятые в добыче и перера-

ботке газа, должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты органов дыхания и обеспечены планами по предупреждению и ликвидации последствий аварий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Климова И.В., Фатхутдинов Р.И. Контрольно-профилактические проверки как основа производственного контроля на опасных производственных объектах // Ресурсы Европейского Севера. Технологии и экономика освоения. – 2017. – № 1 (07). – С. 29–36.
2. Постановление Правительства РФ от 10 марта 1999 г. № 263 «Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте» [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс. – режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22260/ (дата обращения 06.06.2025).
3. Поздняков А.Н., Лежава С.А. Технический контроллинг в вопросах предупреждения аварийности и травматизма на энергетическом предприятии // Безопасность труда в промышленности. – 2014. – № 2. – С. 62–67.
4. Губайдуллина А.Р., Федосов А.В., Абдрахманова Э.Н., Шайбаков Р.А. Анализ основных факторов эффективности интегрированной системы управления промышленной безопасностью и охраной труда в газодобывающей отрасли [Электронный ресурс] // Газодобывающее дело. – 2019. – № 4.
5. Абдрахимов Ю.Р., Габделхакова Н.Р. Повышение безопасности опасных производственных объектов нефтегазодобывающих производств // Вестник науки. – 2020. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-bezopasnosti-opasnyh-proizvodstvennyh-obektov-neftegazodobyvayuschih-proizvodstv> (дата обращения: 07.06.2025).
6. ФЗ от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс. – режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения 06.06.2025).
7. Тубденев В.Г. Актуальные вопросы правового обеспечения промышленной безопасности добывающих компаний в нефтегазовом комплексе // Правовой энергетический форум. – 2018. – № 1. – С. 30–36. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34886273> (дата обращения: 06.06.2025).
8. Тимченко Р.А. Производственная безопасность в газодобывающей отрасли // Молодой учёный. – 2023. – № 3 (450). – С. 104–105. – URL: <https://moluch.ru/archive/450/99027/> (дата обращения: 06.06.2025).

ОСОБЕННОСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕНОМАНСКОЙ ЗАЛЕЖИ

Беликов С. А. (ТБМ-1-23)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ПБ и ЗЧС Власова О. С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт Архитектуры и строительства

Аннотация: в условиях глубокого истощения сеноманских залежей Западной Сибири возрастает комплекс рисков, связанных с промышленной безопасностью. Снижение пластового давления, износ скважинного оборудования, геологическая неоднородность коллекторов и переход к разработке трудноизвлекаемых надсеноманских горизонтов требуют адаптации существующих систем управления промышленной безопасностью (СУПБ). Особое внимание уделяется применению технической диагностики, цифровых технологий и термобарического моделирования для предотвращения аварийных ситуаций. Работа выполнена в контексте требований Федерального закона № 116-ФЗ, с учётом специфики вечной мерзлоты и газогидратообразования.

Ключевые слова: сеноманские залежи, промышленная безопасность, истощённые месторождения, СУПБ, газодобыча, пластовое давление, тектоника, надсеноманские отложения, техническая диагностика, Федеральный закон № 116-ФЗ.

Сеноманский ярус (K_{2s}), приуроченный к нижней части верхнего мела, долгие годы остаётся базой газодобычи в России. Ведущие месторождения — Медвежье, Уренгойское, Ямбургское и ряд других — сыграли решающую роль в формировании энергетической независимости страны и обеспечении экспортных поставок [1]. Однако в настоящее время большинство из них перешли в фазу снижения добычи, а некоторые приближаются к завершению эксплуатации. Так, на Медвежьем месторождении пластовое давление опустилось ниже 1 МПа, что свидетельствует о глубоком истощении залежи и необходимости перехода к новым технологическим режимам [1].

Этап поздней разработки сопряжён с ростом угроз промышленной безопасности. Снижение давления в пласте ухудшает устойчивость призабойной зоны, повышает риск прорыва подземных вод и обводнения скважин. Дополнительную опасность создаёт износ скважинного оборудования: значительная часть фонда эксплуатируется 30–40 лет, что приводит к коррозии обсадных колонн и потере герметичности [2]. В таких условиях возрастает вероятность неконтролируемых выбросов газа и загрязнения подземных горизонтов.

Согласно требованиям Федерального закона № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», все скважины на истощённых участках подлежат регулярной технической диагностике — включая оценку состояния обсадных колонн, цементного кольца и устьевого оборудования [3]. Особенно критична ситуация в зонах вечной мерзлоты, где термокарст дополнительно ослабляет грунтовую основу.

Геологическая природа сеноманских отложений имеет прямое значение для безопасности. Их формирование происходило в условиях активной тектоники и морской трансгрессии, что обусловило неоднородность коллекторов, наличие разломов и сложную структуру ловушек [4, 5]. Вследствие этого

даже соседние скважины при схожем давлении могут демонстрировать кардинальные различия в характере притока или внезапное обводнение. Это требует персонализированного подхода к управлению каждой скважиной и применения 3D-сейсмомониторинга для отслеживания поведения флюидов.

На фоне выработки сеноманских запасов усиливаются усилия по освоению надсеноманских горизонтов. По данным исследований, потенциальные ресурсы газа в этих отложениях могут достигать 50 трлн м³ — втрое больше, чем в сеномане [4-6]. Однако коллекторы здесь отличаются низкой проницаемостью, содержат глинисто-кремнистые породы и способны формировать газогидраты в условиях криолитозоны. Это порождает новые опасности: аномальные давления при бурении, выбросы газогидратных смесей и нестабильность ствола.

Для безопасного вовлечения таких ресурсов необходим комплекс мер:

- прогнозирование зон газогидратной стабильности с использованием термобарических моделей;
- применение специализированных буровых растворов;
- внедрение автоматизированных систем управления, реагирующих на изменения в скважине в режиме реального времени.

Особое значение на завершающих стадиях приобретают цифровые технологии: цифровые двойники месторождений, ИИ-аналитика для прогноза отказов, дистанционный мониторинг. Их использование не только снижает риски, но и продлевает экономическую жизнеспособность истощённых активов.

Таким образом, обеспечение безопасности при эксплуатации сеноманских залежей требует синтеза геологических, инженерных и нормативных подходов. В условиях ужесточения экологических и промышленных стандартов это становится стратегической задачей для всей газовой отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шпекторов А. Ю. Перспективы нефтегазоносности сеноманских отложений севера Западной Сибири. – Тюмень, 2020. – 276 с. – URL: <https://www.geokniga.org/books/34635> (дата обращения: 08.12.2025).
2. Самохин А. А. Ловушки сеноманских газовых залежей на севере Западной Сибири: типы и прогноз размещения // Нефтегазовое дело. – 2011. – № 4. – С. 18–41. – URL: http://www.ngtp.ru/rub/4/18_2011.pdf (дата обращения: 08.12.2025).
3. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (в ред. от 2024 г.) // Собрание законодательства РФ. – 1997. – № 30. – Ст. 3582. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения: 08.12.2025).
4. Сурикова Е. С. Мезозойско-кайнозойская история тектонического развития и сейсмологические критерии газонасности апт-альб-сеноманских отложений Надым-Пурского междуречья. – Новосибирск, 2018. – 203 с. – URL: <https://www.geokniga.org/labels/5261> (дата обращения: 08.12.2025).
5. Конторович В. А. Мезозойско-кайнозойская тектоника и нефтегазоносность Западной Сибири. – Москва: Наука, 2009. – 474 с.
6. Агалаков С. Е. Геология и газонасность верхнемеловых надсеноманских отложений Западной Сибири. – Тюмень, 2019. – 232 с. – URL: <https://www.geokniga.org/books/33691> (дата обращения: 08.12.2025).

О ВОЗДЕЙСТВИИ НА ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПОДВЕРГШИЕСЯ ХИМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ, ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА

Бобровский И.К., Шоронов В.Ю. (504)

Научный руководитель – к.х.н., ст. преп. кафедры
естественнонаучных дисциплин Гессе Ж.Ф.

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация: Проведен анализ качественного состава некоторых кондиционеров для белья. Отмечено, что общим для всех средств является содержание катионных ПАВ, консервантов и веществ, используемых для придания аромата. Акцентировано внимание на проблеме плохой вымываемости некоторых веществ с поверхности текстильных материалов, подвергшихся химической нагрузке. Перечислены возможные причины повышения пожарной опасности текстильных материалов в результате контакта с компонентами кондиционеров для белья.

Ключевые слова: текстильные материалы, кондиционеры для белья, химическая нагрузка, пожарная опасность.

На сохраняемость характеристик пожарной опасности текстильных материалов могут оказывать влияние условия хранения, климатические и эксплуатационные факторы [1], среди которых основными являются тепловое воздействие и химическая нагрузка, обусловленная контактом с различными веществами в процессе стирки и/или чистки. Комбинированное действие двух и более факторов способно приводить к существенному изменению свойств материала. В зависимости от вида действующего фактора и его величины вариация пожарной опасности текстильных материалов может быть разной.

В быту очень распространены средства бытовой химии для белья – кондиционеры (ополаскиватели), которые активно используются для уменьшения статического электричества, сохранения цвета, придания аромата и умягчения тканей, что, в свою очередь, облегчает процесс глажения. Вместе с тем, данные средства способны приводить к повышению пожарной опасности текстильных материалов и, соответственно, снижению стойкости к действию огня. Некоторые производители размещают на этикетках своей продукции предупреждающие надписи о невозможности использования средства для огнестойких материалов, о повышении способности к воспламенению тканей от источника зажигания при превышении рекомендуемой дозы средства и т.д.

Нами были проанализированы качественные составы кондиционеров для белья известных торговых марок. Результаты приведены в таблице. Объединяет эти средства в одну группу ограниченность информации именно о химической природе компонентов.

В работе [2] приведены результаты исследования проблемы вымываемости ПАВ после стирки тканей с использованием СМС. Отмечено, что ПАВ способны проникать в капилляры между волокнами, после чего адсорбируются на полимерных волокнах, и процесс их вымывания становится трудным. Причина кроется в протекании процесса не в кинетической, а в диффузионной области, что требует для установления равновесия много времени [3].

Таблица 1

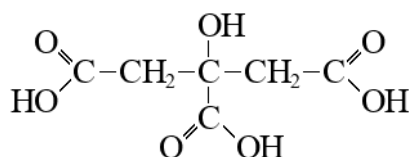
Качественный состав некоторых кондиционеров для белья

Средство	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9
Компонент средства									
Вода	О	П	+	О	+	?	Д/И	+	Д/М
Катионные ПАВ	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Неионогенные ПАВ	+				+				
Консерванты	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ароматизирующая добавка / отдушка / парфюмерная композиция / парфюм	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Экстракты растений	+					+			
Функциональные добавки	+								
Глицерин				+					
Лимонная кислота		+			+				
Силикон						+			

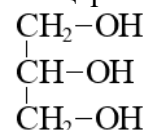
Обозначения: ? – сведения о наличии и подготовке воды отсутствуют, О – очищенная вода, П – подготовленная вода, Д/М – деминерализованная вода, Д/И – деионизированная вода.

Справочно:

лимонная кислота



глицерин



Авторами [4] показано, что может потребоваться более 6-8 полосканий для удаления остаточных количеств ПАВ с поверхностей тканей. На степень удаления ПАВ способна влиять также степень изношенности материала – из новых тканей остаточные следы ПАВ вымываются быстрее. Использование для стирки сначала СМС, а затем мыла позволяет существенно уменьшить количество удерживаемых тканью ПАВ.

Исходя из химической природы веществ и из изложенного выше, можно предположить, что на поверхности текстильных материалов могут задерживаться не только ПАВ, но и другие химические вещества – компоненты кондиционеров для белья.

Как уже было отмечено, использование кондиционеров позволяет сделать ткань мягче и пушистее. Вследствие этого происходит увеличение площади соприкосновения с кислородом воздуха, и, согласно классическим представлениям о кинетике химических реакций, при возникновении горения скорость процесса должна быть выше.

В состав кондиционеров для белья могут входить горючие вещества, способные создавать тонкую пленку на поверхности материала, или вещества, негативно влияющие на стойкость и эффективность пропиток, используемых для придания огнезащитных свойств материалу и т.д. Соответственно воздействие опасных факторов пожара, прежде всего пламени и искр, на текстильные материалы, подвергшиеся химической нагрузке в водной среде средства, будет, по всей видимости, иным.

Таким образом, в работе проанализирован качественный состав некоторых кондиционеров для белья. Общим для всех средств является содержание катионных ПАВ, консервантов и веществ, придающих приятный запах. Отмечена проблема плохой вымываемости некоторых веществ с поверхности текстильных материалов, подвергшихся химической нагрузке. Перечислены возможные причины повышения пожарной опасности текстильных материалов в результате контакта с компонентами кондиционеров для белья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барботько С.Л., Нестерова Т.А., Кириенко О.А., Вольный О.С. Исследование влияния эксплуатационных и климатических факторов на горючесть текстильных материалов авиационного назначения // Труды ВИАМ. 2016. № 3 (39). С. 92-96.
2. Подунова Л.Г., Планкина И.В., Тищенко Е.Я. К вопросу о необходимости регламентирования остаточных количеств поверхностно-активных веществ в белье родовспомогательных учреждений // Гигиена и санитария. 1982. № 5. С. 83-84.
3. Полиефтова А.П., Волков В.А., Миташова Н.И. Адсорбция и фототоксичность поверхностно-активных веществ в растворах и сточных водах // Евразийский Союз Ученых. 2015. № 4-13 (13). С. 123-127.
4. Саутин А.И., Маркова З.С., Быкова Н.А. Гигиеническая оценка текстильных натуральных и полимерных материалов, обработанных синтетическими моющими средствами // Гигиена и санитария. 1972. № 10. С. 107-109.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ НА СКЛАДАХ ХРАНЕНИЯ СНИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Вепренцев С.С. (ТБМ-1-23)

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры ПБ и ЗЧС Власова О.С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация. В статье выполнена оценка эффективности технических, инженерных и организационных мероприятий, направленных на снижение последствий аварий на складах хранения сжиженных углеводородных газов (СУГ). На основе риск-ориентированного подхода проведено сопоставление параметров аварийного развития «до» и «после» внедрения мероприятий, определяющих масштаб поражающих факторов и уровень угрозы для персонала и населения. Показано, что наибольший эффект достигается за счет сокращения времени аварийного отсечения, повышения эффективности систем обнаружения загазованности и оптимизации организационных процедур реагирования. Обоснована целесообразность комплексной реализации мероприятий как с точки зрения снижения техногенного и социального риска, так и с позиции уменьшения затрат на ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: сжиженные углеводороды, промышленная безопасность, оценка эффективности, аварийный риск, противоаварийная защита, техносферная безопасность.

Актуальность исследования. Склады хранения сжиженных углеводородных газов (СУГ) относятся к опасным производственным объектам, аварии на которых сопровождаются быстрым развитием поражающих факторов и значительным социальным ущербом. В соответствии с требованиями промышленной безопасности ключевой задачей эксплуатации таких объектов является не только предотвращение аварий, но и снижение тяжести их последствий, поскольку полностью исключить вероятность отказов технических систем невозможно [1, 2].

Особую значимость данная задача приобретает в условиях размещения складов СУГ вблизи жилых районов и транспортной инфраструктуры, где аварийная ситуация способна трансформироваться из локального технологического инцидента в чрезвычайную ситуацию с массовыми последствиями. В этой связи актуальной является оценка эффективности конкретных технических и организационных мероприятий, направленных на уменьшение масштабов аварийных проявлений.

Целью исследования является количественная оценка эффективности мероприятий по снижению последствий аварий на складах хранения СУГ.

Одним из наиболее эффективных мероприятий по снижению последствий аварий является сокращение времени аварийного отсечения подачи СУГ за счет модернизации системы противоаварийной защиты. Масса выброса до момента отсечения определяется выражением [3]:

$$m_{\text{выб}} = G \times t_{\text{отс}} \quad (1)$$

где G - массовый расход истечения, кг/с; $t_{\text{отс}}$ - время срабатывания системы отсечения, с.

Для типового сценария аварии на складе СУГ принимается $G = 20$ кг/с.

При базовом уровне автоматизации на гипотетическом складе

$t_{отс0} = 120$ с, тогда масса выброса до момента отсечения в текущем состоянии противоаварийной системы защиты составит:

$$m_{выб0} = 20 \times 120 = 2\,400 \text{ кг.}$$

Внедрение быстродействующих отсечных клапанов и оптимизация логики ПАЗ позволяют сократить время отсечения до $t_{отс1} = 30$ с. В таком случае масса выброса СУГ до момента отсечения составит:

$$m_{выб1} = 20 \times 30 = 600 \text{ кг.}$$

Таким образом, реализация данного мероприятия обеспечивает снижение массы выброса в 4 раза, что приводит к пропорциональному уменьшению размеров зон загазованности и теплового воздействия.

Совершенствование системы обнаружения загазованности.

Следующим важным направлением является повышение эффективности систем газового контроля. В качестве мероприятий предлагаются:

увеличение плотности размещения стационарных газоанализаторов в зонах вероятных утечек;

применение зонального принципа контроля;

внедрение адресного светозвукового оповещения [4].

Время пребывания персонала в зоне опасных концентраций определяется как:

$$t_{проб} = t_{обн} + t_{реак} + t_{эв} \quad (2)$$

где $t_{обн}$ – время обнаружения утечки, с; $t_{реак}$ – время реакции персонала на утечку, с; $t_{эв}$ – время эвакуации персонала, с.

Существующее состояние системы характеризуется временем пребывания персонала в опасной зоне в размере:

$$t_{проб0} = 60 + 30 + 164 = 254 \text{ с} \approx 4,2 \text{ мин.}$$

Внедрение обозначенного комплекса мероприятий преследует сокращение времени пребывания персонала в опасной зоне следующим образом:

$$t_{проб1} = 15 + 15 + 164 = 194 \text{ с} \approx 3,2 \text{ мин.}$$

Снижение времени пребывания персонала в зоне опасных факторов составляет около 24 %, что существенно уменьшает вероятность тяжелых поражений и летальных исходов.

К инженерным мероприятиям относится поддержание обвалований резервуаров в исправном состоянии, обеспечивающем полную локализацию пролива жидкой фазы СУГ. Это предотвращает растекание продукта за пределы площадки и снижает вероятность вторичных пожаров и вовлечения соседнего оборудования [5].

Организационные мероприятия включают:

актуализацию планов ликвидации аварий;

регулярные противоаварийные тренировки персонала;

стандартизацию алгоритмов действий при утечках СУГ [6].

Эти меры направлены на снижение влияния человеческого фактора и сокращение времени принятия решений в аварийной ситуации.

Снижение массы выброса и размеров зон поражения приводит к уменьшению затрат на ликвидацию последствий аварии. При условной оценке затрат на ликвидацию ЧС до внедрения мероприятий в размере 15 млн руб. и после внедрения - 7,3 млн руб. экономический эффект составит:

$$\Delta C = 15 - 7,3 = 7,7 \text{ млн руб.}$$

Это подтверждает экономическую целесообразность комплексной реализации предлагаемых мероприятий.

В результате выполненного исследования установлено, что наибольший вклад в снижение последствий аварий на складах хранения СУГ вносят мероприятия, направленные на сокращение времени аварийного отсечения и ускорение обнаружения утечек. Количественная оценка показала, что внедрение быстродействующих систем ПАЗ и модернизация газового контроля позволяют сократить массу выброса в 4 раза и уменьшить время пребывания персонала в зоне опасных факторов более чем на 20 %.

Комплексная реализация технических, инженерных и организационных мероприятий обеспечивает существенное снижение техногенного и социального риска, а также приводит к значительному уменьшению затрат на ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций. Полученные результаты подтверждают целесообразность риск-ориентированного подхода к повышению уровня техносферной безопасности складов хранения сжиженных углеводородов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (последняя редакция). – М.: Действует на 2026 г. – Системы «КонсультантПлюс», «Гарант».
2. Закон Российской Федерации "Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 № 123 // Парламентская газета. - от 31 июля 2008 г. - № N 47-49. - с изм. и допол. в ред. от 30.04.2021.
3. РД 03-409-01.Методика оценки последствий аварийных выбросов опасных веществ. – М.: Госгортехнадзор России, 2001.
4. Корольченко А.Я. Пожарная опасность технологических процессов. – М.: Пожнаука, 2006. – 416 с.
5. Елохин А.Н. Анализ и управление риском: теория и практика. – М.: Полимедиа, 2002. – 280 с.
6. Безручко П.В. Управление рисками в промышленной безопасности. – М.: Альпина Паблишер, 2017. – 256 с.

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СКЛАДОВ ХРАНЕНИЯ СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ СОЦИАЛЬНОЙ УЯЗВИМОСТИ

Вепренцев С.С. (ТБМ-1-23)

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы повышения уровня техносферной безопасности складов хранения сжиженных углеводородных газов (СУГ), функционирующих в условиях повышенной социальной уязвимости, обусловленной близостью жилой застройки и объектов транспортной инфраструктуры. На основе риск-ориентированного подхода проанализированы ключевые аварийные сценарии, определяющие социальную и техногенную опасность объекта, а также обобщены подходы отечественных и зарубежных исследователей к управлению рисками и функциональной безопасности. Обоснован комплекс приоритетных технических, инженерных и организационных мероприятий, направленных на снижение вероятности и тяжести последствий аварий.

Ключевые слова: техносферная безопасность, СУГ, промышленная безопасность, риск-ориентированный подход, социальный риск, противоаварийная защита.

Сжиженные углеводородные газы (пропан-бутановые смеси) занимают важное место в топливно-энергетическом балансе и широко применяются в промышленности, коммунальной сфере и транспорте. Вместе с тем объекты хранения СУГ относятся к категории опасных производственных объектов, поскольку аварии с их участием сопровождаются быстрым развитием и высокой интенсивностью поражающих факторов - загазованностью, пожарами проливов, взрывами парогазовоздушных облаков и, в наихудших случаях, BLEVE с образованием огненного шара [1;2].

Особую остроту проблема приобретает в условиях повышенной социальной уязвимости, когда склад СУГ расположен вблизи жилой застройки, транспортных магистралей и объектов массового пребывания людей. В таких условиях аварийный риск выходит за рамки сугубо производственного и трансформируется в социальный риск, потенциально затрагивающий значительные группы населения. Как отмечают Котляревский В.А. и Брушлинский Н.Н., для пожаровзрывоопасных объектов топливно-энергетического комплекса решающую роль играет не только вероятность аварии, но и масштаб ее последствий, особенно при выходе зон поражения за пределы промышленной площадки [3;4].

Отечественные и зарубежные исследователи подчеркивают, что для «исторически сложившихся» объектов, размещенных в условиях нормативного конфликта с жилой застройкой, возможности территориального снижения риска (увеличение санитарно-защитных зон, перенос объекта) крайне ограничены. В этих условиях основной акцент должен быть сделан на усиление внутренней надежности систем защиты и минимизацию времени реагирования на аварийные отклонения [5]. Это определяет актуальность разработки адаптированных, риск-ориентированных мер повышения техносферной безопасности складов СУГ.

Целью настоящей работы является обоснование направлений повышения уровня техносферной безопасности складов хранения сжиженных углеводородных газов в условиях повышенной социальной уязвимости на основе анализа аварийных сценариев, сопоставления подходов различных авторов и требований нормативно-методической базы, а также определения приоритетных мероприятий, обеспечивающих наибольшее снижение риска для персонала и населения.

Современная концепция техносферной безопасности опасных производственных объектов основывается на риск-ориентированном подходе, закрепленном в федеральном законодательстве и методических документах Ростехнадзора [2]. В рамках данного подхода безопасность рассматривается как управляемая величина, зависящая от вероятности иницирующих событий и тяжести их последствий. Елохин А.Н. подчеркивает, что наибольшая эффективность достигается при одновременном снижении обоих компонентов риска за счет системы взаимодополняющих мер [6].

Для складов хранения СУГ ключевыми являются сценарии, связанные с разгерметизацией оборудования и последующим воспламенением. К ним относятся утечки из резервуаров и трубопроводов, переполнение, образование и взрыв парогазовоздушного облака, а также пожар пролива с возможной эскалацией на соседние аппараты [6]. Корольченко А.Я. и Баратов А.Н. указывают, что именно пожар пролива и отложенное воспламенение облака часто определяют тяжесть последствий аварий на объектах хранения углеводородов, поскольку сопровождаются значительным тепловым воздействием и эффектом «домино» [5; 7].

С инженерной точки зрения одним из критических параметров, влияющих на масштаб последствий, является масса выброса СУГ до момента аварийного отсечения. Она напрямую зависит от времени срабатывания систем противоаварийной защиты. Сокращение этого времени за счет применения быстродействующей отсечной арматуры, оптимизации логики ПАЗ и резервирования измерительных каналов соответствует принципам функциональной безопасности, сформулированным в стандартах IEC 61508 и IEC 61511. Как отмечает Котляревский В.А., именно первые минуты развития аварии во многом определяют возможность ее локализации и предотвращения катастрофических последствий [3].

Не менее важным показателем является время пребывания персонала в зоне загазованности, которое складывается из времени обнаружения утечки, реакции персонала и эвакуации. Повышение плотности и оптимизация размещения газоанализаторов в критических точках, зональный принцип контроля и адресное оповещение позволяют существенно сократить этот интервал. Ибрагимов Л.Х. подчеркивает, что технические средства обнаружения должны рассматриваться в неразрывной связи с эксплуатационными регламентами и подготовкой персонала, иначе их эффективность существенно снижается [8].

Инженерные барьеры, такие как обвалование резервуаров и рациональная планировка территории, выполняют функцию локализации проливов и предотвращения распространения аварии за пределы площадки. По мнению Баратов А.Н. и Корольченко А.Я., такие пассивные меры остаются обязательным элементом защиты, поскольку они не зависят от человеческого фактора и отказов активных систем [7;5]. В условиях социальной уязвимости они также играют важную роль в снижении экологических последствий и предотвращении попадания углеводородов в почву и водные объекты [3].

Ряд авторов подчеркивает ключевую роль организационных мероприятий и управления человеческим фактором. Безручко П.В. и Кузеев И.Р. отмечают, что даже высокоавтоматизированные системы безопасности не обеспечивают приемлемого уровня риска без четких регламентов, производственного контроля и регулярной подготовки персонала [9;10]. Стандартизированные алгоритмы действий, тренировки по сценариям аварий и анализ «почти аварий» позволяют снизить вероятность ошибок и сократить время реакции в нештатных ситуациях.

Таким образом, сопоставление взглядов отечественных исследователей и требований международных стандартов показывает, что для складов СУГ, расположенных в условиях повышенной социальной уязвимости, наибольший эффект достигается за счет стратегии «внутренней сверхнадежности». Она предполагает усиление систем раннего обнаружения и противоаварийного реагирования, резервирование критических функций, применение инженерных барьеров и развитие устойчивых организационных процедур.

Проведенный анализ показал, что повышение уровня техносферной безопасности складов хранения сжиженных углеводородных газов в условиях повышенной социальной уязвимости должно основываться на риск-ориентированном подходе и концепции «защиты в глубину». Ключевыми направлениями являются сокращение времени аварийного отсечения и обнаружения утечек, повышение эффективности газоаналитического контроля и оповещения, а также применение инженерных барьеров локализации проливов.

Сопоставление мнений различных авторов в сфере техносферной и промышленной безопасности подтверждает, что технические меры должны быть неразрывно связаны с организационными и управленческими решениями, направленными на снижение влияния человеческого фактора. В условиях невозможности территориального снижения риска приоритет следует отдавать повышению внутренней надежности систем безопасности и готовности персонала к действиям в аварийных ситуациях.

Реализация комплексного набора технических, инженерных и организационных мероприятий позволяет существенно снизить вероятность реализации тяжелых аварийных сценариев и уменьшить потенциальные последствия для персонала и населения, что делает данный подход обоснованным и перспективным для действующих складов хранения СУГ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (последняя редакция). – М.: Действует на 2026 г. – Системы «КонсультантПлюс», «Гарант».
2. Закон Российской Федерации "Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 № 123 // Парламентская газета. - от 31 июля 2008 г. - № N 47-49. - с изм. и допол. в ред. от 30.04.2021.
3. Котляревский В.А. Пожарная безопасность объектов топливно-энергетического комплекса: учеб. пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. – 312 с.
4. Брушлинский Н.Н. Теория и практика управления пожарными рисками. – М.: МЧС России, 2010. – 380 с.
5. Корольченко А.Я. Пожарная опасность технологических процессов. – М.: Пожнаука, 2006. – 416 с.
6. Елохин А.Н. Анализ и управление риском: теория и практика. – М.: Полимедиа, 2002. – 280 с.
7. Баратов А.Н. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. – М.: Химия, 1987. – 272 с.
8. Ибрагимов Л.Х. Надёжность и безопасность нефтегазового оборудования. – М.: Недра, 2015. – 320 с.
9. Безручко П.В. Управление рисками в промышленной безопасности. – М.: Альпина Паблишер, 2017. – 256 с.
10. Кузеев И.Р., Ларионов В.И. Риск-ориентированный подход в обеспечении промышленной безопасности. – СПб.: Профессия, 2017. – 220 с.

ИСТОЧНИКИ И МЕХАНИЗМЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА СКЛАДАХ ХРАНЕНИЯ СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ

Вепренцев С.С. (ТБМ-1-23), Хохлачев М.О. (ПрИн-266), Беликов С.А. (ТБМ-1-23)

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры ПБ и ЗЧС Власова О.С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье рассмотрены ключевые источники и причины возникновения пожаров и чрезвычайных ситуаций на объектах хранения сжиженных углеводородных газов (СУГ). Проанализированы технологические, конструктивные, организационные и природно-климатические факторы, способствующие возникновению аварий. Особое внимание уделено нарушениям эксплуатационного режима, дефектам оборудования, ошибкам персонала и недостаткам систем автоматического контроля. Обоснованы меры по повышению промышленной и пожарной безопасности на таких объектах.

Ключевые слова: сжиженные углеводородные газы, пожарная безопасность, чрезвычайная ситуация, авария на складе, промышленная безопасность, СУГ, источники воспламенения, техническое состояние оборудования.

Склады хранения сжиженных углеводородных газов (СУГ) представляют собой объекты повышенной опасности, где потенциально возможны крупномасштабные пожары, взрывы и выбросы токсичных веществ, способные нанести значительный ущерб окружающей среде, инфраструктуре и здоровью населения. Учитывая высокую энергоёмкость и летучесть таких веществ, как пропан, бутан и их смеси, даже незначительные нарушения в эксплуатации могут привести к катастрофическим последствиям. Анализ статистики аварийности на подобных объектах в Российской Федерации за последние 15 лет свидетельствует о том, что подавляющее большинство чрезвычайных ситуаций имеет технологическую природу и связано с комплексом взаимосвязанных факторов, включая износ оборудования, недостаточный контроль за параметрами хранения и ошибки персонала [1].

Одним из наиболее распространённых источников возникновения пожаров является утечка СУГ, вызванная коррозионным износом резервуаров, разгерметизацией фланцевых соединений, повреждениями арматуры или нарушением целостности трубопроводов.

Сжиженные газы при атмосферном давлении мгновенно испаряются, образуя тяжёлую газозооушную смесь, которая стелется по поверхности земли и может распространяться на значительные расстояния. При контакте с любым источником зажигания — от искры статического электричества до открытого пламени или горячей поверхности — происходит мгновенное воспламенение, часто сопровождающееся взрывом. Особенно опасны сценарии при которых резервуар с СУГ, подвергшийся интенсивному тепловому воздействию, теряет прочность и разрушается с выбросом большого объёма горючего вещества.

Помимо технических причин, значительную роль в возникновении аварий играет человеческий фактор. Нарушения правил проведения пуско-

наладочных работ, несвоевременное техническое обслуживание, отключение систем автоматики «для упрощения эксплуатации», ошибки при перекачке или заполнении резервуаров — всё это создаёт условия для формирования аварийной обстановки.

В ряде случаев чрезвычайные ситуации возникают вследствие несоблюдения требований промышленной безопасности при проектировании и размещении объектов: недостаточные противопожарные разрывы, отсутствие систем локализации разлива, несоответствие материалов конструкций требованиям взрывобезопасности. Также нельзя игнорировать внешние риски: природные явления (грозы, сильный ветер, сейсмическая активность), аварии на смежных объектах и даже несанкционированное вмешательство третьих лиц (например, при проведении земляных работ без согласования) [2].

Важно отметить, что эффективность предотвращения пожаров и чрезвычайных ситуаций напрямую зависит от уровня оснащённости объектов современными системами безопасности. К ним относятся автоматические установки газового контроля, системы пожаротушения с применением пенных составов или водяных завес, устройства заземления и уравнивания потенциалов, а также комплексы телемеханики и дистанционного управления [3]. Однако наличие оборудования само по себе не гарантирует безопасность — требуется регулярная его диагностика, калибровка датчиков, обучение персонала действиям в нештатных ситуациях и строгое соблюдение регламентов эксплуатации.

Практика показывает, что наибольшее количество инцидентов фиксируется на объектах, введенных в эксплуатацию более 25–30 лет назад, где не проводилась комплексная модернизация или замена устаревшего оборудования. В то же время новые склады, построенные с учётом современных норм пожарной и промышленной безопасности, демонстрируют значительно более низкий уровень риска. Это подтверждает необходимость не только жёсткого контроля за состоянием действующих объектов, но и совершенствования нормативно-технической базы МЧС России, Ростехнадзора, а также согласованной с международными стандартами.

Таким образом, обеспечение безопасности на складах хранения СУГ требует системного подхода, включающего техническое обновление инфраструктуры, усиление надзорных функций, повышение квалификации персонала и развитие культуры безопасности на всех уровнях управления [4]. Только комплексное взаимодействие инженерных, организационных и нормативно-правовых мер способно минимизировать вероятность возникновения пожаров и чрезвычайных ситуаций, а в случае их возникновения — ограничить масштаб последствий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аналитический отчёт о состоянии промышленной безопасности на объектах хранения СУГ в Российской Федерации в 2023 году / Научно-технический центр «Промышленная безопасность». — М., 2024. — 45 с. — Электрон. дан. — URL: <https://ntc-prombez.ru/reports/sug-2023> (дата обращения: 26.12.2024).

2. Правила безопасности складов сжиженных углеводородных газов : утв. приказом Ростехнадзора от 15.12.2020 № 544. – М. : Ростехнадзор, 2021. – 86 с.
3. Лойко, В. И. Пожаровзрывоопасность объектов хранения и переработки углеводородного сырья / В. И. Лойко, А. Н. Барановский. – М. : Недра, 2021. – 312 с. – ISBN 978-5-247-02789-5.
4. Безопасность при хранении и транспортировании сжиженных газов : учеб. пособие для вузов / под ред. С. П. Воскресенского. – СПб. : Изд-во СПбГУПТД, 2022. – 224 с. – ISBN 978-5-91450-312-7.

АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ЗАЖИГАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ НАСОСНОЙ ПЕРЕКАЧИВАЮЩЕЙ СТАНЦИИ

к.т.н., доц. Власова О.С.¹, Хохлачев М.О. (ПрИн-266)¹, к.т.н. Клименти Н.Ю.²

¹ Волгоградский государственный технический университет

² Академия государственной противопожарной службы Министерства по чрезвычайным ситуациям России

Аннотация: В настоящей работе проведён системный анализ уязвимости ключевых технологических узлов насосной перекачивающей станции (НПС) с точки зрения возможного возникновения источников искр. Выявлены доминирующие механизмы искрообразования — электрической, механической и электростатической природы — и обоснованы технические меры по их минимизации в рамках современных требований промышленной безопасности.

Ключевые слова: насосная перекачивающая станция, искробезопасность, взрывоопасная среда, статическое электричество, взрывозащищённое оборудование, промышленная безопасность.

В условиях эксплуатации объектов магистрального нефтепроводного транспорта обеспечение искробезопасности представляет собой одну из приоритетных задач промышленной безопасности, обусловленную постоянным наличием потенциально взрывоопасной среды, образующейся при контакте паров углеводородов с атмосферным воздухом. Даже минимальный искровой разряд, энергия которого превышает порог воспламенения нефтяных паров (составляющий в среднем 0,2–0,3 мДж), способен спровоцировать пожар или взрыв, что делает необходимым системный анализ всех возможных источников искрообразования на территории насосной перекачивающей станции (НПС) [1].

Наибольшую уязвимость в этом контексте демонстрирует насосный цех, где сосредоточены высокомошные центробежные агрегаты, электродвигатели и трубопроводная арматура, работающие под давлением до 10 МПа. В случае нарушения целостности изоляции обмоток, возникновения межвитковых замыканий или коммутационных переходов в неисправных пускорегулирующих устройствах возможно появление электрических искр, особенно если применяемое оборудование не соответствует требованиям взрывозащиты. Параллельно с этим, механические источники искр формируются вследствие дисбаланса в работе роторов, износа подшипниковых узлов или ослабления соединительных муфт, что приводит к ударному контакту металлических поверхностей и локальному нагреву, способному инициировать воспламенение в условиях утечки нефти через неисправные сальниковые или торцевые уплотнения.

При этом необходимо отметить, что особую опасность с точки зрения искрообразования представляют резервуары с плавающими крышами, эксплуатация которых сопряжена с риском накопления статического электричества на поверхности понтона или крыши, особенно при нарушении режима налива (превышении скорости потока свыше 1 м/с) или отсутствии надёжного электрического соединения с корпусом резервуара. В таких условиях возможен

разряд статического электричества, энергия которого достаточна для воспламенения паровоздушной смеси, концентрация которой достигает максимального уровня в зоне над зеркалом нефти. Аналогичный риск возникает при использовании не заземлённого измерительного или пробоотборного инструмента, что подтверждается многочисленными случаями инцидентов, зафиксированными в отчётах надзорных органов.

Важным аспектом является несоблюдение правил монтажа и техники безопасности при установке контрольно-измерительных приборов и автоматики. Наиболее характерными примерами нарушений являются: установка датчиков без маркировки взрывозащиты в зонах класса В-I, повреждение изоляции кабельных трасс вследствие старения или внешних механических воздействий, а также отсутствие единого контура заземления могут создать условия для возникновения искровых разрядов даже при штатной работе оборудования [2].

Существенный вклад в общий риск искрообразования вносят нарушения электробезопасности НПС. При энергообеспечении оборудования бывают следующие опасные ситуации: выхлопные коллекторы дизель-генераторов нагреваются до температур, значительно превышающих температуру самовоспламенения углеводородов (210–280 °С), а в процессе зарядки стационарных аккумуляторных батарей происходит выделение водорода — газа с чрезвычайно низкой минимальной энергией воспламенения (0,017 мДж). Поэтому в помещениях насосных станций необходимо строго соблюдать требования к вентиляции и исключению любых источников искр в помещении.

Кроме того, неисправная система молниезащиты или её отсутствие превращает объект в потенциальную мишень для прямого удара молнии — природного источника разряда, энергия которого неизмеримо превосходит порог воспламенения любых техногенных смесей.

В этой связи эффективное снижение вероятности искрообразования возможно лишь при реализации комплексного подхода, включающего обязательное применение сертифицированного взрывозащищённого оборудования во всех зонах, отнесённых к категориям В-I и В-II, обеспечение непрерывного уравнивания потенциалов всех металлоконструкций и строгий контроль за состоянием систем заземления [3].

Для снижения потенциальной возможности возникновения пожароопасных ситуаций на НПС необходимо применять ряд мероприятий по снижению риска возникновения искр и источников зажигания:

- строго соблюдать правила пожарной безопасности на территории НПС, включая запрет курения, использования открытого огня и несертифицированного оборудования во взрывоопасных зонах;
- обучать персонал правилам, требованиям пожарной безопасности и действиям при ЧС и работе во взрывоопасных зонах (включая использование искробезопасного инструмента);
- применять искробезопасное и взрывозащищённое электрооборудование (маркировка Ex) во всех зонах класса В-I, В-Ia, В-II и др.;

- регулярно проверять состояние электропроводки, заземления и молниезащиты (не реже 1 раза в год, а также после аварий или гроз);
- исключить неконтролируемые коммутации — запретить подключать/отключать оборудование под нагрузкой в зонах возможного скопления паров нефтепродуктов;
- строго контролировать ситуацию с износом оборудования (насосов, фланцев, уплотнений) своевременно заменять детали;
- устанавливать защитные кожухи и экраны на вращающиеся части насосов и приводов для исключения контакта с посторонними предметами;
- обеспечивать непрерывное заземление всех металлических конструкций, резервуаров, трубопроводов и транспортных средств при сливе/наливе;
- контролировать скорость перекачки нефтепродуктов — снижение скорости в начальный период налива для минимизации генерации статического заряда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кабалов, В. А. Пожаровзрывобезопасность оборудования нефтегазового комплекса / В. А. Кабалов. — М. : Недра, 2022. — 328 с. — ISBN 978-5-477-00876-5.
2. Глазков, А. В. Анализ причин аварий на объектах магистрального нефтепроводного транспорта и меры по их предупреждению / А. В. Глазков, А. Ю. Семёнов // Безопасность труда в промышленности. — 2023. — № 9. — С. 45–52. — DOI 10.47412/0445-8655-2023-9-45.
3. Правила безопасности для опасных производственных объектов магистрального транспорта углеводородов : утв. Ростехнадзором 28.11.2023 № 514. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901799936> (дата обращения: 28.12.2025).

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА, ИМЕЮЩЕГО ОТКЛОНЕНИЯ ОТ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Войтюк А.А., Игнаткина Д.О., Геращенко А.А.

Научный руководитель — к.т.н., доцент кафедры ПБ и ЗЧС Власова О.С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье описан комплекс инженерно-технических мероприятий, направленных на повышение пожарной безопасности объекта при увеличении его полезной площади путем строительства пристройки к нему.

Ключевые слова: реконструкция, пристройка, пожарная безопасность, отклонения от нормативных требований, специальные технические устройства, компенсирующие мероприятия дренчерные завесы.

Вопрос увеличения полезной функциональной площади здания в процессе его реконструкции зачастую решается путем строительства капитальной пристройки к нему. Это новые помещения, которые возводятся за пределами абриса наружных стен существующего здания, но конструктивно и технологически остаются связанными с ним [1].

Помимо задач, связанных с сопряжением строительных конструкций и их включением в совместную работу, необходимо учитывать требования в области пожарной безопасности возводимого объекта и его влияние на пожарную безопасность существующего здания [2].

Согласно [3] пристраивание к зданиям допускается в случаях, оговорённых нормативными требованиями. При этом нужно соблюдать противопожарные расстояния до соседних зданий и сооружений от пристроек с учётом их пожарно-технической классификации. Однако анализ проектной деятельности показывает, что на практике это не всегда выполнимо, а данная проблематика, в свою очередь, требует разработки специальных технических условий (СТУ) предусматривающих выполнение компенсирующих мероприятий [4]. На примере реализации (рис. 1) реконструкции здания медицинского назначения задача разработки СТУ обусловлена отсутствием нормативных требований пожарной безопасности к выбору противопожарных преград между зданиями пристраиваемого диагностического блока (Объекта) и соседними зданиями (пожарными отсеками).

При пристраивании объекта к соседнему зданию между ними необходимо предусмотреть противопожарную стену (перекрытие) 1-го типа.

В случае пристраивания Объекта к зданию меньшей этажности (меньшей высоты) предусматривается:

- устройство противопожарной стены (перекрытия) 1-го типа в проекции примыкания зданий;
- выполнение части наружной стены проектируемого корпуса, обращённой к существующему зданию, противопожарной 1-го типа, расположенной на расстоянии менее 4 м по горизонтали и менее 8 м по вертикали до любой конструкции существующего здания.



1 – существующее здание ожогового корпуса большей этажности; 2 – пристраиваемое здание диагностического корпуса; 3 – существующее здание хирургического корпуса меньшей этажности.

Рис. 1. Пристройка к зданиям разной этажности

В случае пристраивания объекта к зданию большей этажности (большей высоты), устройство участка покрытия проектируемого корпуса предусмотреть противопожарным 1-го типа на расстоянии не менее 4 м от соседнего здания. Устройство верхнего слоя участков этих покрытий на расстоянии не менее 4 м до примыкающих стен существующего здания предусмотреть из негорючих материалов толщиной не менее 30 мм.

Пристраивание объекта к зданию большей ширины, в том числе при наличии выступающих частей стены существующего здания относительно фасада корпуса, предусмотреть при условии, что указанные выступающие части стены отвечают требованиям для противопожарных стен 1-го типа или предусмотреть специально возведенную отдельно стоящую стену, отвечающую требованиям для противопожарных стен 1-го типа на всю ширину и высоту выступающих частей.

При этом противопожарные расстояния от объекта до существующих зданий не нормируется при выполнении требований п.4.11 СП 4.13130.2013.

Для ограничения распространения пожара между Объектом и соседними зданиями, расположенными на расстоянии менее 6 м, должно предусматриваться устройство противопожарной преграды в виде водяной завесы (далее дренчерной завесы) (рис. 2) с временем работы не менее 1 часа. Данные решения должны быть подтверждены теплотехническим расчётом.

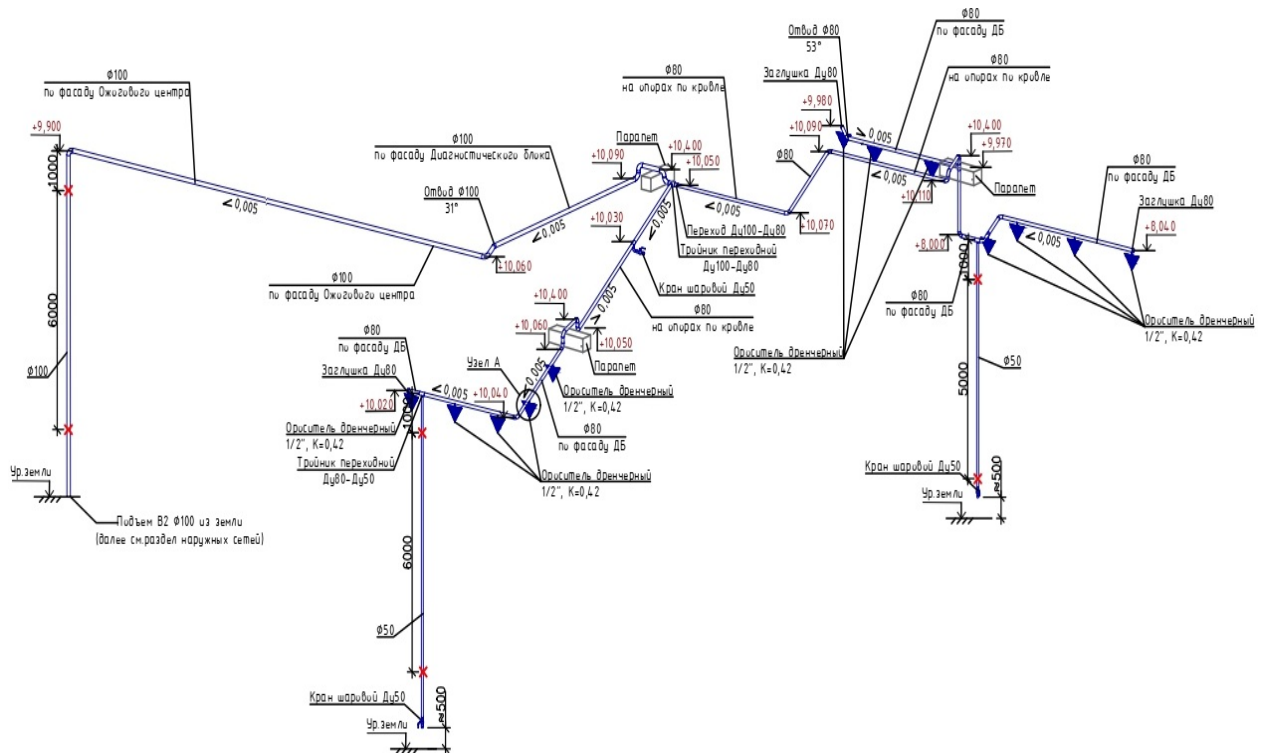


Рис. 2. Схема противопожарной преграды в виде дренажной завесы

Распределительный трубопровод дренажной завесы с оросителями должен быть предусмотрен в одну нитку в местах, где расстояние от объекта защиты до соседних зданий в свету составляет менее 6 м, на расстоянии от стены объекта защиты не более 1 м и располагаться на высоте, определяемой теплотехническим расчётом или по верхней части фасада здания диагностического блока.

Расстояние между оросителями дренажной завесы вдоль распределительного трубопровода при монтаже в одну нитку следует определять из расчёта обеспечения по всей ширине защиты удельного расхода 1 л/(с·м).

Устройство дренажной завесы выполняется на отдельном направлении насосной станции пожаротушения обслуживающей объект защиты.

Запуск дренажной завесы должен быть предусмотрен как в ручном режиме от устройств, установленных в узле управления, в дистанционном режиме — от кнопок ручного пуска с пожарного поста (помещения охраны) с круглосуточным присутствием дежурного персонала так и в автоматическом режиме от запуска системы пожарной сигнализации (от извещателей пламени в количестве не менее двух, установленных на фасаде объекта, ориентированном в сторону соседних зданий, а также от системы пожарной сигнализации здания. При этом устройство ручного пуска следует защитить от случайного приведения его в действие, механического повреждения и расположить его вне возможной зоны горения [5].

Подключение дренажной завесы предусмотреть с установкой на нем арматуры, постоянное положение которой «закрыто» и с выведенными патрубками для подключения передвижной пожарной техники, расположенными на высоте на высоте $(1,20 \pm 0,15)$ м.

Фасады здания должны быть предусмотрены из негорючих материалов (НГ).

При этом общая площадь проёмов в наружных стенах, где устанавливается дренчерная завеса не должна превышать 25% их площади.

Таким образом, разработка специальных мероприятий и их реализация позволяют решать задачи, связанные с обеспечением пожарной безопасности объектов, имеющих отклонения от нормативных требований в области пожарной безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс "Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 № 190-ФЗ // Российская газета. - 30.12.2004 г. - № 290. - с изм. и допол. в ред. от 02.07.2021.

2. Закон Российской Федерации "Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 № 123 // Парламентская газета. - от 31 июля 2008 г. - № N 47-49. - с изм. и допол. в ред. от 30.04.2021.

3. Свод правил "Свод правил СП 4.13130.2013 "Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям" " от 24.04.2013 № 4.13130.2013 // Зарегистрирован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии 18 июня 2013 г. - с изм. и допол. в ред. от 14.08.2020.

4. Приказ Министра России от 30.11.2020 №734/пр «Об утверждении Порядка разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: Электронная справочно-информационная система «Гарант».

5. Свод правил СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» содержит требования к дренчерным установкам пожаротушения. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: Электронная справочно-информационная система «Гарант».

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ВЕСА ДЫХАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПОЖАРНЫХ

Гарбузов Д.Р. (ГЗ-841)

Научный руководитель - к.т.н., доц. кафедры СТС Сыровой Г.В.

Институт Гражданской защиты ФГБУ ВО «Луганский государственный университет
им. В. Даля», г. Луганск

Аннотация: в статье рассматриваются актуальные пути снижения массы дыхательных аппаратов (ДА) для пожарных, что является критически важным для повышения мобильности, выносливости и безопасности личного состава при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ. Актуальность исследования обусловлена высокой физической нагрузкой на пожарных в условиях задымления, высоких температур и ограниченного пространства. Основным направлением оптимизации стало применение композитных материалов, таких как углепластики и арамидные волокна и использование модульности.

Ключевые слова: дыхательный аппарат, снижение массы, композитные материалы, эргономичность, удельная прочность, топливные элементы, модульная конструкция, безопасность.

Современные дыхательные аппараты для пожарных представляют собой сложные инженерно-технические системы, обеспечивающие защиту органов дыхания и зрения в условиях недостатка кислорода и присутствия токсичных продуктов горения. Согласно данным МЧС России, средняя масса дыхательного аппарата для сжатого воздуха (ДАСВ) составляет $12,5 \pm 1,2$ кг, что создаёт значительную статическую и динамическую нагрузку на опорно-двигательный аппарат пожарного, особенно при работе в ограниченном пространстве и высоких температурах [1]. Это приводит к ускоренной утомляемости, снижению координации и повышению риска тепловых поражений [2].

Также в последние годы в дыхательный аппарат (ДА) интегрируют тепловизионные камеры, датчики газоанализа, средства связи и телеметрии. Это неизбежно увеличивает массу аппарата, что приводит к снижению мобильности. Увеличение массы ДА на 1 кг снижает среднюю скорость передвижения пожарного на 3–5 % и соответственно снижает время выполнения типовых задач на 7–10 % [3].

Таким образом, снижение массы ДА без ущерба для безопасности и функциональности становится одной из ключевых в области пожарно-спасательной техники и является актуальной задачей.

Цель исследования разработать рекомендации по снижению массы дыхательных аппаратов для пожарных на 25–40 % при сохранении времени защитного действия не менее 60 мин и соответствии требованиям ГОСТ Р 53255-2019 «Аппараты дыхательные со сжатым воздухом с открытым циклом дыхания».

В качестве материала для исследования были взяты композитные материалы, такие как углепластики (Т-800), арамидные ткани (Русар-НТ), гибридные ламинаты и металлические титановые (ВТ6), алюминиевые (АМг6) сплавы. Также изготовленные металлические баллоны высокого давления (300 бар) и композитные (450 бар).

В качестве измерительного оборудования применены тензометрические датчики, динамометры, термокамеры. Испытания проводились в климатической камере ($-40...+80\text{ }^{\circ}\text{C}$), на вибростенде и стенде для проверки герметичности.

Ключевым направлением снижения массы ДА является замена традиционных материалов, используемых в аппаратах на композитные с высокой удельной прочностью. В табл. 1 приведены сравнительные характеристики перспективных материалов.

Таблица 1

Удельная прочность материалов для элементов ДА

Материал	Плотность, г/см ³	Предел прочности, МПа	Удельная прочность, км
Сталь 30ХГСА	7,8	1200	15,4
Титан ВТ6	4,43	950	21,4
Углепластик UD	1,78	2500	161,3
Арамид Русар НТ	1,44	2800	194,4

Из данных табл. 1 вытекает, что углепластики и арамидные материалы превосходят металлы по удельной прочности в 8–12 раз, что делает их оптимальными в использовании для корпусов, креплений и защитных оболочек.

Основным элементов в каждом аппарате является баллон высокого давления. Масса баллона составляет 40–50 % от общей массы ДА. Переход на композитные баллоны (рис. 1) позволяет снизить массу на 30–40 %.



а)



б)

Рис. 1. Аппарат дыхательный Р-30м и реанимационный ГС-11с баллонами а) металлическим, б) металлокомпозитным

Анализ используемых в настоящее время дыхательных аппаратов показал, что доля массы основных компонентов в стандартном ДА составляет (в %): баллон 45 %, редуктор и клапаны 20%, энергосистема 15%, теплозащита 10%, крепление и корпус 10%. Следовательно применение модульной схемы компоновки ДА также позволит снизить вес аппарата за счет исключения избыточных компонентов в зависимости от сценария применения (тушение в здании, работа в тоннеле, высотные операции). В табл. 2 приведены варианты комплектации ДА в зависимости от сценария применения.

Варианты комплектации ДА по сценариям применения

Сценарий	Обязательные модули	Опциональные модули	Масса, кг
Тушение в здании	1, 2, 3, 6	4, 5	9,2
Работа в тоннеле	1, 2, 3, 4, 6	5	10,8
Высотные операции	1, 2, 3, 5, 6	4	9,6

В таблице 2 в качестве модульной компоновки ДА были приняты следующие элементы: 1 - композитный баллон; 2 - редуктор с электронным управлением; 3 - блок энергопитания; 4 - система теплозащиты; 5 - модуль связи и телеметрии; 6 - эргономичный крепёж. Проведенная статистическая обработка использования модульности показала снижение средней массы ДА на 15–20 % за счёт отказа от невостребованных функций.

Результаты данного исследования могут быть использованы производителями ДА для оптимизации массогабаритных характеристик, разработчиками нормативных документов при актуализации требований к ДА, а также учебными центрами МЧС для совершенствования программ подготовки пожарных.

Выводы. Снижение массы ДА на 25–48 % технически реализуемо за счёт использования комплексного применения композитных материалов для баллонов высокого давления и элементов крепления корпуса, а также использования модульной компоновки с 12,5 до 6,5 кг при сохранении времени защитного действия равное 60 мин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дейнека, И.Г. Пути решения проблемы снижения веса при сохранении надежности при производстве композитных баллонов воздушных аппаратов пожарных-спасателей / И.Г. Дейнека, Я.А. Гусенцова, В.Ю. Малкин // Строительные и дорожные машины. Т. 69 №1, 2025. С. 72-82
2. Немцев, А. В. Актуальные вопросы применения изолирующих промышленных самоспасателей. Часть 1. Самоспасатели на химически связанном кислороде / А. В. Немцев, Э. М. Вэстморлэнд // Безопасность труда в промышленности. – 2013. – № 2. – С. 62 – 66.
3. Организация пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ: практикум / А.О. Семенов [и др.]. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020 – 105 с.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ И РЕАЛИЗАЦИИ ОПАСНЫХ СОБЫТИЙ: СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Герасименко Н.М., Рогозин Ю.О.

Научный руководитель – д.т.н., профессор, заведующая кафедрой промышленной безопасности и охраны окружающей среды Глебова Е.В.

Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет) им. И.М. Губкина

Аннотация: в статье исследованы индивидуальные факторы, потенциально влияющие на реализацию опасных событий (производственный травматизм и профессиональные заболевания). Определены индивидуальные качества работников, статистически значимо взаимосвязанные с реализованными опасными событиями.

Ключевые слова: профессиональный риск, травматизм, профессиональное заболевание, индивидуальный фактор, индивидуальные качества, обработка нечисловой информации.

Профессиональный риск обусловлен не только факторами производственной среды (высота, электрический ток, шум, вибрация, радиация и т.д.) [1], но и индивидуальными факторами – индивидуальными качествами и характеристиками работника, исполняющего трудовые обязанности в текущий момент времени [2, 3]. Наличие профессиональных рисков повышает вероятность возникновения опасных событий (производственный травматизм, профессиональное заболевание).

Целью настоящего анализа является исследование взаимосвязи между индивидуальными факторами и опасными событиями.

Для реализации поставленной цели разработан специальный опросник, измеряющий качественную выраженность признаков низкой степени ответственности и эмоциональной неустойчивости. Опросник содержит информацию по социально-демографическим показателям (возраст, образование, стаж работы на данном предприятии, общий стаж работы) и по фактам несчастных случаев, полученным микротравмам и выявленным профессиональным заболеваниям.

Опросник обладает высокой внутренней согласованностью утверждений (альфа Кронбаха 0,933) и высокой степенью содержательной валидности.

Анонимный опрос в онлайн-формате с использованием Яндекс формы проведен среди инженерно-технических работников основного и вспомогательного производств газотранспортного предприятия (n=219).

Анализировалось наличие статистически значимых связей между парами дискретных качественных признаков: независимыми переменными, представленными индивидуальными качествами и характеристиками («Возраст», «Образование», «Стаж работы на данном предприятии», «Общий стаж работы», «Степень ответственности», «Эмоциональность»), и зависимой бинарной переменной «Травма», представленной опасными событиями.

Для создания бинарной зависимой переменной «Травма» работники разделены по качественному признаку на две группы:

1-я группа «Травма» – работники, получившие травму и/или профессиональное заболевание на предприятии ($n = 146, 66,7\%$).

2-я группа «Без травмы» – работники, не получившие травму и/или профессиональное заболевание на предприятии ($n = 73, 33,3\%$).

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена в программном комплексе IBM SPSS Statistics 23 [4]. Критический уровень значимости «р» при проверке нулевых гипотез принимался равным 0,05.

Согласно теории измерений [5] анализируемые эмпирические данные формально имеют нечисловую природу, т.к. при измерениях в категориальных шкалах отсутствует информация о величине расстояний между элементами в исследуемой выборке.

Установлено, что исследуемые переменные не подчиняются нормальному распределению ($p < 0,05$).

Исследование взаимосвязи между парами, сформированными независимыми переменными и зависимой переменной «Травма», проводилось с использованием анализа таблиц сопряженности, в которых оценивался достигнутый уровень статистической значимости критерия хи-квадрат Пирсона. Анализ указанных показателей свидетельствует о наличии статистически значимых связей для парных переменных «Степень ответственности» – «Травма» и «Эмоциональность» – «Травма» ($p = 0,000$) (Табл. 1).

Таблица 1

Анализ взаимосвязи независимых переменных и зависимой переменной «Травма»

Парные переменные	Значение хи-квадрат Пирсона	Асимптотическая значимость (2-сторонняя)	Значение d Сомерса	Приблизительная значимость
Степень ответственности – Травма	64,772	0,000	0,367	0,000
Эмоциональность – Травма	22,571	0,000	0,211	0,000
Возраст – Травма	1,090	0,780	-0,048	0,450
Образование – Травма	3,446	0,179	0,224	0,027
Стаж работы на данном предприятии – Травма	1,114	0,774	0,035	0,491
Общий стаж работы – Травма	1,400	0,706	0,041	0,447

Дополнительно были вычислены ранговые коэффициенты корреляции Гамма и d Сомерса, характеризующие оценку интенсивности и направление связи исследуемых качественных переменных [6].

Полученные значения коэффициентов корреляции Гамма и d Сомерса указывают на наличие слабых статистически значимых положительных связей: с ростом значений порядковых переменных «Степень ответственности» и «Эмоциональность» вероятность наступления события бинарной переменной «Травма» увеличивается. Это подтверждает гипотезу о том, что при увеличении выраженности у респондентов качественных признаков низкой сте-

пени ответственности и эмоциональной неустойчивости уровень профессионального риска имеет тенденцию к росту.

Вместе с тем, коэффициент Гамма имеет особенность: он игнорирует наблюдения с одинаковыми значениями по одной из переменных (связанные пары). Поскольку зависимая переменная «Травма» бинарная, в данных неизбежно много совпадений. Из-за этого Гамма часто завышает реальную силу связи. Коэффициент d Сомерса является модификацией Гаммы. Этот показатель более консервативен и надежен для бинарных зависимых переменных [6]. В Таблице приведены только значения коэффициентов d Сомерса.

Для переменных, определяющих социально-демографические показатели («Возраст», «Образование», «Стаж работы на данном предприятии», «Общий стаж работы»), статистически значимые связи с зависимой переменной «Травма» не обнаружены ($p > 0,05$) (Табл. 1).

Таким образом, индивидуальные качества работников исследуемых групп (ответственность, как компонент структуры мотивации, и эмоциональность, как компонент темперамента), обуславливающие индивидуальные факторы, статистически достоверно взаимосвязаны с реализованными опасными событиями (производственный травматизм, профессиональное заболевание) – с ростом значений порядковых переменных вероятность наступления опасного события растет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оценка эффективности системы управления рисками на горнодобывающих предприятиях / Д. К. Жолманов, О. М. Зиновьева, А. М. Меркулова, Н. А. Смирнова // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2022. № 10. С. 166-176. https://doi.org/10.25018/0236_1493_2022_10_0_166
2. Reyesa R.M., de la Rivaa J., Maldonadob A., Woocaya A., de la O R. Association between Human Error and Occupational Accidents' Contributing Factors for Hand Injuries in the Automotive Manufacturing Industry. Procedia Manufacturing. 2015. № 3. P. 6498-6504. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.936>
3. Виноградова, О. В. Роль персонала в обеспечении безопасности на угледобывающих предприятиях / О. В. Виноградова // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2021. № 2-1. С. 64-76. <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2021-21-0-64-76>
4. Бююль, А. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановления скрытых закономерностей / А. Бююль, П. Цёфель. Санкт-Петербург : ДиаСофтЮП, 2005. 608 с. ISBN 5-93772-132-2.
5. Пфанцагль, И. Г. Теория измерений / И. Г. Пфанцагль. М. : Мир, 1976. 248 с.
6. Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А. И. Кобзарь. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. 816 с. ISBN 978-5-9221-1375-5.

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ АВАРИЙНОСТИ, ТРАВМАТИЗМА И ДЕЙСТВИЯ ПЕРСОНАЛА ООП «ТОПЛИВНОЕ ХОЗЯЙСТВО ТЭЦ»

Геращенко А.А., Игнаткина Д.О., Власова О.С.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в данной статье проанализированы основные причины ЧС на различных объектах ТЭЦ; приведены действия производственного персонала по локализации и ликвидации аварий, а также мероприятия, направленные на обеспечение безопасности населения.

Ключевые слова: авария, нефтепровод, оборудование, взрыв, разлив, пожар, разгерметизация, опасное вещество, опасная зона.

Топливное хозяйство тепловых электростанций (ТЭЦ) является одной из ключевых, но при этом и наиболее рискованных зон предприятия. Сложность технологических процессов, работа с горючими материалами, наличие высокого напряжения и значительных механических нагрузок создают предпосылки для возникновения аварийных ситуаций и производственного травматизма. Эффективное функционирование этого комплекса напрямую зависит от комплекса мер, направленных на оценку факторов аварийности, травматизма и действий персонала [1].

Возможный наиболее вероятный сценарий аварии: разгерметизация технологического оборудования в здании мазутной насосной станции диаметром 12,5 м, выброс опасного вещества → образование разлива жидкой фазы → образование пожароопасной зоны → при наличии источника зажигания – возгорание и пожар разлива → поражение производственного персонала, тепловое воздействие на оборудование, здания и сооружения, коммуникации, загрязнение атмосферы продуктами горения.

Возможный сценарий наиболее опасный по последствиям аварии: разрушение технологического оборудования мазутного резервуара 10000 м³, выброс опасного вещества → образование разлива жидкой фазы → образование пожароопасной зоны → при наличии источника зажигания – возгорание и пожар разлива → поражение производственного персонала, тепловое воздействие на оборудование, здания и сооружения, коммуникации, загрязнение атмосферы продуктами горения [2].

Возможные источники (места) аварии:

- внутренняя/внешняя коррозия;
- разгерметизация стыка;
- заводской дефект труб;
- нарушение инструкций по пуску и остановке оборудования;
- несвоевременный ремонт и техническое обслуживание КИП и ПАЗ;
- ошибки персонала, нарушение технологических норм;
- неисправность системы заземления оборудования и трубопроводов, накопление статического напряжения;
- нарушение требований пожарной безопасности.

Таблица 1

Перечень аварий, имевших место на других аналогичных объектах и анализ основных причин ЧС

Дата и место	Описание аварии	Причина аварии	Последствия
03.10.2012 г. Санкт-Петербург, ТЭЦ-15	Взрыв маслблока на ТЭЦ-15.	Нет данных	1 пострадавший, термические ожоги головы, туловища, ног и рук 2-4 степени
29.05.2020 г. Норильско-Таймырская энергетическая компания (НТЭК), ТЭЦ-3	Розлив дизельного топлива.	Разгерметизация бака дизельного топлива, крайняя изношенность оборудования	Загрязнение окружающей среды
14.03.2020 г. г. Находка (Приморский край)	На топливном складе котельной КГУП "Примтеплоэнерго" в результате взрыва произошел выброс из емкости порядка 1,6 тыс. тонн мазута на площади около 1 га.	Взрыв	Пострадали расположенное рядом озеро Соленое и его береговая полоса.
20.04.2020 г. месторождение имени Р. Требса и А. Титова ("Башнефть-Полюс")	При проведении работ по расконсервации скважины произошел неконтролируемый выброс нефти.	Разгерметизация	На землю вытекло около 2 200 тонн нефти, площадь загрязнения составила 1 га.
15.11.2004 г. Иркутская обл., на магистральном нефтепроводе "Западная Сибирь - Ангарск" (принадлежит компании "Транснефть")	В промышленной зоне между городами Зима и Саянск произошел разрыв трубопровода.	Разгерметизация	На поверхность вытекло около 4,5 тонн нефти.
29.01.2003 г. Пензенская область, в 4 км юго-западнее Кузнецка	Произошел прорыв магистрального нефтепровода "Дружба" и возгорание. Утечка произошла во время профилактических работ: при попытке перекрыть задвижку нефтепровода произошли выброс и воспламенение конденсата.	Разгерметизация	Погиб рабочий-бульдозерист, три человека пострадали. Вытекло около 10 тыс. тонн сырой нефти, площадь разлива составила 2 тыс. кв. м.
12.06.1999 г. Салаватский район республика Башкортостан	Произошел разрыв магистрального нефтепровода "Туймазы - Омск - Новосибирск"	Разгерметизация	Вытекло около 1 тыс. тонн нефти, половина объема попала в реку Ай.

Начальник участка производит осмотр места повреждения и определяет его характер; дает указание на ограждение опасной зоны, вывешивание плакатов и выставление наблюдающих. При необходимости организует бригаду для проведения ремонтных работ. В случае необходимости, по прибытии спасателей на станцию для ликвидации последствий аварии, начальники участков и руководство станции совместно со специалистами ООП «ТЭЦ» проводят все необходимые мероприятия по локализации аварийной ситуации и ликвидации ее последствий.

Начальник смены мазутной насосной станции сообщает о нарушении: управляющему, главному инженеру, руководству участков, диспетчерам, ответственным лицам согласно регламенту передачи сообщений. Определяет опасную зону, ограждает ее, вывешивает плакаты, выставляет наблюдающих и производит эвакуацию людей из опасной зоны [3].

Если нарушение сопровождается возгоранием, вызывает пожарную команду, до прибытия пожарной команды организует локализацию пожара, является руководителем тушения пожара. Если в ходе развития нарушения появляются пострадавшие, вызывает скорую помощь и фельдшера ТЭЦ, до прибытия специалист организует оказание первой помощи пострадавшим, докладывает ситуацию дежурному.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орловский С.Н. Безопасность условий труда в энергетике. - Инфра-М, 2023. - 265 с.
2. Назмеев Ю.Г. Мазутные хозяйства ТЭС. - М: МЭИ, 2002. - 612 с.
3. Алёхин Г.Г. Анализ аварийных ситуаций на теплоэлектроцентралях // Молодой учёный. - 2018. - №42. - С. 1-3.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МАЗУТНЫХ ХОЗЯЙСТВ: ОТ АНАЛИЗА РИСКОВ ДО ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ

Геращенко А.А., Игнаткина Д.О., Власова О.С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в данной статье описаны направления исследований, связанные с предотвращением и ликвидацией возгораний в мазутном хозяйстве ТЭЦ. Они охватывают широкий спектр важных вопросов и дают четкое представление о том, какие задачи стоят перед исследователями и специалистами в этой области.

Ключевые слова: авария, мазут, мазутное хозяйство, возгорание, риск, безопасность.

Эффективное управление пожарной безопасностью мазутных хозяйств, требует комплексного научно-технического подхода, охватывающего все этапы – от прогнозирования рисков до повышения готовности персонала.

Анализ и оценка рисков являются фундаментом. Необходимо углубленное исследование пожароопасных свойств мазута различных марок, включая изучение условий его самовозгорания и пределов воспламеняемости паров. Разработка математических моделей позволяет прогнозировать динамику распространения пламени и дымовых газов в резервуарных парках, что критически важно для планирования эвакуации и тушения [1].

Проектирование и оптимизация противопожарных мероприятий базируются на результатах оценки рисков. Так, выбор оптимальных схем размещения оборудования и зон хранения мазута, расчет безопасных расстояний между объектами инфраструктуры ТЭЦ, а также гидравлическое моделирование систем пожаротушения (пенного, водяного) обеспечивают максимальную эффективность защитных мероприятий.

Нет сомнений в актуальности перехода к превентивным мерам автоматизации обнаружения и локализации возгораний. Применение инфракрасного контроля температуры, интеграция систем видеонаблюдения с тепловыми картами и автоматическое управление сбросом давления служат для раннего выявления очагов возгорания и предотвращения развития аварийных ситуаций, в том числе взрывов парогазовых облаков.

Разработка и внедрение новых защитных материалов и методов открывают перспективы для повышения надежности. Создание антистатических покрытий, использование огнестойких композитных оболочек для теплоизоляции, а также применение коррозионностойких красок, снижающих теплопоглощение, способствуют минимизации рисков.

Модернизация и оптимизация существующих технологических решений направлены на повышение их эффективности. Совершенствование методов очистки резервуаров, оснащение автоматическими насосными станциями, а также регулярная диагностика гидроизоляционных материалов кровли зданий, расположенных вблизи мазутохранилищ, – все это шаги к повышению общей безопасности [2].

Обеспечение готовности персонала – ключевой фактор. Регулярные тренировки с использованием современных симуляторов, обновление инструкций и внедрение дистанционных курсов повышения квалификации сотрудников подразделений, охраны труда и техники безопасности, обеспечивают высокий уровень компетенции и оперативность реагирования [3].

Решение таких исследовательских вопросов, как влияние температуры на искрообразование, разработка эффективных методов удаления остатков горючего, целесообразность применения биоразлагаемых антипиренов, оценка эффективности жидкостных аэрозольных установок и влияние добавок на снижение воспламеняемости, будет способствовать дальнейшему совершенствованию систем пожарной безопасности мазутных хозяйств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Купrienko П.С., Иванова И.А. Пожарная безопасность объектов с наличием нефти и нефтепродуктов и их технологических процессов. - Воронеж: ВГТУ, 2022. - 68 с.
2. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Основы пожарной безопасности предприятия. Полный курс пожарно-технического минимума. - М: Пожнаука, 2011. - 320 с.
3. Швырков С.А., Горячев С.А., Панасевич Л.Т. [и др.] Пожарная безопасность технологических процессов. - 2-е изд. - М: Академия ГПС МЧС России, 2020. - 427 с.

ПРИЧИНЫ И ФАКТОРЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЮ И РАЗВИТИЮ АВАРИЙ НА УЧАСТКАХ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА

Геращенко А.А., Игнаткина Д.О., Власова О.С.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в данной статье проанализированы условия возникновения и развития аварий, включающие перечень факторов и основных возможных причин, способствующих возникновению и развитию аварий.

Ключевые слова: аварии, магистральный газопровод (МГ), повреждения, коррозия.

Статистический анализ аварий по их причинам позволяет выявлять наиболее значимые факторы риска. Это дает возможность направить усилия и ресурсы на устранение именно тех причин, которые имеют наибольшую вероятность наступления и/или приводят к наиболее катастрофическим последствиям. Без такого анализа управление рисками будет носить умозрительный характер.

Результаты анализа сведений, содержащихся в ежегодных отчетах о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору приведены в таблице 1 и рисунках 1, 2.

Таблица 1

Распределение аварий на газопроводах по причинам возникновения

№	Причина	Годы									
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1	Конструктивные недостатки (брак изделия)	2	4	1	1	0	0	0	3	1	0
2	Брак строительства/ изготовления	3	2	3	4	7	2	2	6	3	0
3	Коррозия металла трубы (КРН)	14	8	7	15	6	6	5	6	2	6
4	Ошибочные действия персонала при эксплуатации	1	0	5	0	1	0	1	0	0	1
5	Износ оборудования	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
6	Воздействие стихийных явлений природного происхождения	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
7	Механическое воздействие	3	7		1	1	1	4	1	3	1
ИТОГО:		19	21	16	21	16	9	14	16	9	8

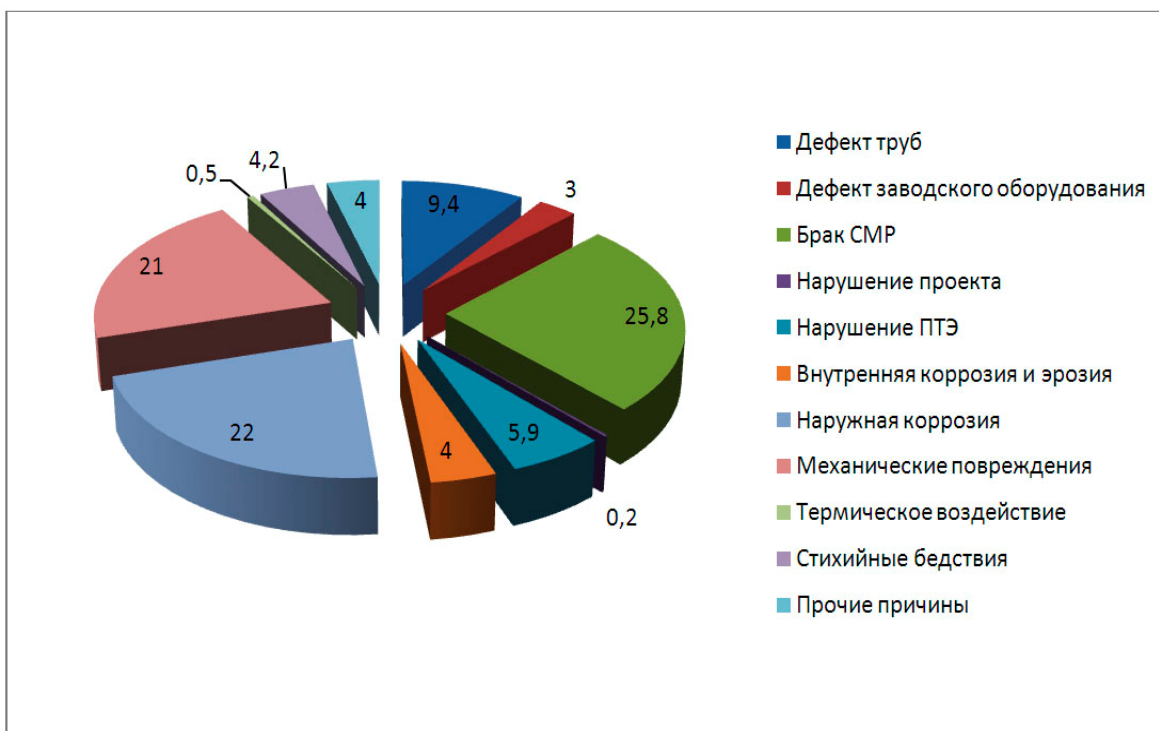


Рис. 1. Распределение аварий на линейной части газопроводов по причинам их возникновения

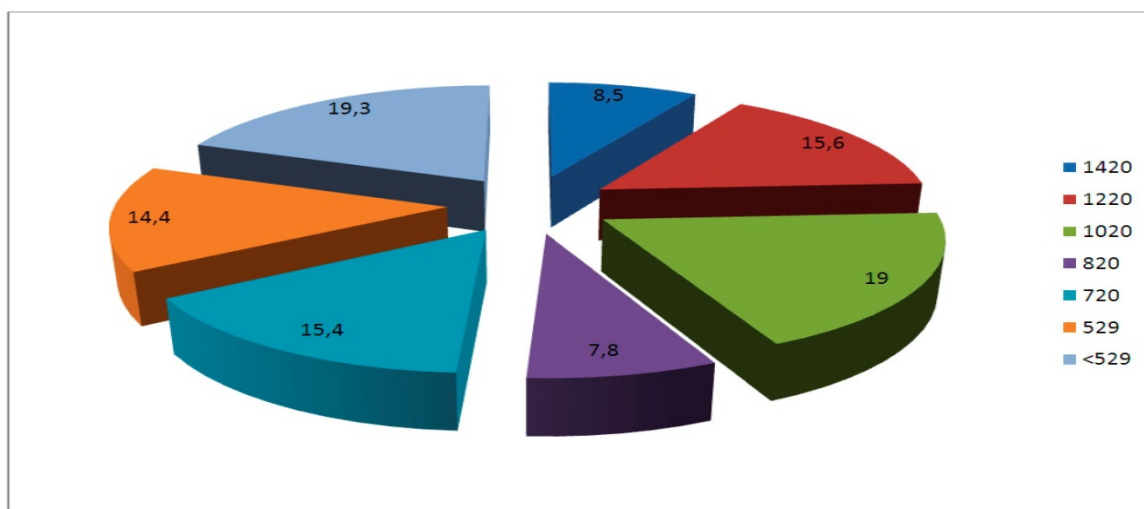


Рис. 2. Распределение аварий на линейной части газопроводов разных диаметров.

Из вышеприведенных данных видно, что наибольшее число аварий на линейной части МГ происходило вследствие наружной и внутренней коррозии (26%), брака строительно-монтажных работ (25,8%) и механических повреждений (21%).

Отдельно можно выделить аварии, происходившие на участках переходов через водные преграды, как наиболее сложные в инженерном отношении участки линейной части МГ.

Результаты выполненного ООО «ВНИИГАЗ» обобщения данных фирмы «Подводгазэнергосервис» и ИЦ «ВНИИСТ-Поиск» приведены в таблице 2.

Таблица 2

Основные причины повреждений на подводных переходах

Основные причины повреждений подводных переходов МГ	Доля от общего количества аварий, %
В русловой части (60 %)	
Брак СМР	36
Коррозия	2
Разрыв трубы с последующим разрывом гидродинамическим напором	7
Всплытие трубы	4
Повреждение судами	7
Неустановленные причины	4
В пойменной части (40 %)	
Брак СМР	22
Коррозия	12
Оползни	2
Неустановленные причины	4

Основными причинами отказов в рассматриваемом случае являются плановые и глубинные деформации русла рек в створе перехода, размывы берегов, механические повреждения судовыми якорями, волокушами, льдом, потеря устойчивости трубопровода, коррозия и брак труб, а также дефекты строительно-монтажных работ [1].

Аварии в русловой части чаще всего происходят в период весеннего паводка. Благодаря созданной в ОАО «Газпром» системе периодического контроля и профилактического ремонта, аварии на этой части переходов сейчас довольно редки.

По оценкам специалистов интенсивность аварий в русловой части переходов примерно в 5 – 7 раз выше аналогичного показателя для смежных «сухопутных» участков.

В пойменной части подводных переходов разрывы трубопроводов возникают в основном в зимнее время. Это объясняется тем, что из-за нарушения изоляционного покрытия отдельных участков газопроводов на них может возникнуть коррозия, связанная с повышенной увлажненностью почв и интенсивными геохимическими процессами. Ослабленные коррозией участки труб могут быть легко разрушены под воздействием интенсивных сжимающих нагрузок со стороны обводненных грунтов при их промерзании.

Необходимо отметить четко прослеживаемую зависимость частоты возникновения аварий на линейной части газопровода от срока его эксплуатации [2].

Анализ статистических данных показал, что интенсивность аварий на магистральных трубопроводах имеет выраженный региональный характер. Он определяется не только общими показателями научно-технического прогресса в отрасли, но и целым рядом локальных факторов климатического, инженерно-геологического и геодинамического характера, особенностями сооружения и эксплуатации конкретного участка, развитостью промышленной и транспортной инфраструктуры, общей хозяйственной активностью в регионе [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору за 2004 - 2023 г.г. // Ежегодные отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору URL: https://gosnadzor.ru/public/annual_reports/. (Дата обращения: 25.01.2026)
2. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «ГАЗПРОМ» // СТО ГАЗПРОМ 2-2.3-351-2009 URL: <https://pozhproekt.ru/nsis/Rd/sto/sto-gazprom/sto-2-2.3-351-2009/1.pdf>. (Дата обращения: 25.01.2026)
3. Руководство по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» // Серия 27 Декларирование промышленной безопасности и оценка риска Выпуск 8 URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293762/4293762566.pdf>. (Дата обращения: 25.01.2026)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АКТИВНОГО АЛЮМИНИЯ ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

До Тхань Хынг¹, Шушпанов А.Н.²

1 Научно-исследовательский институт высокоэнергетических материалов, Ханой,
Вьетнам

2 Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва,
Россия

Аннотация: в работе описана методика определения содержания активных металлов в образцах и приведена схема лабораторной установки. Для стандартного образца алюминиевой пудры размером частицы 30 мкм было определено содержание активного алюминия, составившее 97,2 %. Для серии экспериментов проведена проверка приемлемости результатов, получаемых в условиях повторяемости и воспроизводимости. Исследование выполнено совместными усилиями вьетнамских и российских специалистов.

Ключевые слова: алюминий, активный алюминий, алюминиевая пудра.

Алюминий активно используется как энергоемкий компонент в составе высокоэнергетических материалов. Область его применения весьма обширна: от повышения эффективности горения в пиротехнических составах до создания перспективных твердых ракетных топлив и смесевых взрывчатых веществ. Ключевая особенность таких составов – способность выделять значительное количество тепла в ходе реакций горения и взрыва. Алюминий относится к активным металлам на границе среднеактивных. Его атомная структура включает неспаренные электроны, которые легко теряются в ходе реакций, поэтому металл способен бурно взаимодействовать с другими веществами даже в относительно “мягких” условиях.

При использовании алюминия в высокоэнергетических составах критически важны как соблюдение повышенных мер безопасности [1], так и поддержание высокой чистоты компонента. Наличие посторонних примесей может спровоцировать экзотермическую реакцию, что создает риск спонтанных возгораний и взрывов на производстве.

Российско-вьетнамский исследовательский коллектив получил задачу разработать сравнительно простой и безопасный метод определения содержания активного алюминия в компонентах высокоэнергетических материалов из-за неоднозначности нормативной документации в Социалистической Республике Вьетнам, в которой нет норматива, аналогичного российскому ГОСТ 5592-2022 [2] и приходится использовать заимствования из нормативов государств Южной Азии, в которых нижние пределы содержания активного алюминия могут быть установлены значительно ниже. Фактически в Республике Вьетнам всегда использовались более чистые компоненты, но определение содержания активного металла по отношению к фактическому вызывало проблемы. Чаще всего определение выполнялось достаточно сложными инструментальными методами анализа, такими как атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой (ICP-AES); атомно-абсорбционная спектроскопия (AAS); атомно-эмиссионная масс-спектрометрия с индуктивно

связанной плазмой (ICP-MS). Недостатком этих методов является как раз невозможность дифференцировать количество активного металла от общего количества металла в образце.

В целом проблему удалось решить, используя значительно более дешевые и менее трудоемкие методы.

Объектом исследования стал образец алюминиевой пудры для пиротехнической промышленности с заявленным содержанием металлического алюминия не менее 95 % и заявленным размером 30 мкм.

Долю активного алюминия традиционно определяют косвенно на основе количества молей газа H_2 , полученного при его взаимодействии с гидроксидом натрия, как предлагает стандарт [3]. В настоящем исследовании предлагается модифицированный способ определения: реагент 18,6 % HCl в соотношении 1:1 к воде, температура термостата 35 °С, масса образца 0,05 г. Также предлагается использование модифицированной аналитической установки, схема которой приведена на рис. 1.

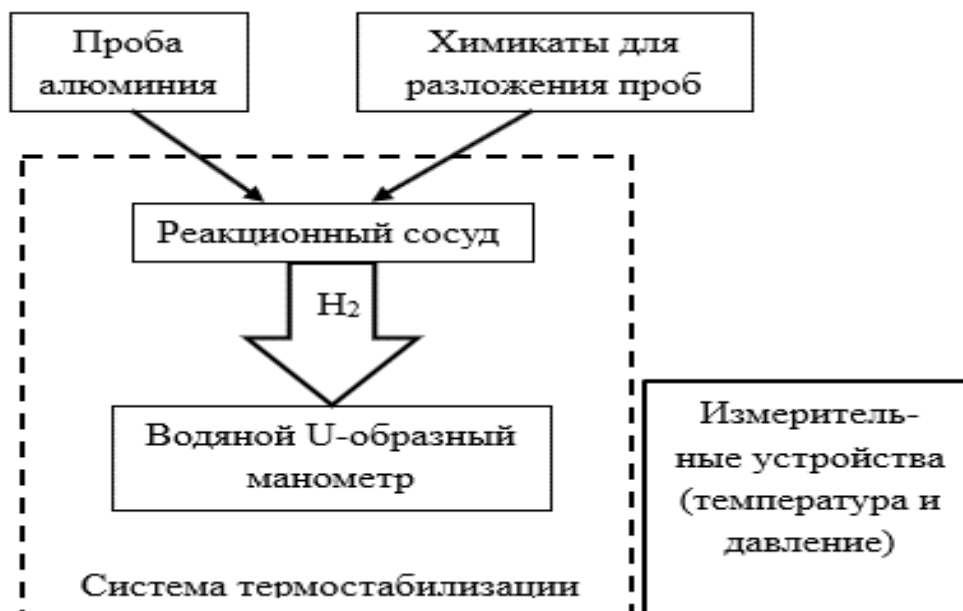


Рис. 1. Схема модифицированной установки

Порядок ведения эксперимента на модифицированной установке:

1. Включить термостат на циркуляцию и установить фиксированное значение температуры;
2. Взвесить навеску образца на аналитических весах, перенести образец в реакционный сосуд;
3. Внести реагент, обуславливающий разложение в соотношении 1:1 с водой в делительную воронку;
4. Присоединить делительную воронку к реакционному сосуду так, чтобы система была замкнутой;
5. После того, как система стабилизируется при указанной температуре в течение 15 минут, закрыть пробку делительной воронки и открыть ее затвор

таким образом, чтобы реагент медленно капал в реакционный сосуд, подождать начала реакции. Медленно и равномерно добавлять реагент из воронки небольшими порциями;

6. Образующийся водород вытеснит воду из прямоотрубного газового конденсатора. Зафиксировать объем водорода как V , см³; температуру водорода внутри системы как t , °C.

7. Определить содержание активного алюминия по формуле (1):

$$X_3 = \frac{(P - P_1) \cdot 0,000216 \cdot V}{(273 + t) \cdot m}, \quad (1)$$

где P – атмосферное давление, Па; P_1 – упругость водяных паров при температуре анализа; 0,000216 – коэффициент пересчета H₂ на Al; V – объем выделившегося газа, см³; t – температура в конденсаторе, °C, m – навеска образца, г.

Пользуясь указаниями по ведению эксперимента и опираясь на вышеуказанные условия, авторы провели эксперимент по определению содержания активного алюминия для образца алюминиевой пудры средним размером частицы 30 мкм. Для серии из 10 экспериментов были вычислены среднее значение $\bar{X}$, стандартное отклонение S_r , относительное стандартное отклонение воспроизводимости RSD_r и среднеквадратическое отклонение $U(S_r)$. По нормативу [4] провели проверку приемлемости результатов, получаемых в условиях повторяемости и воспроизводимости. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Экспериментальные результаты и расчет неопределенности измерения для образца алюминия размером частицы 30 мкм

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	97,15	97,36	97,10	96,87	97,27	96,88	97,78	97,60	97,38	97,24
$\bar{X}$	97,233									
S_r	0,34251									
RSD_r	0,35225									
$U(S_r)$	0,10831									

Согласно Приложению А норматива [4] предполагая надежность метода $P = 95\%$, из приведенных выше данных имеем:

$$rk = \% X_{\max} - \% X_{\min} = 97,78 - 96,87 = 0,91$$

$$r_n = Q(P, n) \cdot S_r = 4,5 \cdot 0,34251 = 1,54$$

$$\geq rk = 0,91 < rn = 1,54$$

Таким образом установлено, что результаты, полученные при проведении 10 параллельных экспериментов, являются достоверными, повторяемость метода соответствует требованиям и среднее значение 10 экспериментов может быть принято в качестве результата измерения. Содержание активного металла в образце алюминия размером 30 мкм составляет $(97,23 \pm 0,11)\%$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дмитриев, Н. В. Влияние дисперсных добавок на чувствительность высоко энергетических веществ. Влияние дисперсных добавок на чувствительность высокоэнергетических ве-

ществ к удару: 2.5.12: дис. канд. техн наук / Н. В.Дмитриев; РХТУ им. Д.И. Менделеева. Москва, 2025. 240 с.

2. ГОСТ 5592–2022 Пудра пиротехническая. Технические условия: издание официальное: утв. и введ. в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 октября 2022 г. № 1191-ст: взамен ГОСТ 5592–71: дата введ. 2022-12-01 / разработан ООО «ВАЛКОМ-ПМ». Москва: Стандартиформ, 2022. 9 с.

3. ГОСТ 5494–95 Пудра алюминиевая. Технические условия: издание официальное: утв. и введ. в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 марта 2022 г. № 204: взамен ГОСТ 5594–71: дата введ. 1997-01-01 / разработан ТК 99 «Алюминий». Москва: Стандартиформ, 2006. 9 с.

4. ГОСТ 25086–2011 Цветные металлы и их сплавы: издание официальное: утв. и введ. в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2011 г. № 40: взамен ГОСТ 25086–87: дата введ. 2012-10-01 / разработан ОАО «Уралмеханобр». Москва: Стандартиформ, 2012. 11 с.

ПОЖАРНЫЙ ГИДРАНТ КАК ОСНОВНОЙ ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Добринская А.А. (к.т.н., доцент), Никифоров И.М. (СМ-4-24),
Прокопов А.М. (ВиВ-1-22)

Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье рассматривается пожарный гидрант как ключевой технический и организационный элемент системы противопожарной безопасности, его назначение, конструктивные особенности, требования к размещению, эксплуатационные характеристики и значение в обеспечении эффективного тушения пожаров. Особое внимание уделено роли гидрантов в условиях современной городской застройки, увеличения плотности населения и роста техногенных рисков.

Ключевые слова: пожарный гидрант, пожарное водоснабжение, противопожарная защита, пожарная безопасность, водопроводные сети.

Пожарная безопасность является одной из важнейших составляющих безопасности населения и объектов экономики. Эффективность тушения пожаров во многом определяется наличием доступных источников воды. Одним из основных элементов системы противопожарного водоснабжения является пожарный гидрант (рис.1).

Первоначально, пожарные гидранты в России были выполнены из дерева и металла, но с течением времени они стали совершенствоваться. В середине 19 века появились гидранты, выполненные из литого железа, что повысило их надежность и долговечность. Новые технологии также позволили создавать гидранты с повышенным давлением, что обеспечивало более эффективное тушение пожаров [2].

Создание системы пожарных гидрантов способствовало формированию профессиональных пожарных отрядов, которые обладали специальной подготовкой и знаниями в области пожаротушения. Они стали эффективно координировать усилия по борьбе с огнем и предотвращать его распространение на другие районы города [2].



Рис. 1. Пожарный гидрант [1]

Пожарный гидрант предназначен для отбора воды из водопроводной сети при тушении пожаров. Через гидрант осуществляется подключение пожарных рукавов и специального оборудования.

Основные задачи пожарного гидранта:

- обеспечение подачи воды в необходимом объёме;
- обеспечение требуемого напора воды;
- обеспечение быстрого доступа пожарных подразделений к источнику воды;
- возможность многократного использования без снижения эксплуатационных характеристик.

Несмотря на относительную простоту конструкции, гидрант выполняет важнейшую функцию — обеспечивает оперативную подачу воды к месту пожара. В современных условиях значение пожарных гидрантов возрастает в связи с увеличением плотности городской застройки, ростом числа высотных зданий и усложнением инженерной инфраструктуры.

Существует несколько основных типов пожарных гидрантов, различающихся по способу установки и условиям эксплуатации, среди которых наиболее распространены подземные и надземные. Подземные гидранты монтируются в пожарных колодцах ниже уровня грунта. Их установка предпочтительна в зонах с интенсивным автомобильным движением и в регионах с суровым климатом, так как такая конструкция обеспечивает защиту от повреждений и промерзания. Надземные же гидранты располагаются прямо на поверхности земли. Они чаще встречаются на промышленных объектах, складах, территориях с ограниченным доступом транспорта и в местах, где важен быстрый визуальный контроль над источником воды.

По своей конструкции гидранты могут быть вертикальными или горизонтальными, что зависит от способа прокладки водопроводной сети. В основе конструкции любого пожарного гидранта лежат корпус, запорный клапан, шпindel, выпускные патрубки для подключения пожарного оборудования, уплотнители и сливное устройство, предназначенное для отвода воды после использования. Конструктивные особенности гидрантов должны гарантировать их герметичность, сопротивляемость коррозии, стабильную работу под расчетным давлением воды и возможность быстрого ввода в эксплуатацию в экстренных ситуациях. Выбор конкретного типа гидранта и места его установки определяется с учётом климатических особенностей, категории объекта, требований нормативных документов и специфики водопроводной системы.

Для обеспечения бесперебойной и безопасной работы пожарных гидрантов их установка должна проводиться с учетом действующих норм и регламентов [3]. Размещение гидрантов должно обеспечивать: доступность для пожарной техники; безопасность эксплуатации; защиту от механических повреждений; возможность быстрого обнаружения.

Гидранты устанавливаются вдоль дорог, на перекрёстках, вблизи объектов повышенной пожарной опасности. Особое внимание уделяется районам плотной жилой застройки и промышленным зонам.

Для поддержания работоспособности гидрантов необходимо: проводить регулярные осмотры, проверять герметичность соединений, очищать колодцы от загрязнений, проверять работу запорных устройств.

В современных городах пожарные гидранты являются важной частью инженерной инфраструктуры. Их роль возрастает из-за:

- увеличения плотности застройки;
- роста числа транспортных средств;
- усложнения инженерных сетей;
- увеличения пожарной нагрузки на здания.

Развитие городов требует модернизации существующих систем противопожарного водоснабжения. Современные условия требуют постоянного совершенствования конструкций гидрантов и систем их эксплуатации. Обеспечение надёжной работы пожарных гидрантов является важной задачей обеспечения безопасности населения и устойчивого развития территорий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гидрант пожарный [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.tcpb.ru/about/info/gidrant-pozharnyy/> (дата обращения: 30.01.26).
2. Роль пожарных гидрантов в системе пожаротушения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ppb-moscow.ru/blog/rol-pozharnyh-gidrantov-sisteme-pozharotusheniya.html?ysclid=ml2tgpcgr562609580> (дата обращения: 30.01.26).
3. Пожарный гидрант: ключевой элемент системы противопожарной безопасности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://brendmir.ru/fire-safety-blog/tpost/66zh84u3c1-pozharnii-gidrant-klyuchevoi-element-sis?ysclid=ml2tn07u6z646556749> (дата обращения: 30.01.26).

ОБОСНОВАНИЕ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Игнаткина Д.О., Войтюк А.А., Геращенко А.А.

Научный руководитель — к.т.н., доцент кафедры ПБ и ЗЧС Власова О.С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье описан механизм анализа и обосновывающие мероприятия по повышению противопожарной защиты объекта здравоохранения при реконструкции.

Ключевые слова: реконструкция, пристройка, пожарная безопасность, объемно-планировочные решения, расчет пожарных рисков.

При реконструкции объекта здравоохранения проводится анализ его существующего состояния, включая планировку, конструктивные решения, инженерные системы и системы противопожарной защиты. Оценивается соответствие существующего объекта требованиям пожарной безопасности [1]. Описываются планируемые изменения, вносимые в объект в результате реконструкции, в том числе изменение функционального назначения помещений, увеличение площади, изменение конструктивных решений и инженерных систем.

В настоящей статье рассмотрена реконструкция диагностического корпуса хирургического комплекса (далее – Объект).

Объект реконструкции представляет собой пристрой к существующему зданию действующего медицинского учреждения. Пристрой имеет сложную конфигурацию в плане, габаритные размеры в осях – 21,00х17,50м; максимальная отметка по парапету – 10,20м от ур. ч.п. За отметку 0,000 принят уровень чистого пола первого этажа, что соответствует отметке 207,55м.

Этажность – 3 этажа.

Высота первого этажа – 3,60м; второго этажа – 3,55м; технического этажа – 1,97 м. Высота здания (пожарно-техническая): составляет не более 28 м (п.3.1 СП 1.13130.2020).

Подвал – отсутствует.

Характеристика объекта:

степень огнестойкости здания: II;

класс функциональной пожарной опасности здания: Ф 3.4 класс конструктивной пожарной опасности здания: СО.

Категория помещений по взрывопожарной и пожарной опасности – отдельные помещения категории В3, В4.

Вертикальная связь по этажам осуществляется по внутренней лестничной клетке типа Н2. Лестничная клетка является эвакуационной и имеет обособленный выход на прилегающую территорию. Ступени 300 х 150мм (уклон 1:2), высота перил и других ограждений 1,2 м.

Лифт – проектом не предусмотрен.

Назначение проектируемого объекта – диагностический блок с размещением кабинетов магнитно-резонансной томографии на первом этаже и компьютерной томографии на втором этаже.

Конструктивная схема здания - неполный каркас, с опиранием перекрытия на наружные стены и внутренние колонны. Техничко-экономические показатели объекта приведены в табл. 1.

Таблица 1

Техничко-экономические показатели

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Количество
1	Общая площадь	м2	Не более 800
2	ниже 0,000	м2	-
3	выше 0,000	м2	Не более 800
4	Полезная площадь	м2	Не более 600
5	Расчетная площадь	м2	Не более 500
6	Строительный объем	м3	Не более 3200
7	ниже 0,000	м3	—
8	выше 0,000	м3	Не более 3200
9	Площадь застройки	м2	Не более 320
10	Этажность	эт.	3
11	Количество этажей	эт.	3
	в т.ч. подземный	эт.	—

Эффективность мероприятий по обеспечению безопасности людей при пожаре, безопасной эвакуации людей из здания, необходимо подтвердить расчетным путем по Методике определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утвержденной приказом МЧС РФ от № 1140 от 14.11.2022 г. «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности» [2] с учетом объемно-планировочных решений, в т.ч. с учетом: п.6.2.25 СП 59.13330.2020 [3];

Моделирование динамики развития пожара проводилось по полевой модели с помощью программы FDS (Fire Dynamic Simulator) разработанной Национальным институтом стандартов и технологии НИСТ/NIST, США. Моделирование эвакуации проводилось по индивидуально-поточной модели движения людей с помощью программного комплекса Fenix+ (Заключение Академии ГПС МЧС РФ №34/25-2013 от 01.04.2013).

Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара.

Критическое время по каждому из опасных факторов пожара определяется как время достижения этим фактором предельно допустимого значения на путях эвакуации на высоте 1,7 м от пола. Предельно допустимые значения по каждому из опасных факторов пожара составляют: по повышенной температуре - 70 °С; по тепловому потоку - 1400 Вт/м²; по потере видимости - 20 м (для случая, когда эффективный диаметр помещения меньше 20 м предельное значение по потере видимости принимается равным его эффективному диаметру);

по пониженному содержанию кислорода - $2,26 \cdot 10^{-1}$ кг/м³; по каждому из токсичных газообразных продуктов горения: CO₂ - $1,1 \cdot 10^{-1}$ кг/м³; CO -

$1,16 \cdot 10^{-3}$ кг/м³; HCL - $2,3 \cdot 10^{-5}$ кг/м³. Моделирование динамики развития пожара проводилось по полевой модели с помощью программы FDS версии 5. Моделирование динамики развития пожара проводилось в следующих областях расчёта табл. 2.

Таблица 2

Области расчета				
Расположение	Наименование	Размер, м	Размер ячейки, м	Охватываемые помещения
Этаж 1	Область расчета 1	24,225×19,5 5×3,6	0,10625	1.11, 1.14, 1.15, 1.16, 1.17, 1.5, 1.7, 1.9
Этаж 2	Область расчета 2	23,8×18,7×7,2	0,2125	2.10, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 2.16, 2.4, 2.5, 2.6, 2.9

Параметры окружающей среды:

- температура: 38 °С;
- давление: 101325 Па (760 мм рт. ст.);
- относительная влажность: 40 %;
- ветер отсутствует;
- температура в помещениях: 24 °С.

Горючая нагрузка: Административное помещение Описание: Административные помещения, учебные классы школ, ВУЗов; кабинеты поликлиник табл.3 [4].

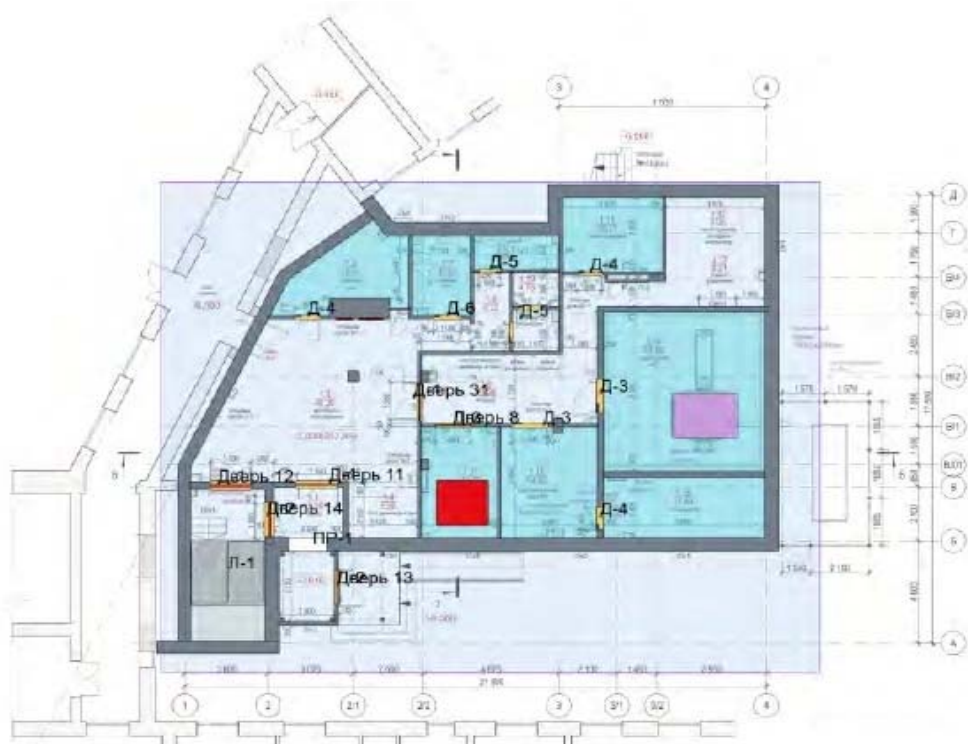
Таблица 3

Параметры горючей нагрузки		
Параметр	Единица измерения	Значение
Низшая теплота сгорания	кДж/кг	14000
Линейная скорость распространения пламени	м/с	0,0045
Удельная массовая скорость выгорания	кг/(м ² ·с)	0,0137
Коэффициент полноты сгорания	—	0,93
Удельная мощность	кВт/м ²	178,374
Дымообразующая способность	Нп·м ² /кг	47,7
Потребление кислорода (O ₂)	кг/кг	1,369
Выделение углекислого газа (CO ₂)	кг/кг	1,478
Выделение угарного газа (CO)	кг/кг	0,03
Выделение хлористого водорода (HCl)	кг/кг	0,0058

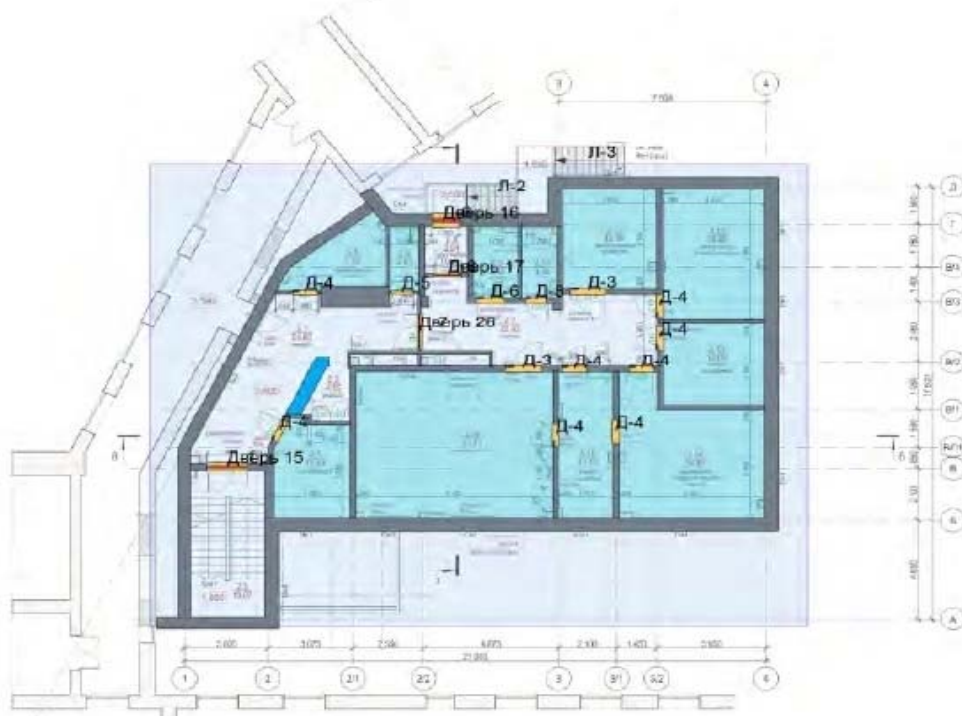
Таблица 4 показывает, через какое время после начала пожара достигаются предельно допустимые значения по каждому из опасных факторов пожара.

Таблица 4

Время блокирования в здании								
Располо- жение	Наиме- нование	Время блокирования по каждому ОФП, с						
		t воз- духа	тепловой поток	влаж- ность	O ₂	CO ₂	CO	HCL
Этаж 1								
1.17	Дверь 8	130	≥250	100	133,8	≥250	≥250	≥250
Вне поме- щений	Дверь 31	195	≥250	162,5	211,3	≥250	≥250	≥250



Первый этаж



Второй этаж

Рис. 1. Пожарная модель

В месте расположения других элементов, где измеряются опасные факторы пожара, критические значения не достигаются за время 250 с [5].

В результате определения расчетных величин индивидуального пожарного риска установлено: Объект - имеет такое объемно-планировочное и организационно-техническое исполнение, что индивидуальный пожарный риск

отвечает требуемому и не превышает значение одной миллионной в год.

В месте расположения других элементов, где измеряются опасные факторы пожара, критические значения не достигаются за время 250 с.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023) Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]. - Режим доступа: Электронная справочно-информационная система «Гарант».

2. Приказ МЧС РФ от № 1140 от 14.11.2022 г. «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности»

3. Свод правил СП 59.13330.2020 «Свод правил. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. СНиП 35-01-2001» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: Электронная справочно-информационная система «Гарант».

4. Приложение к Приказу МЧС России № 1140 от 14.11.2022г. «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности».

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 22 июля 2020 г. №1084 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска». [Электронный ресурс]. - Режим доступа: Электронная справочно-информационная система «Гарант».

АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Колотева А.А. (ПБ-1-22)

Научный руководитель—к.т.н., доц. каф. ПБ и ЗЧС Хорзова Л.И.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье проведен анализ пожарной опасности современных теплоизоляционных материалов, применяемых в строительстве жилых и общественных зданий. Описаны основные свойства этих материалов, их классификация по уровню пожарной безопасности, а также различные методы оценки пожарной опасности.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, пожарная безопасность, горючесть, энергоэффективность, жилые здания, общественные здания.

В условиях быстрого роста строительной отрасли все большее значение приобретает повышение энергоэффективности зданий. В этом контексте современные теплоизоляционные материалы играют важную роль, значительно сокращая теплопотери и снижая расходы на отопление. Однако при выборе таких материалов необходимо учитывать их пожарную безопасность.

Современные утеплители характеризуются различными параметрами, включая горючесть, воспламеняемость, скорость распространения пламени, дымообразование и токсичность выделяемых при горении веществ. Наибольшую безопасность обеспечивают негорючие неорганические материалы, такие как минеральная вата. В то же время органические утеплители, например, пенополистирол (ППС), имеют более высокий риск возгорания, но этот недостаток можно уменьшить с помощью антипиреновых добавок.

Современный рынок предлагает широкий ассортимент теплоизоляционных материалов, которые можно классифицировать по нескольким признакам: по происхождению (органические и неорганические), по структуре (пористые и волокнистые) и по способу применения (рулонные, плитные, напыляемые) [1].

Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» классифицирует строительные материалы на горючие и негорючие. Оценка их характеристик осуществляется посредством испытаний, регламентированных ГОСТ Р 57270-2016.

В разделе 6 указанного стандарта описан первый метод испытаний для определения негорючести строительных материалов. Материал считается негорючим в случае, если в процессе испытаний температура повышается не более чем на 50°C, потеря массы не превышает 50%, а устойчивое пламенное горение длится не более 10 секунд. При соблюдении данных условий дополнительные параметры пожарной опасности не учитываются.

Второй метод предназначен для оценки горючести строительных материалов и установления их группы горючести (Г1, Г2, Г3, Г4). Классификация групп горючести осуществляется на основании нескольких показателей, ука-

занных в таблице 27 Федерального закона № 123-ФЗ, включая группу горючести, воспламеняемость, дымообразующую способность и токсичность продуктов горения.

На основании анализа данных показателей определяется класс пожарной опасности строительных материалов, который обозначается буквенными символами КМ0-КМ5. Класс КМ0 соответствует наименьшему уровню пожарной опасности, в то время как класс КМ5 характеризуется наибольшим уровнем пожарной опасности [2].

Каждый год в России происходит около 400 тысяч пожаров, по данным Министерства Российской Федерации по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям. Более 70% пострадавших от огня погибают из-за токсичных веществ, выделяющихся при горении.

Каменная вата — один из самых популярных теплоизоляционных материалов в России, занимающий более половины рынка. Ежегодно её производство достигает 55–57 миллионов кубометров. Материал изготавливают из базальтовых пород, он обладает высокой энергоэффективностью. Каменная вата негорючая (класс НГ), хорошо пропускает пар, имеет теплопроводность 0,03–0,04 Вт/(м·К) и водопоглощение от 0,1 до 1,7%. Срок службы материала может достигать 50 лет. Он экологически безопасен, устойчив к биологическому воздействию и не содержит вредных веществ. При монтаже каменной ваты важно соблюдать меры паро- и гидроизоляции.

В 2024 году прогнозируется рост спроса на каменную вату на 3 %, что обусловлено расширением производственных мощностей таких компаний, как «ТехноНИКОЛЬ» и Rockwool. На сегодняшний день на рынке этого материала представлено более 40 производителей. При выполнении монтажных работ с теплоизоляционными материалами недопустимо пренебрегать средствами индивидуальной защиты и утвержденными технологическими регламентами — соблюдение этих требований особенно важно из-за специфики самих материалов.

Разработка систем противопожарной защиты должна основываться на комплексном подходе, включающем детальный анализ физико-химических характеристик применяемых теплоизоляционных изделий. Многие из них отличаются высокой горючестью, низким порогом воспламенения и способностью к интенсивному дымообразованию, что в условиях пожара может привести к тяжёлым последствиям — от угрозы для жизни людей до значительного ущерба имуществу и окружающей среде.

Ключевыми параметрами при проектировании являются температура воспламенения и самовоспламенения, температура тления, уровень дымообразования, удельная теплота сгорания, а также токсичность продуктов горения. Совокупность этих показателей определяет класс пожарной опасности материала и служит основой для разработки эффективных и целенаправленных мер безопасности. При выборе теплоизоляционных материалов необходимо учитывать риск выделения токсичных веществ как в процессе их эксплуатации, так и при горении, поскольку это может нанести вред здоровью

людей и ухудшить экологическую обстановку. В связи с этим предпочтение следует отдавать решениям, имеющим подтверждённую экологическую безопасность и соответствующим международным стандартам.

Особое значение в строительстве имеет каменная вата — материал, активно применяемый при изготовлении тепло- и звукоизоляционных плит. Благодаря своей негорючей природе она способствует повышению пожарной безопасности зданий: замедляет распространение пламени, увеличивает время, доступное для эвакуации, снижает риски повреждения имущества и минимизирует возможный экологический ущерб при пожаре.

Современные научные усилия направлены на разработку композитных теплоизоляционных систем, сочетающих высокую эффективность по теплозащите с улучшенной огнестойкостью. Одним из приоритетных требований к современным теплоизоляционным материалам выступает устойчивость их функциональных характеристик в экстремальных условиях, включая продолжительное термическое воздействие и прямой контакт с пламенем.

В строительной отрасли постоянно возрастает востребованность объективных методик анализа пожарной опасности утеплителей. Практические наблюдения подтверждают: реакция изоляционных материалов в условиях реального возгорания нередко существенно расходится с результатами стандартных лабораторных испытаний [3]. Данное несоответствие обуславливает потребность во внедрении интегральных методологий оценки, учитывающих совокупность факторов, влияющих на поведение материалов при пожаре.

Перспективными векторами научных изысканий признаются разработка принципиально негорючих изоляционных композиций, модернизация протоколов огневых испытаний с приближением к реальным сценариям развития пожара, а также совершенствование технологических процессов монтажа утеплительных систем. Конечная задача исследований — создание инновационных решений, гармонично сочетающих энергосберегающий потенциал с высокими показателями огнестойкости.

Не меньшую роль играет совершенствование нормативно-регламентационной среды и ужесточение мер контроля качества изоляционных материалов на протяжении всего жизненного цикла: от этапа производства и логистики до монтажа и последующей эксплуатации объекта. Реализация подобного комплексного подхода станет основой для повышения уровня противопожарной защищённости зданий нового поколения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Демехин Н.В. Пожарная опасность теплоизоляционных материалов // Стройпрофиль. - 2011. - С. 3-11.
2. ГОСТ Р 57270-2016 "Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть" от 01.05.2018 " от 01.05.2017 № 57270-2016 // Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2016 год.
3. Противопожарные требования при применении в строительстве систем фасадных теплоизоляционных композиционных с наружными защитно-декоративными штукатурными слоями: рекомендации. М.,: ВНИИПО, 2014. - 51 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

Колотева А.А. (ПБ-1-22)

Научный руководитель—к.т.н., доц. каф. ПБ и ЗЧС Хорзова Л.И.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье исследованы проблемы обеспечения пожарной безопасности на автозаправочных станциях, проанализированы основные причины возникновения пожаров и методы их ликвидации. Представлен комплексный подход к организации противопожарной защиты, включающий технические, организационные и профилактические мероприятия. Особое внимание уделено современным средствам пожаротушения и способам предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: пожарная безопасность, автозаправочная станция, нефтепродукты, пожаротушение, система защиты, профилактика пожаров, резервуары, технические средства, противопожарные мероприятия, безопасность объектов.

Обеспечение пожарной безопасности на автомобильных заправочных станциях (АЗС) — это критически важная задача из-за высокого риска возгорания. Разработка интегрированной системы безопасности требует всестороннего учёта физико-химических характеристик нефтепродуктов, архитектурно-конструктивных особенностей зданий и специфики технологических процессов, реализуемых на предприятии. Ключевыми предпосылками для надёжного управления пожарными рисками являются внедрение передовых технических решений и строгое соблюдение действующих нормативно-технических требований.

На фоне растущего мирового потребления нефтепродуктов обеспечение пожарной безопасности приобретает особую значимость и становится одной из приоритетных задач в сфере промышленной и экологической устойчивости. Особое внимание следует уделять проектированию и эксплуатации систем противопожарной защиты, которые включают автоматическое пожаротушение, сигнализацию, меры по эвакуации и средства индивидуальной защиты для сотрудников.

Правовая база регулирования в этой сфере включает Федеральный закон № 123-ФЗ и Свод правил СП 156.13130.2014. Эти нормативные акты требуют обязательного оснащения объектов системами противопожарной защиты, соблюдения установленных безопасных расстояний и использования негорючих и трудногорючих материалов.

Автозаправочные станции (АЗС) классифицируются в зависимости от типа используемого топлива и объема резервуарного парка. Контейнерные автозаправочные станции (АЗС), размещаемые за пределами населённых пунктов, оснащаются резервуарами объёмом не более 60 м³. Модульные АЗС в таких зонах могут включать ёмкости вместимостью до 120 м³. В черте города действуют более строгие ограничения: максимальный объём резервуаров для контейнерных станций составляет 10 м³, а для модульных — 20 м³. Проектирование автозаправочных станций (АЗС) предполагает обеспечение полной

герметичности топливных резервуаров, исключение возможности утечки нефтепродуктов, а также соблюдение установленных нормативами минимальных расстояний до близлежащих сооружений и границ земельных участков. Резервуары должны быть надёжно изолированы от внешней среды и регулярно проверяться на герметичность.

Использование цифровых решений для автоматизации систем безопасности значительно повышает эксплуатационную надёжность АЗС и способствует снижению операционных затрат. Однако значительная часть российских автозаправочных станций по-прежнему эксплуатируется без современных автоматизированных систем защиты, что существенно повышает вероятность возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций. Для анализа уровня пожарной безопасности АЗС необходимо рассматривать статистические данные о чрезвычайных ситуациях, происходивших на этих объектах. С 2012 по 2021 год в Российской Федерации зафиксировано 141 случай пожара на АЗС. В период с 2019 по 2023 год количество возгораний на АЗС увеличилось на 82%. В период с 2007 по 2022 год зарегистрировано 101 случай пожаров и взрывов на АЗС, в результате которых погибли 21 человек и получили ранения 189 человек. На рисунке 1 представлена статистика причин возникновения аварийных ситуаций на АЗС.

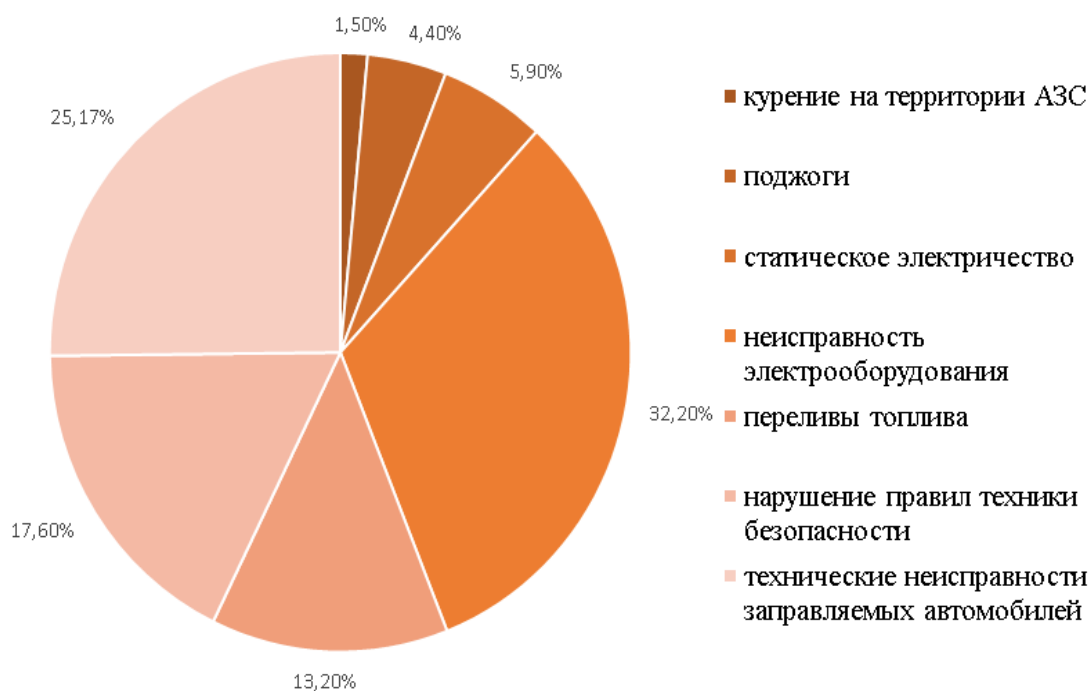


Рис. 1. Причины аварий на автозаправочных станциях

Рост числа пожаров на автозаправочных станциях связан с увеличением количества автомобилей и самих заправок. Наибольшую опасность представляют АЗС, расположенные в густонаселённых районах, так как огонь может быстро распространиться на жилые и коммерческие объекты. В качестве примера можно привести происшествие в Волгограде в 2020 году, когда взрыв топливовоза привёл к образованию огненного шара и травмированию 13 человек, включая четырёх пожарных.

Статистика показывает необходимость совершенствования противопожарных систем на АЗС и строгого соблюдения установленных норм, таких как СП 156.13130.2014 «Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности».

Современные методы борьбы с пожарами на АЗС включают различные способы тушения. Наиболее результативным методом тушения пожаров в резервуарах с нефтепродуктами считается пенный способ. Его действие основано на создании изолирующего слоя, который перекрывает доступ кислорода к поверхности горючей жидкости, тем самым оперативно локализуя и подавляя пламя. Высокую эффективность также демонстрирует газовое пожаротушение с применением хладонов и аналогичных огнетушащих веществ. В ситуациях, когда указанные методы оказываются недостаточными, прибегают к порошковым системам пожаротушения.

Неотъемлемой частью противопожарной защиты является водяное охлаждение резервуаров, расположенных в непосредственной близости от очага возгорания. Эта мера позволяет предотвратить перегрев соседних ёмкостей и сдержать дальнейшее распространение огня.

Таким образом, можно утверждать, что именно комплексный, многоуровневый подход к обеспечению пожарной безопасности играет определяющую роль в предотвращении возгораний на автозаправочных станциях и снижении их потенциально разрушительных последствий. Эффективная защита должна основываться на сочетании технических, организационных и профилактических мер, направленных как на предотвращение пожаров, так и на обеспечение их максимально быстрого тушения. Техническое оснащение АЗС должно соответствовать актуальным нормам пожарной безопасности и включать как стационарные, так и мобильные средства пожаротушения. Особое внимание следует уделять плановому техническому обслуживанию оборудования и своевременному обновлению систем защиты в соответствии с современными технологическими стандартами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. НПБ 111-98 Автозаправочные станции. Требования пожарной безопасности: Нормы пожарной безопасности – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998. – 51 с.
2. Архипова Н.В., Мордвинова А.В. Аналитический обзор аварий с пожарами и взрывами на объектах с обращением сжиженного природного газа // Вестник науки №6 (63) том 4. С. 1041 - 1047. 2023 г. ISSN 2712-8849 // Электронный ресурс: <https://www.vestnik-nauki.ru/article/9312> (дата обращения: 07.10.2025 г.)
3. Лысенков Евгений Юрьевич, Аксенов Сергей Геннадьевич Обеспечении пожарной безопасности автомобильных заправочных станций (АЗС) // E-Scio. 2023. №4 (79). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenii-pozharnoy-bezopasnosti-avtomobilnyh-zapravochnyh-stantsiy-azs> (дата обращения: 08.10.2025).

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ И ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Колтырина П.А.(ТБМ-2-25), Родимина М.А.(ТБМ-2-25)

Научный руководитель - старший преподаватель кафедры ПБ и ЗЧС Заикин Е.А.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: статья посвящена современным методам и техническим средствам, применяемым для предотвращения и ликвидации пожаров, а также проведения аварийно-спасательных операций на промышленных объектах. Рассматриваются автоматические системы раннего обнаружения возгораний, инновационные огнетушащие составы и газовые установки пожаротушения.

Ключевые слова: пожар, промышленный объект, правила пожарной безопасности, современные методы, аварийно-спасательные работы, робототехника.

Пожары на промышленных объектах представляют серьезную угрозу для жизни людей, окружающей среды и экономики. В настоящее время люди все чаще оставляют без внимания нормы и правила пожарной безопасности, именно это приводит к увеличению числа пожаров. Для решения этой проблемы используют современные методы и оборудование, способствующие быстрой локализации и ликвидации возгорания, уменьшению ущерба окружающей среде и обеспечению безопасности сотрудников предприятия.

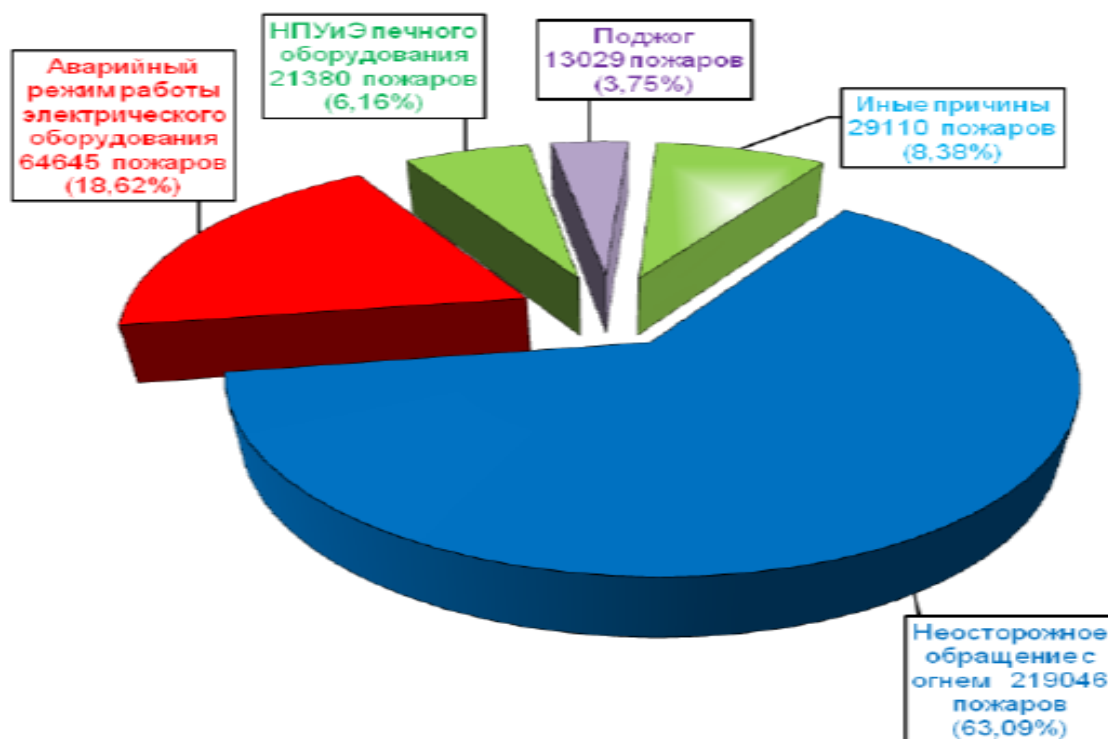


Рис. 1. Группы причин

На рисунке 1 представлена диаграмма, отражающая статистические данные о пожарах на промышленных объектах в России за 2024 год [1].

Самым актуальным направлением в настоящее время является внедрение автоматических систем раннего обнаружения возгорания. Эти системы включают в себя автоматические пожарные сигнализации, средства мониторинга и управления, системы пожаротушения, а также программное обеспечение для анализа и прогнозирования пожароопасных ситуаций [2]. Большинство из этих систем уже успешно используются в различных отраслях.

На смену уже изученных нами средств пожаротушения приходят инновационные технологии. Например, газовые установки пожаротушения применяются там, где традиционные способы неэффективны или опасны, обеспечивая быстрое заполнение помещения газом, вытесняющим кислород. Или же использование аэрозольных огнетушащих составов позволяет эффективно подавлять пламя даже в труднодоступных местах.

В современном мире применение роботов становится все более распространенным в условиях повышенной опасности для человеческих жизней. Применение робототехнических средств позволяет повысить уровень защиты от опасных факторов пожара, расширить возможности технического маневрирования пожарных подразделений и ориентирования на местности в условиях задымления, загазованности, воздействия тепловых потоков и других помех. Робототехнические средства призваны заменить пожарных и незащищенную пожарную технику в случаях, когда выполнение оперативных задач находится за пределами человеческих возможностей либо сопряжено с чрезмерной угрозой жизни и здоровью людей [3].

Современный подход к организации аварийно-спасательных мероприятий предполагает тесное взаимодействие всех служб экстренного реагирования: пожарной охраны, медицинских бригад, подразделений МЧС и правоохранительных органов. Координация действий достигается благодаря внедрению цифровых платформ управления чрезвычайными ситуациями, позволяющих отслеживать местоположение участников операции, распределять задания и обмениваться информацией в режиме реального времени.

Также особое внимание уделяется подготовке кадров, повышению квалификации сотрудников специализированных подразделений. Проводятся учебные тренировки, имитирующие реальные условия ЧС, создаются специальные тренажеры, позволяющие отработать действия в экстремальной обстановке.

Таким образом, современные подходы и технологии позволяют максимально повысить скорость и эффективность реакции на возникновение пожаров и чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах. Самыми главными условиями для решения поставленных задач является постоянное улучшение методов подготовки специалистов, внедрение новых технических решений и развитие систем мониторинга состояния объектов промышленности. Только комплексный подход обеспечит надежную защиту предприятий и сохранность жизни и здоровья работников.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 12 месяцев 2024 г. // Министерство российской федерации URL: https://87.mchs.gov.ru/uploads/resource/2025-04-25/11-statisticheskie-dannye_1745532917320520496.pdf (дата обращения: 07.10.2025).
2. Технологические инновации в пожарных системах безопасности // ПожПрофБезопасность URL: <https://ppb-moscow.ru/blog/upravlenie-riskami-pomoshhyu-intellektualnyh-pozharnyh-sistem-bezopasnosti.html> (дата обращения: 07.10.2025).
3. Никитин А.В., Кузовлев А.В. Использование робототехники при тушении пожаров // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. - 2018. - С. 655-657.

ВЛИЯНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА СНИЖЕНИЕ УЩЕРБА ОТ ПОЖАРОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Колтырина П.А. (ТБМ-2-25), Хорзова Л.И. (к.т.н., доцент каф. ПБиЗЧС)
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье рассматривается значимость автоматических систем пожаротушения (АСП) для обеспечения пожарной безопасности промышленных объектов. Показано, что АСП позволяют оперативно обнаруживать и локализовывать очаги возгорания, существенно снижая риски для персонала, минимизируя материальный ущерб и предотвращая распространение огня; также освещены ключевые аспекты их внедрения — выбор огнетушащего вещества с учётом специфики производства, необходимость регулярного обслуживания и интеграция с системами оповещения и эвакуации.

Ключевые слова: Автоматические системы пожаротушения (АСП), промышленная безопасность, пожарная защита, минимизация ущерба.

В связи с ростом объёмов промышленного производства и повышением сложности технологических процессов, вопросы пожарной безопасности становятся особенно актуальными. Пожары на промышленных объектах не только наносят значительный материальный ущерб, но и создают серьёзную опасность для жизни и здоровья сотрудников, а также могут привести к значительным экологическим последствиям. По данным Министерства Российской Федерации по гражданской обороне, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России), в 2024 году на производственных и складских объектах зафиксировано свыше 12 тысяч случаев возгорания, что вызвало материальный ущерб более чем на 7,8 миллиарда рублей [1]. В связи с этим установка автоматических систем пожаротушения (АСП) приобретает критическое значение и становится неотъемлемой частью комплексной безопасности промышленных объектов.

Автоматические системы пожаротушения значительно повышают безопасность объектов, так как способны быстро обнаруживать и ликвидировать очаги возгорания на ранних стадиях, не давая пожару перейти в более опасную фазу. Исследования демонстрируют, что современные системы активируются в интервале от 30 секунд до 2 минут после фиксации возгорания, что эффективно предотвращает его распространение до стадии объёмного огня. По данным ФГБУ ВНИИПО МЧС России, применение таких систем позволяет сократить площадь пожара на 60–80% и уменьшить финансовые потери на 40–70% по сравнению с объектами без аналогичных средств защиты [2]. Для обеспечения эффективной защиты от пожаров важно правильно выбрать тип огнетушащего средства и метод его применения, учитывая специфику конкретного предприятия. Например, в электроустановках используют газовые системы, на складах с горюче-смазочными материалами — пенные огнетушители, а в цехах с пыльными процессами — установки с тонкораспылённой водой.

Анализ статистических данных показывает прямую связь между наличием автоматических систем пожаротушения (АСП) на объектах и снижением тяжести последствий пожаров. В период с 2023 по 2024 годы на предприятиях с такими системами количество жертв уменьшилось на 35% по сравнению с аналогичными объектами без АСП. Также на 42% сократилось число случаев, когда пожары переходили в крупные с ущербом более 5 миллионов рублей [1,3]. Особенно ярко этот эффект проявляется на предприятиях химической и нефтеперерабатывающей отрасли. Там использование модульных систем с инертными газами значительно снизило вероятность взрывов и распространения пламени по технологическим линиям.

Экономический анализ жизненного цикла показывает, что установка автоматизированных систем пожаротушения (АСП) является эффективным решением. Хотя первоначальные затраты на разработку и внедрение такой системы для среднего предприятия могут достигать от 5 до 15 миллионов рублей, срок её окупаемости составляет от 3 до 5 лет. Это достигается за счёт снижения страховых взносов на 20–30 % и уменьшения убытков, связанных с простоями производства. Кроме того, автоматизированные системы снижают нагрузку на экстренные службы. Время, необходимое пожарным бригадам МЧС для локализации возгорания, сокращается в 1,5–2 раза благодаря предварительной локализации очага с помощью АСП.

В настоящее время в сфере разработки систем автоматического пожаротушения (АСП) активно внедряются интеллектуальные технологии. Автоматические системы пожаротушения (АСП) играют центральную роль в обеспечении пожарной безопасности на промышленных объектах. Современные АСП способны не только оперативно реагировать на возникновение возгорания, но и осуществлять комплексный анализ динамики развития пожара, точно управлять подачей огнетушащих веществ, а также прогнозировать траекторию распространения огня с высокой достоверностью — до 85–90%. Благодаря применению передовых сенсорных технологий, включая инфракрасные, ультрафиолетовые и мультиспектральные детекторы, время выявления пожара сократилось до 5–10 секунд, что особенно критично для производств, где задействованы высокотемпературные процессы.

Одним из наиболее перспективных векторов модернизации таких систем является разработка мобильных роботизированных комплексов, способных автономно перемещаться в зоне пожара и точно локализовать очаги возгорания. Однако эффективность функционирования АСП определяется целым рядом факторов, значительная часть которых зачастую остаётся без должного внимания. В частности, регулярное техническое обслуживание имеет принципиальное значение: согласно исследованиям, порядка 30% отказов оборудования связаны с несвоевременной заменой изношенных компонентов и недостаточным контролем их технического состояния.

Кроме того, при проектировании и эксплуатации АСП необходимо учитывать особенности конкретных производственных условий. Например, на предприятиях с агрессивными химическими средами следует применять кон-

струкционные материалы, обладающие повышенной устойчивостью к коррозии, что гарантирует надёжность и долговечность системы даже в экстремальных условиях. Не менее важна и глубокая интеграция автоматических систем пожаротушения с комплексами оповещения, и управления эвакуацией. Даже кратковременная задержка в передаче информации о пожаре персоналу может свести на нет все преимущества передовых технологий, существенно снижая общую эффективность противопожарной защиты. Применение таких систем обеспечивает следующие ключевые преимущества:

- сокращение времени, необходимого для локализации очага возгорания, в 2–3 раза;
- снижение экономического ущерба на 40–70 % за счёт оперативного реагирования и точечного тушения огня;
- значительное снижение угрозы для жизни и здоровья персонала, а также сокращение негативного воздействия на экологическую обстановку;
- существенная оптимизация расходов, связанных со страхованием имущества и последующим восстановлением производственных мощностей после ЧС;
- использовать оборудование, соответствующее государственным стандартам (ГОСТ Р 50680-94, СП 485.1311500.2020);
- организовывать регулярное техническое обслуживание и проводить обучение персонала;
- интегрировать АСП в общую систему безопасности предприятия, внедряя современные цифровые технологии;
- дальнейшие исследования должны быть направлены на совершенствование алгоритмов управления АСП, разработку экологически безопасных огнетушащих составов и адаптацию систем к условиям «умных» промышленных комплексов.

Важно продолжать работу по совершенствованию алгоритмов управления автоматическими системами пожаротушения (АСП), разработке экологически безопасных огнетушащих составов и адаптации этих систем для применения в рамках «умных» производственных комплексов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Статистика пожаров и их последствий за 2024 год. Информационно-аналитический сборник: Пожары и пожарная безопасность в 2024 году // fireman.club URL: <https://fireman.club/literature/statistika-pozharov-i-ih-posledstvij-za-2024-god/> (дата обращения: 01.02.2026).
2. Отчёт по результатам испытаний автоматических систем пожаротушения. Информационно-аналитический сборник: Пожары и пожарная безопасность в 2024 году // fireman.club URL: <https://fireman.club/literature/statistika-pozharov-i-ih-posledstvij-za-2024-god/> (дата обращения: 01.02.2026).
3. Анализ причин несчастных случаев на промышленных объектах за 2023-2024 гг // Ростехнадзор URL: <https://fireman.club/literature/statistika-pozharov-i-ih-posledstvij-za-2024-god/> (дата обращения: 01.02.2026)..

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ ОХРАНЫ ТРУДА И СНИЖЕНИЮ ТРАВМАТИЗМА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Костецкая О.В. (гр. 2531-5401.1), Блыщ А.А. (гр. 2531-5401.1)
Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры гражданской безопасности
Мохнатко Ирина Николаевна

Мелитопольский государственный университет

Аннотация: в статье представлен системный анализ актуальных проблем обеспечения производственной безопасности и разработан комплекс мер по их минимизации. Охрана труда рассматривается как интегральная составляющая устойчивого развития организации, обеспечивающая сохранение жизнедеятельности и здоровья персонала в условиях производственной деятельности.

Ключевые слова: охрана труда, обучение, безопасность, травматизм, финансирование мероприятий.

Подавляющее большинство производственных инцидентов, включая аварии, случаи травматизма и профессиональных патологий, подлежат профилактике при условии реализации системного подхода к обеспечению безопасности труда. Ключевым фактором минимизации профессиональных рисков выступает организация регулярного, методически обоснованного обучения персонала в области охраны труда, дополненного формированием профессиональных компетенций, соответствующих уровню потенциальной опасности и технологической сложности выполняемых операций. Таким образом, предупреждение негативных последствий производственной деятельности напрямую коррелирует с качеством подготовки работников и соответствием их квалификационного уровня предъявляемым требованиям безопасности.

В таблице 1 представлен пример достижения безопасности труда с учетом правовой базы.

Таблица 1

Достижение безопасности труда		
	Нормативные требования	Установление правовой базы для безопасности труда
1.	Оценка рисков	Выявление и оценка потенциальных рисков и опасностей на рабочем месте
2.	Внедрение мер безопасности	Внедрение протоколов и оборудования безопасности
3.	Обучение	Обучение работников протоколам безопасности и использованию оборудования, использованию средств индивидуальной защиты
4.	Регулярные проверки	Проведение регулярных проверок для обеспечения контроля
5.	Автоматизация процессов	Использование автоматизации для снижения рисков и повышения безопасности

Формирование безопасной производственной среды требует реализации комплекса превентивных мероприятий на этапе допуска персонала к исполнению трудовых функций.

Динамичное преобразование производственных технологий, обусловленное модернизацией технических средств, машин, оборудования и средств индивидуальной защиты, обуславливает необходимость систематического обновления образовательных программ в области охраны труда. Указанная проблема усугубляется недостаточной методологической проработанностью обучающих мероприятий со стороны руководящего состава, что проявляется в формальном подходе к проведению инструктажей и недостаточном внимании к практической составляющей подготовки.

Для преодоления данных ограничений целесообразна трансформация системы профессионального обучения, предполагающая переход от рутинного информирования к целенаправленной фокусировке на критически значимых аспектах безопасности — идентификации опасных факторов, оценке рисков и отработке алгоритмов реагирования сотрудников в нештатных ситуациях. В рамках модернизации формата инструктажей рекомендуется интеграция мультимодальных обучающих инструментов: видеодемонстраций, аудиовизуальных материалов, интерактивных схем и симуляции производственных сценариев. Подобный подход способствует повышению когнитивной вовлечённости персонала и формированию устойчивых навыков безопасного поведения в условиях постоянно меняющейся технологической среды. Эти методы помогают сделать обучение более наглядным, развить мышление и сформировать знания и умения.

Совершенствование технологических процессов необходимо проводить за счет замены оборудования с конструктивными недостатками и высокой изношенностью [1]. Постоянный контроль технического состояния оборудования, зданий и сооружений, инструментов и средств защиты работников обеспечивает своевременное выявление и устранение в кратчайшие сроки дефектов и повреждений, способствуя предотвращению аварий и несчастных случаев.

Эффективным механизмом нивелирования данной проблемы является реализация непрерывной образовательной стратегии, ориентированной не только на передачу нормативных знаний, но и на формирование у работников осознанного понимания причинно-следственных связей между нарушением требований охраны труда и возможными негативными последствиями для здоровья и жизни. Соблюдение базовых принципов охраны труда следует рассматривать как многофункциональный управленческий инструмент, выполняющий двойную роль: с одной стороны, обеспечивающий надёжную защиту персонала от воздействия опасных и вредных факторов производственной среды; с другой — способствующий оптимизации экономических издержек.

Отдельного внимания заслуживает проблема нарушения режима труда и отдыха как системного источника производственных рисков [2]. Превышение нормативной продолжительности рабочего времени инициирует кумулятивный эффект негативных физиологических и психологических изменений: нарастание утомления, снижение концентрации внимания, эмоциональное выгорание. Совокупность данных факторов существенно повышает вероятность ошибочных действий, приводящих к аварийным ситуациям, травмам и развитию профессионально обусловленных патологий.

Параллельно с организационно-нормативными аспектами существенным ограничением в обеспечении производственной безопасности выступает недостаточная финансовая обеспеченность мероприятий по охране труда, проявляющаяся в их частичном или несвоевременном исполнении [3]. Экономический анализ демонстрирует, что инвестиции в превентивные меры обладают выраженным профилактическим эффектом.

Обоснование бюджетных ассигнований на цели охраны труда целесообразно осуществлять посредством применения методологии «затратно-результативного анализа», в рамках которой оценка эффективности производится не только через прямые расходы, но и через количественную оценку предотвращённых убытков. Подобный подход трансформирует восприятие расходов на безопасность из категории операционных издержек в разряд стратегических инвестиций, обеспечивающих устойчивость производственной системы и минимизацию совокупного риска для персонала и организации в целом.

В таблице 2 представлен пример предотвращения убытков в зависимости от категории затрат.

Таблица 2

Предотвращения убытков в зависимости от категории затрат

Категория затрат	Предотвращения убытков
Прямые затраты	Компенсации, больничные листы, штрафы от надзорных органов, судебные издержки.
Косвенные затраты	Потеря рабочего времени (травмированного работника), простой оборудования, расходы на обучение замещающего работника, снижение производительности.
Нематериальные убытки	Ухудшение имиджа учреждения снижение мотивации и лояльности персонала, потеря доверия партнеров.

Проблема производственного травматизма на рабочих местах требует системного и комплексного подхода. Только при условии полной поддержки со стороны высшего руководства, должного финансирования по охране труда и глубокого вовлечения всех сотрудников в процесс обеспечения безопасности, возможно достижение нулевого травматизма и создание по-настоящему безопасной и эффективной производственной среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анисимов, И.М. Ключевые проблемы охраны труда / И.М. Анисимов, А.И. Фомин // Охрана труда и социальное страхование. - 2016. - № 5. - С. 1431.
2. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197 - ФЗ. — Текст: электронный // Норматив Контур : [сайт]. — URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=503582> (дата обращения: 28.01.2026).
3. Приказ Минтруда РФ от 29.10.2021 N 771Н «Об утверждении примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней». — Текст : электронный // Норматив Контур : [сайт]. — URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=408448> (дата обращения: 28.01.2026).

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОПАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ ПО ПРОИЗВОДСТВУ КАУСТИЧЕСКОЙ СОДЫ

Красилюк Р.С. (ТБМ-1-24)

Научный руководитель — к.т.н., доцент кафедры ВиВ Геращенко А.А.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в работе рассмотрены особенности функционирования опасного производственного объекта, осуществляющего выпуск каустической соды. Проанализированы технологические этапы производства и свойства применяемых веществ с точки зрения их потенциальной опасности. Выявлены основные причины возникновения чрезвычайных ситуаций и предложены направления совершенствования мероприятий, направленных на снижение аварийных рисков и повышение уровня промышленной безопасности.

Ключевые слова: каустическая сода, опасный производственный объект, промышленная безопасность, чрезвычайная ситуация.

Производство каустической соды относится к числу химико-технологических процессов повышенной опасности, что обусловлено применением агрессивных и токсичных веществ, а также сложностью технологических режимов. К числу предприятий, специализирующихся на выпуске данной продукции, относится акционерное общество «Каустик», осуществляющее производство как жидкой, так и твердой каустической соды. Помимо основного продукта на предприятии изготавливаются хлор, поливинилхлорид, хлорпарафины, гипохлорит натрия и синтетическая соляная кислота. Области применения выпускаемой продукции охватывают широкий спектр отраслей промышленности, что подтверждает значимость рассматриваемого производства (рис. 1) [1].

Наличие на территории предприятия значительных объемов химически опасных веществ, предопределяет высокий уровень потенциального риска. Используемые и хранимые соединения обладают токсичными, коррозионными, пожаро- и взрывоопасными свойствами, вследствие чего предприятие относится к категории опасных производственных объектов с повышенными требованиями к обеспечению безопасности [2].

Опыт эксплуатации подобных объектов показывает, что при отклонениях от заданных технологических параметров или нарушении требований безопасности возрастает вероятность возникновения аварийных ситуаций. В большинстве случаев такие инциденты сопровождаются выбросами аварийно-химически опасных веществ, что негативно сказывается на состоянии окружающей среды и создает угрозу для здоровья персонала и населения.

В ходе анализа условий функционирования производства были выявлены основные факторы, способствующие развитию чрезвычайных ситуаций. Наиболее характерными из них являются физический и коррозионный износ оборудования, нарушение герметичности трубопроводов и технологических узлов, а также воздействие источников воспламенения. Существенное влия-

ние оказывает и человеческий фактор, выражающийся в ошибках при управлении технологическим процессом, несоблюдении установленных регламентов и требований пожарной безопасности [3].

Структура применения каустической соды

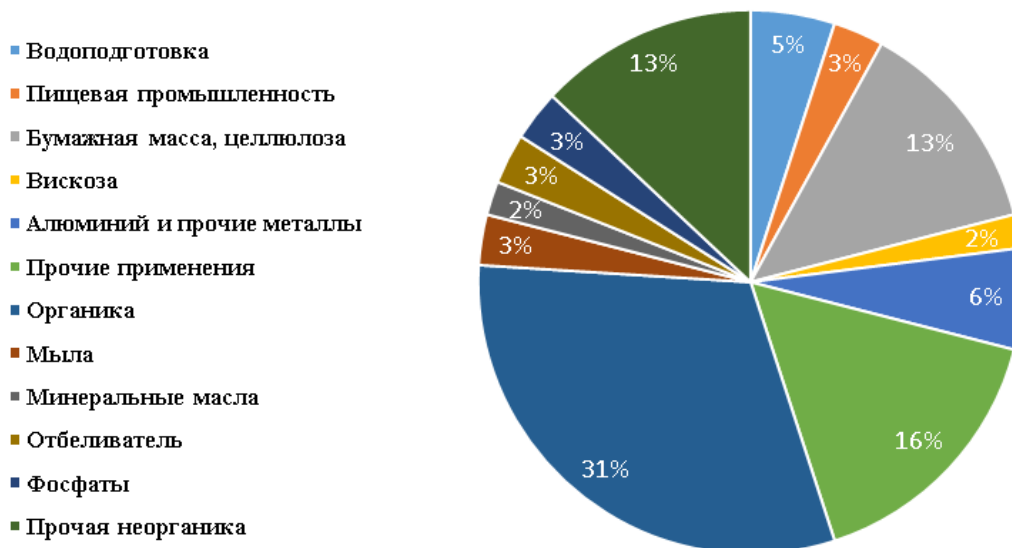


Рис. 1. Структура применения каустической соды

Целью настоящей работы является анализ технологического процесса производства каустической соды, выявление опасных участков и факторов риска, а также разработка предложений по совершенствованию мероприятий, направленных на предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций.

Технологическая схема получения каустической соды включает несколько последовательных стадий, среди которых подготовка раствора хлорида натрия, его очистка, проведение электролиза диафрагменным методом, прием и хранение готового продукта, а также обращение с побочными веществами, образующимися в процессе производства.

Оценка свойств веществ, участвующих в технологическом процессе, показала, что наибольшую опасность представляют хлор и водород, обладающие выраженной токсичностью и способностью образовывать взрывоопасные смеси. При определенных условиях данные вещества могут стать источником крупных техногенных аварий.

Особо опасными зонами производства являются участки хранения и транспортирования агрессивных сред. Повышение температуры усиливает коррозионное воздействие технического гидроксида натрия, что увеличивает вероятность повреждения емкостного оборудования. Нарушение температурных режимов при обращении с жидким хлором способно привести к его интенсивному испарению и формированию токсичных облаков значительных размеров. Дополнительным фактором риска является коррозионная активность хлора, ускоряющая износ металлических конструкций и трубопроводов [3].

Снижение аварийных рисков и повышение уровня безопасности возможно при реализации комплекса взаимосвязанных мероприятий. К ним относятся модернизация технологических схем, замена устаревшего оборудования, внедрение современных систем автоматического контроля и сигнализации, а также организация регулярного контроля соблюдения требований промышленной безопасности. Важное значение имеет повышение квалификации персонала и систематическое обучение работников правилам безопасной эксплуатации оборудования [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Официальный сайт АО «Каустик» г. Волгоград [Электронный ресурс]// URL: <https://www.kaustik.ru/ru/index.php/o-kompanii> (дата обращения: 01.12.2025)
2. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», 70 с.
3. Постоянный технологический регламент 42 – 30/2014 производства натра едкого технического, хлоргаза осушенного, электролитического водорода (комплексная переработка минерального сырья). – РФ ОАО «Каустик», 2014., – 438 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РЕАГИРОВАНИЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АВАРИИ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

Кривцов Н.Р. (ТБМ-1-24)

Научный руководитель - к.т.н., доцент кафедры ПБ и ЗЧС Рудченко Г.И.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье анализируются современные подходы к повышению эффективности реагирования на технологические аварии на нефтеперерабатывающих предприятиях.

Ключевые слова: нефтепереработка, технологическая безопасность, кризисное управление.

Нефтеперерабатывающие заводы относятся к категории опасных производственных объектов с высокой энергонасыщенностью технологических процессов, что обуславливает повышенный риск возникновения чрезвычайных ситуаций. Современные нефтеперерабатывающие комплексы представляют собой высокотехнологичные производственные системы, функционирование которых связано с постоянным риском возникновения технологических нарушений. Статистика свидетельствует: более 60 % аварийных ситуаций на НПЗ возникают не вследствие единичных отказов оборудования, а как результат каскадного развития инцидентов, усугублённого недостаточной скоростью принятия управленческих решений. Традиционные системы реагирования, построенные по линейному принципу «обнаружение — оповещение — локализация», демонстрируют системные ограничения в условиях динамично развивающихся кризисных сценариев [1]. Актуальность оптимизации подобных систем обусловлена не только экономическими потерями, но и социальными последствиями, включая угрозу жизни персонала и экологический ущерб прилегающим территориям.

Современные системы реагирования на нефтеперерабатывающих предприятиях базируются на требованиях нормативных документов, в частности Правил промышленной безопасности ПБ 09-310-99, регламентирующих организацию противоаварийной защиты и локализации чрезвычайных ситуаций. Типовая структура включает три взаимосвязанных компонента: системы раннего обнаружения угроз (газоанализаторы, тепловизоры, датчики давления), автоматизированные системы аварийного останова технологических установок и организационно-штабные структуры управления кризисными ситуациями [2]. Однако анализ практики показывает ряд системных недостатков существующих подходов. Во-первых, фрагментация систем мониторинга различных технологических участков приводит к задержкам в передаче информации между подразделениями. Во-вторых, недостаточная интеграция данных от стационарных и мобильных датчиков снижает достоверность прогнозирования развития аварийной ситуации. В-третьих, человеческий фактор при принятии решений в условиях дефицита времени и стресса остается критической уязвимостью даже при наличии развитой нормативной базы. Устра-

нение данных ограничений требует перехода от реактивной модели реагирования к проактивной системе предиктивного управления рисками.

Оптимизация системы аварийного реагирования должна осуществляться по трем основным направлениям: технологическому, организационному и кадровому.

Технологическая оптимизация предполагает создание единой интегрированной платформы сбора и анализа данных в режиме реального времени. Центральным элементом такой платформы выступает модернизированная SCADA-система, дополненная модулями искусственного интеллекта для анализа отклонений технологических параметров от нормативных значений. Внедрение цифровых двойников критического оборудования позволяет моделировать развитие аварийных сценариев и отрабатывать алгоритмы реагирования в виртуальной среде до возникновения реальной угрозы. Особое внимание следует уделить созданию резервных каналов передачи данных и автономных систем оповещения, функционирующих при отказе основной инфраструктуры [3].

Организационная оптимизация направлена на совершенствование структуры управления кризисными ситуациями. Целесообразно формирование многоуровневой системы реагирования с четким распределением полномочий: оперативный уровень, дежурный персонал установок, тактический уровень, руководитель аварийно-спасательной службы, и стратегический уровень, кризисный штаб предприятия. Внедрение стандартизированных протоколов обмена информацией между уровнями управления сокращает время принятия решений на 30–40 %. Параллельно необходимо разработать адаптивные планы локализации аварий, учитывающие специфику каждого технологического блока и возможные сценарии каскадного развития инцидента.

Кадровая оптимизация включает повышение квалификации персонала через регулярные тренинги на тренажерных комплексах с имитацией аварийных ситуаций различной сложности. Внедрение систем дополненной реальности для обучения операторов позволяет отрабатывать навыки реагирования на редкие и опасные сценарии без риска для жизни и оборудования. Не менее важно формирование психологической устойчивости персонала к стрессовым ситуациям через специальные программы подготовки [4].

Для координации действий аварийных служб эффективно применение мобильных приложений с геолокацией персонала и техники, интегрированных с системой управления инцидентами. В условиях ЧС такие решения позволяют оперативно формировать команды реагирования с учетом местоположения специалистов, их квалификации и наличия средств индивидуальной защиты. Внедрение автоматизированных операций предоставляет дополнительную выгоду: каждое действие фиксируется в режиме реального времени с привязкой к временной шкале. Это создаёт основу для перспективной оценки оперативности принятых мер, а также для обнаружения потенциальных возможностей повышения качества реагирования.

Ключевым направлением цифровизации выступает формирование целостной информационной среды, в рамках которой совмещаются как корпоративные массивы данных, так и внешние потоки информации — от метеорологических станций, экологических сенсоров и контролирующих государственных структур. Подобная объединение источников способствует росту точности оценки возможных сценариев развития чрезвычайных ситуаций и гарантирует оперативное оповещение как местного населения, так и профильных надзорных ведомств в строгом соответствии с нормативно-правовыми предписаниями [5].

Повышение эффективности аварийно-спасательных механизмов на нефтеперерабатывающих предприятиях достижимо лишь при условии системного подхода. Он предполагает одновременную модернизацию аппаратно-программной базы, пересмотр регламентов внутренних процессов и организацию непрерывного профессионального развития сотрудников, непосредственно вовлечённых в систему реагирования. Ключевым фактором повышения эффективности становится цифровизация процессов управления кризисными ситуациями через внедрение интегрированных платформ на базе технологий искусственного интеллекта, интернета вещей и цифровых двойников. Реализация предложенных мер позволит сократить время реагирования на аварийные ситуации на 25–35 %, минимизировать материальные потери и, главное, обеспечить безопасность персонала и населения прилегающих территорий. Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку стандартов взаимодействия цифровых систем аварийного реагирования между предприятиями отрасли в рамках создания единой отраслевой системы промышленной безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила промышленной безопасности для нефтеперерабатывающих производств : ПБ 09-563-03. – Введ. 29-05-2003. – М. : Госгортехнадзор России, 1999. – 78 с
2. Загороднова В. Е. Анализ аварийности на нефтеперерабатывающих заводах / В. Е. Загороднова, О. В. Ударцева // Вестник технологического университета. – 2021. – Т. 24, № 7. – С. 112–118.
3. Карибжанов В. И. Повышение эффективности мер по ликвидации последствий аварий на нефтеперерабатывающих заводах / В. И. Карибжанов // Современные проблемы науки и образования. – 2024. – № 2. – С. 44–51.
4. Рекомендации по организации систем аварийного реагирования на опасных производственных объектах нефтеперерабатывающей промышленности. – М. : НТЦ «Промышленная безопасность», 2022. – 64 с.
5. Сергеев К. С. Методы прогнозирования и предотвращения чрезвычайных ситуаций на предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической отрасли: дис. канд. техн. наук. – Томск, 2021. – 186 с.

РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВ

Моисеенко М.А. (ТБМ-1-23)

Научный руководитель – к.т.н. доц. кафедры ПБ и ЗЧС Власова О.С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье рассматриваются методы снижения негативных последствий аварийных ситуаций на предприятиях газовой промышленности. Автором разработан комплекс организационно-тактических мер, охватывающий модернизацию систем управления, применение цифровых технологий мониторинга и оптимизацию взаимодействия с аварийно-спасательными формированиями. Эффективность предложенного подхода подтверждена практическими испытаниями.

Ключевые слова: промышленная безопасность, чрезвычайные ситуации, промышленные газы, аварийное реагирование.

Объекты по производству промышленных газов, таких как аммиак, хлор и водород, представляют повышенную опасность из-за специфических физико-химических свойств используемых веществ. По данным статистики МЧС России, за период с 2020 по 2024 годы количество аварий на предприятиях данной отрасли увеличилось на 18%, что подчеркивает остроту проблемы и необходимость разработки эффективных мер по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций [1]. В ходе исследования применялись методы системного анализа, математического моделирования аварийных сценариев с использованием программного комплекса АЛОНА, а также экспертные оценки от представителей крупных предприятий и специалистов в области промышленной безопасности, что позволило сформировать комплексный подход к решению поставленных задач в рамках требований Федерального закона № 116-ФЗ[2] и международного стандарта ISO 45001:2018 [3].

Повышение уровня защищенности объектов газовой промышленности требует внедрения комплексной системы управления промышленной безопасностью, построенной на принципах анализа опасностей и контроля критических точек. Неотъемлемыми компонентами такой системы являются автоматизированная система контроля параметров технологических процессов с применением современных сенсоров, регулярная оценка рисков по методике Risk Matrix и систематическое обучение персонала действиям в аварийных ситуациях. Кроме того, эффективная координация действий при возникновении угрозы ЧС должна осуществляться через единые цифровые платформы, интегрирующие информацию о состоянии производства и оперативные данные экстренных служб, как это успешно демонстрирует проект «Безопасный город» в Республике Татарстан, позволивший сократить время реагирования на аварии на 25% [4].

Важнейшими элементами тактического реагирования при ликвидации аварий на объектах газовой промышленности следует считать применение

мобильных комплексов дегазации при утечках токсичных веществ, использование роботизированных средств для работы во взрывоопасных зонах, а также оперативное развертывание медицинских пунктов первой помощи в прилегающих территориях с радиусом действия не менее 5 км от источника аварии [5]. Для своевременного информирования населения о возникшей угрозе рекомендуется задействовать многоуровневую систему оповещения с применением SMS-рассылок и специализированных мобильных приложений, что существенно повышает шансы на минимизацию человеческих жертв [6].

Практическая проверка разработанных организационно-тактических мероприятий на водородном производстве в Свердловской области продемонстрировала их высокую эффективность: время локализации аварии сократилось в 2,5 раза благодаря автоматизации систем контроля, риск травматизма персонала уменьшился на 30% при использовании современных средств индивидуальной защиты, а эффективность взаимодействия с аварийными службами повысилась за счет внедрения единого протокола обмена данными. Вместе с тем, выявленные ограничения, связанные с высокой стоимостью цифровых технологий и недостаточной квалификацией персонала в регионах, требуют государственной поддержки программ модернизации и разработки инновационных методов обучения с применением виртуальной реальности [7].

Таким образом, разработанный комплекс организационно-тактических мероприятий по ликвидации чрезвычайных ситуаций на объектах производства промышленных газов обеспечивает комплексное решение задач по минимизации возможного ущерба для персонала, населения и окружающей среды. Перспективы дальнейших исследований в этой области связаны с применением искусственного интеллекта для прогнозирования аварийных ситуаций и разработкой единых межведомственных стандартов реагирования, что позволит создать более надежную систему промышленной безопасности в условиях современных техногенных рисков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Статистические данные МЧС России по авариям на опасных производственных объектах за 2020–2024 гг.
2. Закон Российской Федерации «Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (ред.от 2024 г.)» от 21.07.1997 № 116 //Собрание законодательства Российской Федерации. – с изм.и допол. в ред. от 2024.
3. Петров А.С., Козлов В.И. Технологии мониторинга в системах промышленной безопасности // Журнал инженерных исследований. 2024. № 4. С. 22–30.
4. Иванов Р.Н. Цифровые платформы управления безопасностью в промышленности // Промышленная безопасность. 2024. № 2. С. 35–42.
5. Инструкция по применению комплекса «Химзащита-2М» в ЧС. СПб - 2023. с. 24
6. Рекомендации МЧС России по оповещению населения при ЧС. М., - 2024.
7. Сидоров К.В. Инновационные методы подготовки персонала для работы в условиях риска // Безопасность в промышленности - 2024. - № 3. - С. 88–95.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВ: АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

Моисеенко М.А. (ТБМ-1-23)

Научный руководитель – к.т.н. доц. кафедры ПБ и ЗЧС Власова О.С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье рассматриваются актуальные вопросы промышленной безопасности на предприятиях по производству промышленных газов с акцентом на анализ техногенных аварий. Приводятся статистические данные по чрезвычайным ситуациям 2024 года, выявляются основные причины инцидентов и предлагаются меры по снижению рисков на основе современных подходов к управлению безопасностью.

Ключевые слова: промышленная безопасность, техногенные аварии, опасные производственные объекты, мониторинг рисков, системы предиктивного контроля.

Предприятия, специализирующиеся на производстве промышленных газов, классифицируются как опасные производственные объекты (ОПО), где эксплуатация оборудования сопряжена с высокими давлениями, экстремально низкими температурами и использованием агрессивных химических веществ. В таких условиях вопросы промышленной безопасности приобретают особую значимость, особенно на фоне тревожной динамики техногенных аварий в последние годы [1].

Актуальность проблемы подтверждается статистикой МЧС России за 2024 год: по стране зафиксировано 171 техногенная чрезвычайная ситуация, при этом количество инцидентов на горно-обогатительных комбинатах увеличилось в десять раз по сравнению с 2023 годом. В секторе производства и транспортировки промышленных газов зарегистрировано 60 аварий, пятнадцать из которых повлекли гибель людей [2]. Анализ причин показывает, что чаще всего катастрофы возникают из-за физического износа оборудования, нарушений технологических регламентов, ошибок персонала и внешних воздействий, включая диверсии и атаки беспилотных аппаратов. Более половины случаев разгерметизации систем связаны с коррозией трубопроводов и резервуаров, что указывает на недостаточную эффективность текущих методов профилактики.

Для нивелирования этих рисков эксперты предлагают внедрение комплексных решений. Ключевым элементом становится автоматизированный непрерывный контроль параметров технологических процессов и состояния оборудования в реальном времени. Перспективным направлением считается переход на предиктивное обслуживание, основанное на прогнозировании отказов с использованием данных сенсоров и алгоритмов искусственного интеллекта. Параллельно растет роль инновационных технологий, таких как мембранные и криогенные методы разделения газов, которые не только повышают надежность производств, но и снижают энергетические издержки. Не менее важно систематическое обучение сотрудников с ориентацией на

требования Федерального закона № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», что минимизирует влияние человеческого фактора [3].

Совокупность этих мер формирует основу для системного подхода к безопасности. Модернизация оборудования в сочетании с цифровыми инструментами мониторинга и ужесточением контроля за соблюдением технологических дисциплин позволяет не только снизить частоту аварий, но и предотвратить их тяжелые последствия. Только синтез технических инноваций, грамотной организации труда и подготовки кадров способен обеспечить устойчивую работу предприятий отрасли в условиях растущих техногенных угроз [4]. Внедрение таких стратегий становится не просто рекомендацией, а необходимым условием для сохранения жизни людей и защиты окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Основные показатели и оценка состояния защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера // МЧС Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/vse-dokumenty/7802> (дата обращения: 20.12.24).

2. Атаки БПЛА, износ оборудования и халатность: главные причины аварий на опасных промышленных объектах // Рубеж. Информационно-аналитический журнал URL: <https://ru-bezh.ru/#> (дата обращения: 20.12.2024).

3. Закон Российской Федерации "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21.07.1997 № 116-ФЗ // Российская газета. - от 30 июля 1997 г. г. - с изм. и допол. в ред. от 31 июля 2025 г. № 304-ФЗ Изменения вступают в силу с 1 сентября 2026 г..

4. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 декабря 2020 г. № 531 "Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления" // Гарант URL: <https://base.garant.ru/400164936/> (дата обращения: 24.12.24).

ВТОРИЧНЫЕ ВЗРЫВЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ ПРИ СРАБАТЫВАНИИ ЛЕГКОСБРАСЫВАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Петров Р.Ю. (адъюнкт каф. процессов горения и экологической безопасности)
Научный руководитель — к.т.н., профессор, с.н.с. УНК ПБОЗ Меркушкина Т.Г.

ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России

Аннотация: защита производственных зданий от внутренних дефлаграционных взрывов осуществляется установкой легкосбрасываемых конструкций, которые при превышении допустимого значения давления обеспечивают его сброс в атмосферу. Однако при срабатывании легкосбрасываемых конструкций наружу возможен выброс несгоревшей газовой смеси, которая воспламеняется во внешнем пространстве, создавая вторичный (внешний) взрыв. Исследования последних лет показывают, что внешний взрыв может представлять серьёзную опасность для людей и сооружений. В статье анализируются факторы, усиливающие внешний взрыв, и предлагаются практические рекомендации по снижению его последствий.

Ключевые слова: дефлаграционный взрыв, легкосбрасываемые конструкции, вторичный взрыв, внешний взрыв, промышленный объект, газозаводная смесь.

Введение

Дефлаграционные взрывы газозаводных смесей на промышленных объектах представляют серьёзную угрозу безопасности. По данным МЧС России, в 2024 году зарегистрировано 7 взрывов в помещениях производственных объектов [1], приведших к разрушениям зданий и травмированию персонала. Такие помещения относятся к категории А и Б по взрывопожарной и пожарной опасности [2]. Основной мерой обеспечения взрывобезопасности производственных зданий являются мероприятия по обеспечению взрывоустойчивости. Сохранение устойчивости зданий (помещений) при взрыве в значительной мере гарантирует безопасность людей, находящихся в здании в момент взрыва [3].

Механизм внешнего взрыва

Согласно СП 4.13130.2013, основным способом защиты промышленных зданий от внутренних дефлаграционных взрывов является установка в ограждающих конструкциях легкосбрасываемых конструкций (ЛСК). При достижении критического давления ЛСК срабатывают и обеспечивают выброс избыточного давления в атмосферу, ограничивая его величину до безопасных пределов.

Однако, в момент срабатывания ЛСК, внутренний взрыв может перейти во внешний взрыв, так называемый «взрыв в атмосфере», когда наружу выбрасывается значительный объём несгоревшей газозаводной смеси. При прохождении сбросного отверстия смесь интенсивно турбулизуется, а при контакте с фронтом пламени воспламеняется во внешнем пространстве, создавая вторичный (внешний) взрыв. Этот взрыв характеризуется ударной волной, потоком пламени и осколками конструкций, способными разрушать соседние здания и поражать людей.

Современные исследования [4-6] показывают, что в определённых условиях параметры внешнего взрыва могут превосходить параметры внутренне-

го взрыва, представляя опасность для людей и оборудования вне здания.

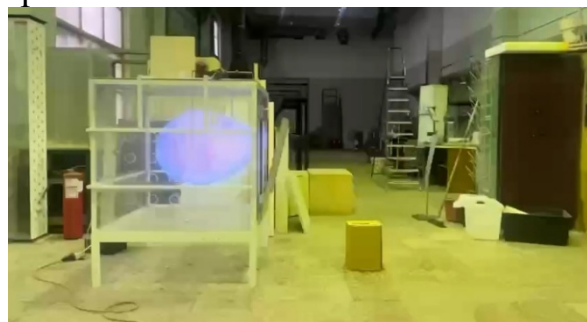
Ключевые факторы, усиливающие внешний взрыв:

- время начала вскрытия ЛСК (увеличение времени приводит к усилению параметров);
- давление вскрытия ЛСК (при низком давлении выбрасывается больший объём смеси);
- площадь ЛСК (при малой площади повышается скорость потока, интенсификация турбулизации);
- расположение места возникновения воспламенения (пламя накапливает энергию).

На рисунке представлены снимки внешнего взрыва при срабатывании ЛСК в экспериментальной установке, демонстрирующие интенсивный факел пламени, выходящий из сбросного отверстия.



1



2



3



4

Рис. 1. Этапы внешнего взрыва при срабатывании легкообрасываемой конструкции

- (1) момент начала воспламенения газовой смеси;
- (2) момент начала вскрытия ЛСК и выброса непрореагировавшей газовой смеси;
- (3) момент начала внешнего взрыва;
- (4) распространение факела пламени.

Практические рекомендации

Для снижения опасности внешних взрывов при проектировании промышленных объектов с ЛСК предлагается:

- 1) Применять конструкции вскрытия с минимальным временем срабатывания, что позволяет снизить объём выбрасываемой несгоревшей смеси и, как следствие, интенсивность внешнего взрыва.
- 2) При расчете давления вскрытия ЛСК для конкретного объекта учиты-

вать не только требования внутренней защиты, но и возможность формирования внешнего взрыва. Выбор параметров должен основываться на комплексном анализе рисков.

3) Предусматривать зоны безопасности вокруг вентиляционных отверстий ЛСК, в которых исключается постоянное присутствие людей и размещение критически важного оборудования. Размеры зон определяются на основе расчётных параметров конкретного объекта.

4) При планировке размещения ЛСК в ограждающих конструкциях учитывать направление возможного выброса продуктов горения, ориентируя вентиляционные отверстия в сторону от людных мест и соседних зданий.

Выводы

Анализ научных работ и экспериментальное исследование показало, что при срабатывании легкобрасываемых конструкций формируется вторичный (внешний) взрыв, параметры которого представляют опасность для людей и оборудования, находящихся вне защищаемого помещения. На рисунке наглядно продемонстрированы этапы этого процесса: от момента воспламенения газовоздушной смеси внутри до распространения факела пламени во внешнем пространстве. Установлено, что основными факторами, влияющими на интенсивность внешнего взрыва, являются: время начала вскрытия ЛСК, давление вскрытия, площадь сбросного проёма и расположение точки воспламенения. Учёт этих факторов необходим при проектировании систем взрывозащиты промышленных объектов. Результаты исследования подтверждают актуальность проблемы внешних взрывов и указывают на необходимость дальнейшей научной работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Статистика чрезвычайных ситуаций. Официальный сайт МЧС России. 2024. URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/statistika> (дата обращения: 29.01.2026).
2. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара. Требования к объёмно-планировочным и конструктивным решениям. – М.: МЧС России, 2013.
3. Комаров А.А. Прогнозирование нагрузок от аварийных дефлаграционных взрывов и оценка последствий их воздействия на здания и сооружения: дис. доктора технических наук Пожарная и промышленная безопасность (технические науки) наук: 05.26.03. - М., 2001. - 460 с.
4. Pang L., Wang S., Liu Z., et al. Research on the explosion vent external composite disaster induced by dust explosion inside the dust collector // Process Safety and Environmental Protection. – 2024. – Vol. 190. – P. 1100–1112.
5. Sun H., Jing Y., Zhang H. Effects of Vent Size and Pressure on Hydrogen Explosion Dynamic Characteristics // ACS Omega. – 2024. – Vol. 9, No. 35. – P. 37076–37089.
6. Xing H., Zhou Q., Liu M., et al. Experimental Study of External Flame Evolution and Overpressure Characteristics in Vented Methane/Hydrog.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ ГОСТИНИЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Поляков М.А.(ПБ-20)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ПБ и ЗЧС Власова О.С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: настоящее исследование посвящено анализу доминирующих причин возникновения пожаров на объектах гостиничного комплекса, основанному на актуальных статистических данных за 2023-2024 годы.

Ключевые слова: пожарная безопасность, гостиничные комплексы, причины пожаров, статистика пожаров, электрооборудование, неосторожное обращение с огнем, эвакуация, токсичные продукты горения, превентивные меры, автоматическое пожаротушение, тепловизионный контроль, управление рисками

Объекты гостиничного хозяйства представляют собой критически важный сегмент инфраструктуры, характеризующийся повышенной пожарной опасностью. Это обусловлено комплексом факторов: круглосуточным пребыванием большого числа людей, часто находящихся в состоянии стресса или усталости и не знакомых с планировкой здания, насыщенностью помещений электрооборудованием и горючими отделочными материалами, сложностью архитектурно-планировочных решений.

Согласно оперативным сводкам МЧС России, в 2023 году на объектах гостиничных комплексов было зарегистрировано 417 пожаров, что привело к гибели 24 человек [1]. За первое полугодие 2024 года тенденция сохранилась произошло 189 пожаров, в результате которых погибло 11 человек [1]. Эти цифры свидетельствуют о недостаточной эффективности существующих превентивных мер и требуют детального анализа первопричин для разработки целенаправленных решений.

Анализ статистических данных и отчетов о пожарах позволяет выявить устойчивую структуру причин возникновения чрезвычайных ситуаций в гостиницах. Лидирующую позицию, как и в предыдущие годы, занимает нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования. На эту причину приходится порядка 40% всех возгораний в рассматриваемый период [1]. Типичными сценариями являются перегрузка сетей из-за бесконтрольного использования гостями собственных электроприборов (30% случаев) [2]. Ключевым из них выступает постоянная перегрузка электрических сетей, спровоцированная бесконтрольным использованием гостями собственных, зачастую несертифицированных или неисправных электроприборов – от мощных чайников и обогревателей до зарядных устройств ненадлежащего качества. Эта бытовая, на первый взгляд, проблема накладывается на базовую инфраструктуру, которая во многих зданиях старого фонда является устаревшей: изоляция проводки теряет свойства, контактные соединения в распределительных щитах и розетках ослабевают, создавая локальные перегревы. Таким образом, пожароопасная ситуация создается на стыке безответственного

поведения потребителя и недостаточного технического контроля со стороны эксплуатирующей организации. Второй по значимости причиной является неосторожное обращение с огнем, включая курение в запрещенных местах, что становится источником около 25% пожаров [1]. Особую опасность данная причина приобретает в сочетании с состоянием алкогольного опьянения постояльцев, что нередко фиксируется в пояснительных записках к отчетам [2]. Третья группа причин носит организационно-эксплуатационный характер и включает нарушение правил пожарной безопасности при проведении огневых работ (сварка, пайка) во время ремонтов, а также ненадлежащее содержание эвакуационных путей. Отдельной, статистически менее значимой, но катастрофической по последствиям причиной остаются умышленные поджоги (10% случаев) [2].

Особенностью пожаров в гостиницах, напрямую влияющей на тяжесть последствий, является их исключительная скоротечность и быстрое, лавинообразное распространение дыма и продуктов горения по вертикальным коммуникациям: лифтовым шахтам, вентиляционным каналам, незадымляемым лестничным клеткам, превращающимся при открытых дверях в дымовые трубы. Использование широкого спектра синтетических полимерных отделочных материалов в номерах и коридорах – от линолеума и виниловых обоев до мебели с пенополиуретановым наполнителем – приводит не только к быстрому распространению пламени, но и к интенсивному выделению высокотоксичных продуктов горения (цианистый водород (HCN), акролеин ($\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$), оксид углерода II (CO)) [2]. Именно эти продукты, а не само пламя, являются основной причиной гибели людей на самой ранней стадии пожара, действуя в течение считанных минут. Эвакуация, как процесс организованного перемещения, в таких условиях осложняется разными факторами. Ей препятствует паническое поведение дезориентированных гостей, не знающих реальной планировки и расположения запасных выходов, а также объективная необходимость организовать спасение людей, которые могут спать, иметь ограниченную мобильность или находиться в состоянии, не позволяющем адекватно воспринимать опасность.

Проведенный анализ свидетельствует о том, что сохраняющаяся динамика пожаров в гостиничных комплексах (417 случаев с 24 погибшими в 2023 г., 189 случаев с 11 погибшими за I полугодие 2024 г.) является следствием системной недоработки в управлении пожарными рисками. Установлена устойчивая структура причин, где доминируют нарушения эксплуатации электрооборудования (40% случаев), неосторожное обращение с огнем (25%) и организационные упущения. Эти факторы, в совокупности со спецификой гостиниц приводят к быстрому распространению токсичных продуктов горения по вертикальным коммуникациям и дезориентацию временного контингента, тем самым, формируя среду для катастрофического развития событий.

Существующие меры, основанные на формальном соблюдении нормативных минимумов, доказали свою недостаточность. Требуется стратегический переход к превентивной модели безопасности, основанной на полученных

данных. Ключевыми направлениями должны стать законодательное закрепление обязательного оснащения всех гостиниц системами автоматического пожаротушения спринклерными или дренчерными, внедрение обязательного регулярного тепловизионного контроля электрохозяйства [3], а также ужесточение ответственности за содержание путей эвакуации и обязательные регулярные практические тренировки персонала по эвакуации. Только такой комплексный подход, целенаправленно разрывающий выявленные причинно-следственные связи, позволит трансформировать гостиницу из объекта повышенного риска в безопасную среду для временного пребывания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 12 месяцев 2024 г. // МЧС России Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий URL: https://87.mchs.gov.ru/uploads/resource/2025-04-25/11-statisticheskie-dannye_1745532917320520496.pdf (дата обращения: 20.01.2026).
2. В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина, В.И. Сибирко, О.В. Надточий, Ю.А. Матюшин (ФГБУ ВНИИПО МЧС России); П.В. Полехин, А.А. Козлов (ДНПР МЧС России); М.В. Шевцов (Академия ГПС МЧС России) Статистика пожаров и их последствий // Пожары и пожарная безопасность в 2024 г. - Балашиха: 2025. - С. 8-15.
3. Приказ МЧС России "Об утверждении свода правил СП 6.13130 "Системы противопожарной защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности" от 06.04.2021 № 200 // Официальный интернет-портал правовой информации. – 2021.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Пономарев В. С. (ТБМ-2-24)

Научный руководитель – к.т.н., доц. кафедры ПБ и ЗЧС Рудченко Г.И.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье предложена методика повышения пожарной безопасности промышленных предприятий, акцентированная на оптимизации организационных процессов и целевом обучении персонала с использованием доступных цифровых средств. Апробация в условиях трубопрокатного цеха доказала результативность подхода: выявляемость опасных состояний возросла в 3,1 раза, а расчетный риск реализации сценария пожара снизился более чем в 2 раза. Сформулирован типовой алгоритм внедрения для других производств.

Ключевые слова: пожарная безопасность, управление рисками, организационные меры, ситуационное обучение, человеческий фактор, дерево неисправностей (FTA).

В условиях ограниченности финансовых ресурсов поиск эффективных и малозатратных решений для повышения уровня пожарной безопасности остается актуальной задачей для многих промышленных предприятий. Традиционный путь, связанный с масштабной технической модернизацией, зачастую недоступен. В связи с этим возрастает значимость решений, направленных на максимальное использование внутренних резервов, а именно организационно-управленческих ресурсов и человеческого капитала [1,2]. Целью данного исследования является разработка и практическая апробация методики совершенствования ПБ, основанной на системной оптимизации регламентов и целевого обучения персонала. Основная гипотеза заключается в том, что комплексная работа в этих направлениях способна дать синергетический эффект, сопоставимый по своему влиянию на общий уровень безопасности с дорогостоящими техническими решениями.

Методология и концепция апробации. Практическая проверка методики проводилась в рамках аналитико-внедренческого проекта на базе трубопрокатного цеха ООО «Волжский трубный завод». Работа велась по двум взаимосвязанным направлениям: редизайн ключевых процессов управления пожарной безопасностью и разработка новых форм обучения персонала. Оценка эффективности базировалась на сравнении объективных показателей до и после внедрения мероприятий. Для этого использовался комплекс методов, включая анализ документов и статистики инцидентов, экспертные наблюдения, тестирование персонала, а также инженерный расчет снижения вероятности возникновения пожаров с помощью метода дерева неисправностей (FTA) [3].

Совершенствование управленческих процессов. Первичная диагностика выявила ряд системных проблем, таких как формальный характер обходов территории, длительные процедуры согласования огневых работ и отсутствие четкой приоритезации ремонтов по критериям пожарной безопасности. В ка-

честве ответа на эти вызовы были разработаны и внедрены адресные организационные решения. Ключевым нововведением стало внедрение цифровых чек-листов обходов с обязательной фотофиксацией, что позволило перейти от формального контроля к созданию автоматизированного реестра замечаний. Параллельно была оптимизирована процедура оформления нарядов-допусков и внедрена система цветовой маркировки заявок на ремонт, выделяющая вопросы пожарной безопасности в приоритетную категорию. Результаты, полученные за шестимесячный период, показали значительный прогресс. Количество выявляемых и устраняемых потенциально опасных состояний увеличилось с 17 до 53. Время оформления разрешительной документации сократилось на 60%, а средний срок устранения замечаний по ПБ уменьшился с 14 до 4 дней, что свидетельствует о существенном повышении оперативности управленческого контура.

Ситуационно-ориентированное обучение персонала. Вторым важным направлением стала замена формального инструктирования на практико-ориентированную систему обучения. Ее основу составили интерактивные кейсы, разработанные на базе реальных инцидентов, и регулярные короткие учения на рабочих местах, моделирующие конкретные нештатные ситуации. Для оперативного напоминания ключевых правил на критическом оборудовании были размещены пиктограммы с QR-кодами, ведущими к кратким инструкциям. Сравнительное тестирование контрольной и экспериментальной групп персонала подтвердило высокую эффективность нового подхода. У работников, прошедших обучение по новой системе, правильность действий в смоделированной аварийной ситуации возросла на 69%, время на принятие первого решения сократилось на 60%, а способность идентифицировать вторичные опасности улучшилась более чем в два раза.

Количественный анализ эффективности методики. Для интегральной оценки влияния внедренных мер на общий уровень риска был применен метод дерева неисправностей (FTA) на примере типового сценария «Пожар из-за разлива и возгорания масла» [4]. В рамках модели вероятность технического события (разлив) была принята постоянной. Расчеты показали, что за счет повышения эффективности контроля и обучения совокупная вероятность своевременного обнаружения и локализации опасного состояния увеличилась с 0,3 до 0,7. В результате итоговая оценка вероятности реализации пожаро-опасного сценария снизилась с $4,9E-03$ до $2,1E-03$, то есть более чем в 2,3 раза, что количественно подтверждает значимый вклад организационно-управленческих мер в повышение безопасности [5].

Практические рекомендации и выводы. На основе успешной апробации сформирован типовый алгоритм внедрения методики для других промышленных объектов. Он включает этап первичной диагностики и анализа существующих процессов, разработки и адаптации инструментов, пилотного внедрения с обучением внутренних инструкторов, а также постоянного мониторинга ключевых показателей для регулярной корректировки системы. Основные выводы исследования состоят в следующем. Во-первых, разрабо-

тана и апробирована эффективная методика повышения пожарной безопасности, не требующая значительных капитальных вложений и опирающаяся на оптимизацию внутренних ресурсов. Во-вторых, внедрение доступных цифровых инструментов контроля и системы ситуационно-ориентированного обучения позволило добиться существенного улучшения как операционных показателей (рост выявляемости опасностей, сокращение сроков реакции), так и уровня готовности персонала. В-третьих, количественная оценка с помощью метода FTA доказала, что совокупный эффект от предлагаемых мер позволяет снизить вероятность реализации типового пожароопасного события более чем в два раза. Таким образом, гипотеза исследования подтверждается: системная работа с организационными процедурами и человеческим фактором является высокоэффективным и экономически оправданным путем существенного повышения уровня пожарной безопасности на действующих промышленных предприятиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 12.3.047-2012 "Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля" от 01.01.2014 № 12.3.047-2012 // Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2014 год Фактическая дата официального опубликования стандарта - февраль 2014 года (информация с сайта <http://www.gost.ru/> по состоянию на 05.03.2014).
2. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 N 1479 (ред. от 03.02.2025) "Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации" // МЧС Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий URL: https://86.mchs.gov.ru/uploads/resource/2023-06-20/obshchie-trebovaniya-pozharnoy-bezopasnosti_1687233648660650545.pdf (дата обращения: 10.01.2026).
3. Fault tree analysis (FTA). // International Electrotechnical Commission. URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/12812/877551080d2e42c3b1241586fa45d9c0/IEC-61025-2006.pdf> (дата обращения: 10.01.2026).
4. Ericson, C. A. Hazard Analysis Techniques for System Safety. Wiley, 2015.. - New Jersey: Hoboken, 2015. - 640 с.
5. Холодов, Н.А., Петров, С.В. Управление пожарными рисками на промышленных предприятиях: организационный аспект // Пожаровзрывобезопасность, 2020. Т. 29, № 4. С. 45-53.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУБОПРОКАТНЫХ ПРОИЗВОДСТВ: ОТ РЕАКТИВНОЙ МОДЕЛИ К КОМПЛЕКСНОМУ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОМУ УПРАВЛЕНИЮ

Пономарев В. С. (ТБМ-2-24)

Научный руководитель – к.т.н., доц. кафедры ПБ и ЗЧС Рудченко Г.И.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье проанализированы системные проблемы обеспечения пожарной безопасности на трубопрокатных производствах. Выявлено, что доминирующая реактивная модель управления, фрагментарность технических систем и формализм в обучении персонала не обеспечивают адекватного противодействия специфическим технологическим рискам, связанным с газовыми печами и гидросистемами высокого давления. Критически оценены ограничения действующей нормативной и проектной базы. Предложена концепция комплексной риск-ориентированной системы управления пожарной безопасностью, интегрирующей предиктивный технический мониторинг, адаптивные управленческие регламенты на основе цифровых двойников и инновационные методы формирования культуры безопасности.

Ключевые слова: пожарная безопасность, трубопрокатное производство, риск-ориентированный подход, предиктивный мониторинг, критическая точка концентрации риска, цифровой двойник, человеческий фактор, система управления.

Актуальность исследования обусловлена высокой пожарной опасностью трубопрокатных производств и сохраняющимся уровнем аварийности, несмотря на значительные затраты на противопожарные системы [1]. Трубопрокатный цех, как объект высшей категории взрывопожарной опасности, характеризуется комплексным наложением технологических, управленческих и человеческих рисков. Существующая практика обеспечения пожарной безопасности, делающая акцент на выполнении предписывающих норм и реагировании на инциденты, демонстрирует недостаточную эффективность [2]. Целью данной статьи является анализ ключевых уязвимостей системы пожарной безопасности и научное обоснование концепции перехода к комплексной, предиктивной и риск-ориентированной модели управления. Методологическую основу составили анализ статистики инцидентов, экспертные оценки, системный анализ технологического процесса обзор нормативно-технической документации.

1. Анализ системных проблем и причин пожаров

Современный трубопрокатный цех представляет собой сложный технический комплекс с высокой концентрацией энергетических, химических и механических опасностей. Основными системными проблемами являются физический и моральный износ основных фондов, повышающий вероятность аварийных утечек горючих веществ, и фрагментарность систем безопасности, когда средства АПС, АУПТ, технологического контроля и газового анализа функционируют изолированно. Это препятствует оперативному выявлению предаварийных ситуаций. Управление носит реактивный характер, при котором ресурсы направляются на ликвидацию последствий, а планово-

предупредительный ремонт зачастую проводится по формальному графику. Традиционное обучение не формирует у персонала глубокой ситуационной осознанности и практических навыков действий в нештатных режимах.

Классификация причин пожаров, выполненная на основе данных исследований, показывает, что наиболее тяжелые последствия (55-60% материального ущерба) связаны с технологическим оборудованием, таким как газовые печи и гидравлические системы станов (см. таблицу 1) [3]. Это указывает на неэффективность реактивной практики, основанной лишь на формальном соответствии нормативам.

Таблица 1

Классификация основных причин пожаров в трубопрокатном производстве

Группа причин	Удельный вес	Характерные примеры	Коренные организационные предпосылки
Технологические и технические	55-60%	Утечки горючего газа, разрывы масляных магистралей высокого давления (до 40 МПа), электро-технические неисправности, аварии оборудования.	Отсутствие предиктивных систем мониторинга, формальное проведение ППР, несовершенная диагностика.
Нарушения при огневых работах	20-25%	Сварочные работы без наряда-допуска, отсутствие защитных экранов, использование неисправного оборудования.	Слабая производственная дисциплина, неэффективный контроль со стороны ИТР.
Организационно-управленческие	15-20%	Невыполнение регламентов ТО, ошибочные действия операторов, несанкционированное складирование горючих материалов.	Приоритет производственных планов над требованиями безопасности, низкая личная ответственность.

2. Ограничения нормативно-правовой и проектной базы

Действующая нормативная база формирует необходимый минимальный стандарт, но её анализ выявляет ключевые ограничения применительно к специфике трубопрокатного производства [4,5]. Требования носят обобщенный предписывающий характер и слабо учитывают уникальные комбинации рисков, требуя субъективной интерпретации. Фокус смещен на этап проектирования, в то время как вопросы безопасной эксплуатации, диагностики и управленческих процедур регламентированы менее детально, что способствует формальному подходу. Жесткость норм сдерживает внедрение риск-ориентированных методик и инновационных технических решений.

Типовые проектные решения, включающие пассивную и активную защиту, на практике демонстрируют ряд уязвимостей [6]. Массовые системы тушения неэффективны в условиях плотной застройки сложным оборудованием, так как не обеспечивают подачу огнетушащего вещества в закрытые объемы. Объемное газовое пожаротушение для больших цехов экономически не выгодно и технически сложно. Пассивная огнезащита подвержена деградации в агрессивной среде, а проектирование часто ведется без глубокого анализа специфических сценариев развития пожара.

3. Технологические риски как основа для стратегии защиты

Анализ технологического процесса позволяет выделить критические точ-

ки концентрации риска (КТКР), где возможна реализация наиболее тяжелых сценариев. К ним относятся, прежде всего, системы газопотребления печей, где существует риск утечек и взрывов газовоздушной смеси, и гидравлические системы прокатных клетей высокого давления, где разрыв магистралей приводит к образованию воспламеняющегося масляного тумана. Защита этих КТКР должна стать приоритетом для разработки превентивных мер.

4. Концепция комплексной риск-ориентированной системы управления ПБ

На основе проведенного анализа предлагается концепция перехода к комплексной системе управления пожарными рисками (СУПР), основанной на трех взаимосвязанных компонентах.

Технический компонент предполагает радикальное усиление защиты КТКР за счет внедрения предиктивного мониторинга с использованием датчиков ультразвуковой диагностики, лазерных газоанализаторов и систем контроля состояния. Архитектура АУПТ должна стать гибридной, дополняясь локальными автоматическими модулями, встроенными непосредственно в защищаемое оборудование для адресного воздействия на очаг [7].

Управленческий компонент требует перехода на риск-ориентированные принципы. Ключевым инструментом становится создание «цифрового двойника» КТКР, интегрирующего данные мониторинга и историю обслуживания, что позволяет перейти к техническому обслуживанию по фактическому состоянию [8]. Динамическая модель оценки риска, учитывающая множество параметров в реальном времени, обеспечит обоснованное ранжирование мероприятий. Цифровизация регламентов повысит дисциплину и контролируемость процессов.

Гуманитарный компонент направлен на преодоление формализма через внедрение immersive-обучения с использованием VR-тренажеров, моделирующих аварийные ситуации. Изменение системы мотивации должно поощрять активное участие персонала в выявлении опасностей. Регулярный разбор реальных инцидентов формирует коллективный опыт и проактивную культуру безопасности. Интеграция всех компонентов осуществляется в единой цифровой платформе управления рисками.

Проведенный анализ доказывает, что дальнейшее повышение уровня пожарной безопасности трубопрокатных производств требует принципиально новой парадигмы управления, основанной на предиктивности, адресности, интеграции и адаптивности. Комплексная СУПР, фокусирующаяся на защите критических точек концентрации риска, позволит сократить вероятность возникновения пожаров и размер ущерба за счет раннего обнаружения угроз и адресного реагирования. Одновременно она трансформирует культуру безопасности из формальной в проактивную, повышая операционную готовность персонала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Петров А.Н. Анализ причин аварий и пожаров на металлургических предприятиях // Безопасность труда в промышленности. – 2022. – № 5. – С. 56-62.

2. Отчеты по расследованию причин пожаров на предприятиях черной металлургии (2018-2023 гг.). – М.: ВНИИПО МЧС России.
3. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
4. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
5. Сидоров В.П. Проектирование противопожарной защиты сложных промышленных объектов: монография / В.П. Сидоров. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. – 300 с.
6. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические.
7. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара.
8. Кузнецов Е.С. Риск-ориентированный подход в промышленной безопасности: теория и практика / Е.С. Кузнецов. – Екатеринбург: УрФУ, 2021. – 254 с.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ В ОБЪЕКТАХ ЛЕЧЕБНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Прокофьев С.А.(ПБ-2020)

Научный руководитель — ст.препод. кафедры ПБ и ЗЧС Губриенко О.А.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в данной статье излагается анализ причин возникновения пожаров на объектах лечебных учреждений с массовым и маломобильным пребыванием людей.

Ключевые слова: пожарная безопасность, лечебные учреждения, причины пожаров, человеческий фактор, техническое состояние, медицинские организации, МЧС статистика, превентивные меры.

Лечебные учреждения (стационары, поликлиники, диспансеры, специализированные центры) представляют собой объекты с массовым пребыванием граждан, в том числе маломобильных групп населения, что предъявляет высокие требования к их пожарной безопасности. Пожар в таком учреждении несет катастрофические последствия: угрозу жизни пациентов и персонала, нарушение жизненно важных функций учреждения, колоссальный материальный ущерб и тяжелые социально-психологические последствия. Несмотря на строгое нормативное регулирование в области пожарной безопасности, риск возникновения пожаров остается.

Согласно оперативным данным МЧС России, за период 2023-2025гг. в медицинских учреждениях страны произошло 547 пожаров, при этом статистика за 6 месяцев 2025 года показывает сохранение тревожной тенденции, что подчеркивает актуальность анализа причин [1]. Данный анализ направлен на систематизацию и изучение возможных причин возникновения пожаров в лечебных учреждениях, которые условно можно разделить на причины, связанные с человеческим фактором, техническим состоянием объектов и спецификой их деятельности.

Человеческий фактор остается доминирующей причиной возникновения пожаров. По статистике, на долю нарушений, связанных с человеческим фактором, приходится до 60-70% всех возгораний в медицинских организациях [1]. В условиях лечебного учреждения он проявляется особенно остро. Во-первых, к пожарам приводят нарушения правил эксплуатации электрооборудования. Медицинский персонал, сосредоточенный на лечебном процессе, может пренебрегать правилами использования несертифицированных электроустановочных изделий для медицинской аппаратуры, что ведет к перегрузке сетей. Так же, опасность представляет неосторожное обращение с открытым огнем, курение пациентов, посетителей или персонала в служебных помещениях является распространенной причиной возгораний [1]. Источником огня также могут стать спиртовки, используемые в некоторых лабораторных кабинетах. Небрежность при проведении огневых работ ремонтными службами без надлежащего оформления также относится к этой категории.

Анализ показывает, что в 2023-2025 гг. более 15% пожаров в ЛПУ начались именно в ходе ремонтных работ [1].

Существуют так же технические и эксплуатационные причины связаны с износом, неисправностью или некорректным проектированием инженерных систем и конструкций здания. Первостепенной проблемой для многих учреждений, особенно в зданиях старой постройки, является неудовлетворительное состояние электрохозяйства [1]. Причины пожаров: старение и повреждение изоляции кабелей, несоответствие сечений проводов реальным нагрузкам (особенно с учетом современного насыщения аппаратурой), перегрузка распределительных щитов, неисправности в силовых и осветительных сетях. Аварийные режимы работы (короткие замыкания, переходные сопротивления) являются прямым источником зажигания. Отдельную угрозу представляет неисправность медицинского и технологического оборудования (1824 случая возгорания за период 2023-2025гг). Выход из строя систем охлаждения, блоков питания, повреждение внутренней проводки могут привести к возгоранию. Особую опасность представляют кухни и пищеблоки, где пожары возникают из-за неисправностей теплового оборудования или воспламенения скопившихся отложений жира в вентиляционных системах [2]. Хранение горючих материалов (бумаги, мебели) на путях эвакуации, в электрощитовых и подвальных помещениях сами по себе создают повышенную пожарную нагрузку и могут стать местом первоначального возгорания.

Отраслевая принадлежность и особенности организации создают уникальную комбинацию факторов пожарной опасности. Наиболее значимым является наличие и применение легковоспламеняющихся и окисляющих веществ. В лабораториях, аптеках, некоторых процедурных кабинетах используется значительное количество ЛВЖ и ГЖ (спирт, эфир, ацетон, перекись водорода), а также баллоны с кислородом [2]. Утечка кислорода резко увеличивает горючесть любых материалов. Нарушение правил хранения и обращения с этими веществами – частая причина взрывов и пожаров. Другой специфический фактор связан с особым контингентом пациентов. Пациенты психиатрических и геронтологических отделений могут совершать действия, провоцирующие пожар (скрытое курение, игры с огнем), в силу своего заболевания, что требует организации постоянного контроля (10% пожаров в ЛПУ) [2]. Так же, круглосуточный режим работы и сложность эвакуации, сами по себе, не вызывают пожар, но многократно увеличивают его потенциальную тяжесть. Пожар, возникший в ночную смену при минимальном количестве персонала, усложняет его своевременное обнаружение. Необходимость эвакуировать пациентов, подключенных к аппаратуре, лежащих, находящихся в реанимации, требует заблаговременного планирования и специальных технических решений.

Анализ показывает, что причинами пожаров в лечебных учреждениях является сложный комплекс взаимосвязанных факторов, где организационные и человеческие недоработки накладываются на устаревшую материально-техническую базу и объективно сложные условия деятельности. Противопо-

жарная защита таких объектов не может ограничиваться формальным соблюдением норм, она требует комплексного подхода, включающего в себя постоянный контроль за состоянием электрохозяйства и оборудования, строгий режим содержания помещений, особенно связанных с применением опасных веществ, а также внедрение современных систем автоматической пожарной сигнализации и пожаротушения. Понимание всей полноты возможных причин является основой для разработки эффективных превентивных мер, направленных на минимизацию риска возникновения пожара и сохранение жизни самых уязвимых категорий населения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 12 месяцев 2024 г. // МЧС России Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий URL: https://87.mchs.gov.ru/uploads/resource/2025-04-25/11-statisticheskie-dannye_1745532917320520496.pdf (дата обращения: 10.01.2026).

2. В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина, В.И. Сибирко, О.В. Надточий, Ю.А. Матюшин (ФГБУ ВНИИПО МЧС России); П.В. Полехин, А.А. Козлов (ДНПР МЧС России); М.В. Шевцов (Академия ГПС МЧС России) Статистика пожаров и их последствий // Пожары и пожарная безопасность В 2024 г. - Балашиха: 2025. - С. 8-15.

МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ ОГНЕПРЕГРАДИТЕЛЕЙ НА СПОСОБНОСТЬ ЛОКАЛИЗОВАТЬ ПЛАМЯ

Рассадииков Д.Н., преподаватель кафедры ПБТП (в составе УНК ПБОЗ);
Романюк Е.В., профессор кафедры ПБТП (в составе УНК ПБОЗ) д.т.н., доцент.
ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России»,
Москва, Россия

Аннотация: в данной статье кратко изложена методика испытаний огнепреградителей на способность локализовать пламя в газопроводах в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53323-2009. Описаны состав и принцип действия испытательного стенда, порядок подготовки газопаровоздушной смеси, критерии работоспособности огнепреградителя и возможные области применения результатов испытаний при проектировании и эксплуатации оборудования.

Ключевые слова: огнепреградитель, локализация пламени, газопаровоздушная смесь; испытательный стенд, методы испытаний.

Как известно, огнепреградители и искрогасители являются одним из ключевых элементов систем взрывопожарной защиты, предназначенным, в частности, для предотвращения распространения фронта пламени по газопроводам и технологическим коммуникациям, содержащим горючие газо- и газопаровоздушные смеси [1, 2]. В соответствии с ГОСТ Р 53323-2009 Огнепреградители и искрогасители. Общие технические требования. Методы испытаний [3] данный тип устройств сухого исполнения должен не только удовлетворять ряду общих технических требований, но и подтверждать свою работоспособность по регламентированным методикам испытаний, включая проверку способности локализовать пламя. При этом, учитывая повышенную ответственность таких устройств, особое значение приобретает воспроизводимость результатов и однозначность критериев оценки, что, в свою очередь, требует строгого соблюдения стандартной методики.

Прежде всего, следует отметить, что стандарт распространяется на огнепреградители и искрогасители сухого типа и рекомендует применять его как при конструировании и изготовлении изделий, так и при проведении сертификационных и иных видов испытаний в области пожарной безопасности. Таким образом, методика испытаний на способность локализовать пламя фактически задаёт единые правила для производителей, испытательных лабораторий и эксплуатационных организаций. В самом общем виде испытания реализуются на стенде, имитирующем участок трубопровода, где, как правило, формируются две объёмные полости – камера сгорания и контрольный объём, разделённые испытуемым огнепреградителем. Благодаря такой схеме создаются условия для инициирования фронта пламени на входе в пламегасящий элемент и последующего контроля, происходит ли его распространение за пределы устройства.

Важной особенностью методики является то, что, как правило, горючая газопаровоздушная смесь подготавливается по парциальным давлениям компонентов и подаётся в обе камеры до выравнивания давления и температуры, причём состав смеси выбирается исходя из нормальной скорости распро-

странения пламени и области предполагаемого применения огнепреградителя. При этом, как правило, задаются стандартные климатические условия испытаний и используются средства измерения, прошедшие поверку, что позволяет впоследствии сравнивать результаты различных серий испытаний. После заполнения стенда смесью и включения системы регистрации параметров в камере сгорания осуществляется зажигание – чаще всего с помощью искрового разряда, обеспечивающего повторяемый момент инициирования. Далее, в течение короткого промежутка времени, регистрируется изменение давления и, при необходимости, температуры как в камере сгорания, так и в контрольном объёме.

Следует подчеркнуть, что основной критерий локализации пламени в рамках стандартной методики формулируется достаточно однозначно: при правильно проведённом испытании в контрольной камере не должно фиксироваться воспламенение горючей смеси. Обычно это оценивается по отсутствию характерного скачка давления и, при визуальном контроле, по отсутствию видимого пламени или следов термического воздействия. В свою очередь, появление устойчивого горения или существенный рост избыточного давления в контрольном объёме трактуется как проскок пламени и, соответственно, как отказ огнепреградителя по способности локализовать пламя. Для повышения достоверности результатов, как правило, одна и та же комбинация параметров – состав смеси, давление, температура и положение изделия – проверяется несколько раз, а итоговое заключение делается по совокупности опытов.

Кроме того, в рамках ГОСТа рассматривается и более жёсткий режим испытаний, связанный с оценкой времени сохранения работоспособности огнепреградителя при длительном воздействии пламени. В этом случае пламя, как правило, стабилизируется на выходном срезе пламегасящего элемента, а в характерных точках корпуса устанавливаются термоэлектрические преобразователи, что даёт возможность проследить динамику нагрева устройства. При сохранении локализации пламени и отсутствии разрушения корпуса в течение регламентированного промежутка времени огнепреградитель признаётся работоспособным для данного режима. В противном случае фиксируется момент потери работоспособности, который затем принимается во внимание при формировании области допустимого применения изделия.

Таким образом, можно сделать вывод, что методика испытаний на способность локализовать пламя, заложенная в ГОСТе, фактически обеспечивает единый подход к оценке эффективности огнепреградителей различных конструкций и типоразмеров. С практической точки зрения результаты таких испытаний, во-первых, позволяют обосновать область применения конкретной модели огнепреградителя по давлению, температуре и типу защищаемой смеси, а во-вторых, служат исходными данными для периодического контроля изделий в эксплуатации, когда требуется убедиться в том, что их пламегасящие элементы не утратили защитных свойств. В целом, можно отметить, что строгое соблюдение требований стандарта и корректное использование

изложенной в нём методики испытаний является важным инструментом обеспечения требуемого уровня промышленной и пожарной безопасности технологических установок, работающих с горючими газо- и газопаровоздушными средами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" // КонсультантПлюс URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 11.01.2026).
2. Рассадников Д.Н. Огнепреградитель для предотвращения распространения пожара в лакокрасочном производстве / Д.Н. Рассадников, Е.В. Романюк, С.А. Ведерников // Пожарная безопасность, 2024. – № 1(114) – С. 37-45. – DOI 10.37657/vniipro.pb.2024.114.1.004
3. ГОСТ Р 53323-2009 "Огнепреградители и искрогасители. Общие технические требования. Методы испытаний. " от 01.01.2010 № 53323-2009 // Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019 год. - с изм. и допол. в ред. от 01.07.2019.

АММИАЧНЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ: ТИПИЧНЫЕ ЧС И МЕРЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ УТЕЧЕК

Родимина М.А.(ТБМ-2-25)

Научный руководитель- к.т.н., доцент кафедры ПБ и ЗЧС Хорзова Л.И.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье рассматриваются аммиачные холодильные установки, их основные характеристики и особенности эксплуатации. Анализируются типичные чрезвычайные ситуации (ЧС), связанные с возможными утечками аммиака, также последствия таких аварий для безопасности персонала. Особое внимание уделяется мерам предотвращения утечек, включая технические и организационные мероприятия, системы автоматического обнаружения и аварийной блокировки.

Ключевые слова: аммиак, аммиачные холодильные установки, пищевая промышленность, аварийные ситуации, профилактические меры.

В настоящее время холод стал неременным элементом современного быта, область его использования широка. Аммиачные холодильные установки (АХУ) широко применяются в пищевой промышленности, на складах холодильного хранения и в других отраслях, где требуется поддержание низких температур. Несмотря на высокую энергоэффективность и экологичность аммиака как хладагента (NH_3), его токсичность и агрессивные свойства создают серьёзные риски при эксплуатации [1].

Аммиак (NH_3) - бесцветный газ с резким характерным запахом, вот уже более полутора веков служит верным помощником в сфере промышленного холодоснабжения. Однако, существуют и недостатки использования аммиака. Его токсичность и коррозионные свойства требуют повышенных мер безопасности. Работа с аммиачными холодильными установками должна проводиться исключительно квалифицированным персоналом, прошедшим специальное обучение и имеющим допуск к работе с опасными веществами.

Среди большого количества техногенных катастроф и аварий наибольшую опасность составляют аварии с выбросом аварийно-химически опасных веществ в окружающую среду. В таблице можно увидеть список аварий на объектах пищевой промышленности, которые произошли за последние годы [2].

Приведенные статистические данные показывают, что при всех особенностях, аварии с аммиаком развиваются по одному сценарию – это утечка аммиака через негерметичные соединения трубопроводов, поврежденные прокладки и уплотнения, коррозионные повреждения корпусов оборудования, неисправности запорной арматуры.

Для минимизации риска аварийных ситуаций необходимо соблюдать комплекс профилактических мер:

- потенциальные проблемы позволят своевременно выявить регулярное техническое обслуживание всех элементов системы. Необходимо самым важным, таким как трубопровод, соединения, клапана и уплотнители стоит уделить особое внимание;

Таблица 1

Аварий на объектах пищевой промышленности

Дата и предприятие, на котором произошла авария	Вид аварии (неполадки)	Описание аварии и основные причины	Количество пострадавших, ущерб
28.03.2000 ОАО «Орский молочный комбинат»	Утечка 30кг аммиака	В цехе по производству мороженого при оттаивании дренажного трубопровода диаметром 57 мм, произошел разрыв змеевика с выбросом остатков аммиака	4 чел. получили интоксикацию аммиаком
23.06.2003 Хладокомбинат г. Новороссийск	Выброс аммиака	Разгерметизации аммиачного трубопровода.	16 пострадавших человек. Загазованность территории.
03.09.2007 Мясокомбинат г. Чернигов	Выброс аммиака	Выброс аммиака из-за разгерметизации компрессора.	2 пострадавших человека.
02.04.2021 Иркутский хладокомбинат	Утечка 10 л аммиака	Разрушение штуцера манометра	2 пострадавших человека.
28.06.2021 Хладокомбинат г. Киров	Утечка аммиака	Разгерметизация технологического люка из-за сбоя в технологической работе.	Нет пострадавших.
15.08.2023 «Агрофирма „Мясо“» г. Чайковский	Утечка аммиака	Во время работ по очистке трубопровода аммиачно-холодильной установки в производственном помещении предприятия произошёл прорыв трубы с аммиаком.	3 рабочих получили травмы различной степени тяжести.

- специальное обучение по правилам безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок должны пройти все сотрудники промышленного предприятия, а также необходимо регулярно проводить переподготовку персонала и информировать их о нововведённых правилах техники безопасности;

- чтобы быстро и эффективно удалить пары аммиака в случае утечки необходимо установить качественную систему вентиляции, которая снизит вероятность отравления и накопления опасной концентрации газа;

- для оперативного реагирования на отклонения от нормальных режимов работы, таких как изменение температуры, давления и уровня жидкости в системах охлаждения необходимо использовать современные технологии, которые предполагают автоматизацию мониторинга всех этих систем;

- обеспечение доступности защитного снаряжения. Работники должны иметь в свободном доступе средства индивидуальной защиты. Такие как противогаз, защитные костюмы и перчатки. Наличие аптечек первой помощи так же обязательно;

- применение специальных антикоррозийных покрытий. Использование таких покрытий помогает предотвратить коррозию металлических поверхностей и увеличить срок службы компонентов системы;

- периодическое проведение испытаний давлением. Проведение гидравлических и пневматических испытаний давлением позволяет выявить слабые места конструкции перед началом эксплуатационного режима [3].

Аммиачные холодильные установки, остаются востребованным решением для промышленного холодоснабжения, однако представляют собой потенциальную опасность ввиду токсичности и взрывоопасности аммиака. Только соблюдение комплекса профилактических мер позволит существенно снизить риск возникновения чрезвычайной ситуации и обеспечить качественную и эффективную работу аммиачных холодильных установок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ибраев А.М. Теоретические основы холодильной техники / А.М. Ибраев, А.А. Сагдеев. - Нижнекаменск: Нижнекаменский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2012. - 124 с.
2. Прогноз обстановки при чрезвычайной ситуации с выбросом аммиака на ОАО КПБН «Шихан» // studfile URL: <https://studfile.net/preview/5761029/page:3/> (дата обращения: 02.12.2025).
3. Приказ от 7 декабря 2020 г. N 500 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов»». Российская газета, 2020. — № 234(7890).

МНОГОМОДАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ЭШЕЛОНИРОВАННОЙ ЗАЩИТЕ НЕФТЕБАЗ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ БПЛА

Рубцов В.В, Заслуженный работник Высшей Школы РФ, профессор кафедры Академии ГПС МЧС России, к.т.н.;

с.н.с. Рассадников Д.Н., преподаватель кафедры Академии ГПС МЧС России.
ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России»,
Москва, Россия

Аннотация: в данной статье предложена модель повышения устойчивости нефтебаз к угрозам малоразмерных БПЛА, основанная на эшелонировании: профилактика и режимы полётов, многомодальное обнаружение, управленческое реагирование и пассивная инженерная живучесть при соблюдении промышленной и пожарной безопасности. Показано, что эффективность определяется метриками времени реакции, ложных тревог и величины последствий.

Ключевые слова: нефтебаза, резервуарный парк, склад ГСМ, малоразмерные БПЛА; промышленная безопасность, пожарная безопасность.

В условиях распространения малоразмерных беспилотных летательных аппаратов защита нефтебаз целесообразно рассматривается, прежде всего, как задача обеспечения устойчивости критически важного технологического объекта, а не как локальная функция «противодействия летательному аппарату», поскольку нефтебаза характеризуется высокой концентрацией горючих сред, функциональной связностью узлов и возможностью каскадных последствий при повреждении ограниченного числа элементов; следовательно, предметом управления является интегральный риск, включающий вероятность события, тяжесть последствий и способность объекта сохранять управляемость и переходить в безопасные режимы. В методологическом отношении, как представляется, оправдано опираться на риск-ориентированную логику, в которой критичность зон (резервуарный парк, насосные и перекачивающие узлы, участки сливо-наливных операций, электроснабжение и диспетчеризация, системы пожаротушения) определяет приоритетность защитных воздействий, а целевой результат формулируется как снижение ожидаемого ущерба и времени восстановления при сохранении нормативной промышленной и пожарной безопасности [1].

Наибольшая практическая результативность такого подхода достигается не усилением одного компонента, а применением согласованной архитектуры комплекса эшелонированных мер (далее - КЭМ), которые, с одной стороны, уменьшают вероятность приближения угрозы к критическим зонам, а с другой стороны, ограничивают последствия при неизбежных «прорывах» и тем самым обеспечивают регламентированное управление инцидентом.

КЭМ во-первых, реализует профилактический уровень защиты (далее - ПУЗ) через упорядочение воздушной обстановки и вводимые режимные ограничения: использование географических зон, открытых для полётов БПЛА, и механизмов ограничения полётов вблизи критической инфраструктуры, что снижает долю легитимных неопределённых объектов в контролируемом пространстве и, тем самым, повышает информативность сигналов обнаружения;

одновременно, что существенно, ПУЗ включает в себя организационные меры информационной безопасности (далее - ИБ), поскольку избыточная публичность планов и конфигураций ПУЗ снижает неопределённость для нарушителя и ухудшает условия обороны.

Во-вторых, обнаружение в системе ПУЗ должно быть многомодальным и отказоустойчивым, поскольку индустриальная среда содержит источники электромагнитных и акустических помех, сложный фон для оптико-электронного наблюдения и множественные отражающие поверхности, вследствие чего применение единственного сенсорного канала приводит либо к росту ложных тревог, либо к пропускам атак. Таким образом, рациональным является слияние данных радиолокационных, радиочастотных, оптико-электронных и акустических средств с процедурной классификацией событий, где критерий тревоги задаётся не «фактом сигнала», а устойчивым совпадением признаков в нескольких каналах и пространственной привязкой к критическим зонам. Важно подчеркнуть, что обнаружение, будучи информационной функцией КЭМ, не снижает риск само по себе: если отсутствует управленческий контур, то система деградирует в так называемый «генератор уведомлений», который перегружает персонал и повышает вероятность принятия ошибочных решений.

В-третьих, центральным элементом КЭМ становится регламентированное реагирование (далее - РР), описывающее последовательность подтверждения события, эскалации, оповещения, распределения ролей, координации с внешними уполномоченными структурами и системами управления технологическими режимами, причём качество реагирования должно оцениваться измеримо по временным параметрам «обнаружение-подтверждение-решение-действие» и по устойчивости к человеческому фактору при высоком уровне неопределённости. При этом, разумеется, РР должно быть совместимо с требованиями непрерывности и безопасности производства, однако приоритетом является сохранение безопасности людей, имущества, технологического процесса, управляемое ограничение операций при начальной угрозе и предотвращение вторичных аварий, то есть тех событий, которые по тяжести могут превысить исходный ущерб от внешнего воздействия. Однако даже при высоком качестве ПУЗ нельзя на 100 % гарантировать полное исключение воздействия.

В-четвёртых, необходима оценка уровня пассивной инженерной живучести (далее - УПИЖ), который снижает тяжесть последствий при частичной реализации угрозы; при этом речь идёт не о «герметизации территории», а о снижении уязвимости функционально значимых элементов: минимизации вероятности прямого воздействия на критические узлы, повышении стойкости отдельных компонентов к локальным повреждениям, резервировании ключевых функций и обеспечении ремонтпригодности для ускоренного восстановления. Вместе с тем УПИЖ является наиболее чувствительным к нормативным ограничениям, поскольку любое инженерное решение, снижающее пожарную безопасность, доступность средств тушения, затруднение эвакуации, ограничение технологического обслуживания и планово-

предупредительного ремонта, фактически переносит риск в иной контур и методологически не может считаться улучшением защищённости. Следовательно, УПИЖ должна строго соответствовать требованиям нормативных правовых актов и нормативных документов по пожарной безопасности, в том числе по безопасному хранению и обращению с горючими жидкостями, с требованиями к системам активной и пассивной противопожарной защиты, с учётом требований функциональной безопасности для инженерных технологических защит и перехода процесса в безопасное состояние при отклонениях от технологического регламента.

Наконец, для научной верификации и сопоставимости решений требуется реализация следующего алгоритма: архитектура КЭМ должна оцениваться по унифицированным методикам, включающим

- вероятность своевременного обнаружения в типовых сценариях и различных метеоусловиях,
- долю ложных тревог и устойчивость к помехам,
- полноту покрытия критических зон,
- операционную готовность и доступность комплекса,
- величину ожидаемого ущерба и время восстановления,
- стоимость жизненного цикла,
- требования к обучению и нагрузке на персонал;

таким образом, оптимальным является решение, обеспечивающее предсказуемое снижение интегрального риска при минимальном вмешательстве в технологическую непрерывность и при строгом соблюдении промышленной и пожарной безопасности, то есть решение, в котором профилактика, обнаружение, реагирование и живучесть образуют согласованную систему управления инцидентом и последствиями.

Таким образом, устойчивость нефтебаз к угрозам малоразмерных БПЛА целесообразно обеспечивать посредством интегрированной КЭМ системы, в которой

- режимы УПМ воздушного пространства снижают неопределённость событий, многомодальное обнаружение обеспечивает надёжную классификацию событий, регламентированное управление инцидентом переводит информацию в действие, а
- УПИЖ ограничивает последствия и ускоряет восстановление.

При этом, что принципиально, критерием качества выступают измеримые показатели времени реакции, ложных тревог, ожидаемого ущерба и времени восстановления при безусловном соблюдении требований промышленной и пожарной безопасности без ухудшения ремонтпригодности и непрерывности технологического процесса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" // КонсультантПлюс URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 16.01.2026).

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛОВУШКА: АНАЛИЗ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ И ПРОБЛЕМ ЭВАКУАЦИИ ЖИВОТНЫХ В РОБОТИЗИРОВАННЫХ ДОИЛЬНЫХ ЗАЛАХ «КАРУСЕЛЬ»

Рудченко Г.И. (ТБМ-2-24), Колтырина П.А. (ТБМ-2-25)
Научный руководитель – к.т.н., доц. кафедры ПБ и ЗЧС Власова О.С.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Аннотация: статья посвящена анализу нового класса пожарных рисков, возникающих в высокоавтоматизированных животноводческих комплексах, на примере роботизированного доильного зала «Карусель». Впервые систематизирована и обоснована триада взаимосвязанных факторов, создающих предпосылки для массовой гибели животных при пожаре: технологическая блокировка путей эвакуации алгоритмом работы оборудования, предельная плотность поголовья в зоне доения и поведенческие стереотипы крупного рогатого скота. Показано, что штатный технологический процесс в условиях чрезвычайной ситуации превращается в системную ловушку. Разработаны и предложены направления методологии для количественной оценки данных рисков, включающие компьютерное моделирование развития пожара и агент-ориентированное моделирование эвакуации стада. Сформулированы практические рекомендации для проектировщиков, производителей оборудования и регуляторов, направленные на внедрение аварийных протоколов и изменение нормативной базы.

Ключевые слова: пожарная безопасность, эвакуация животных, доильный зал «Карусель», роботизированное доение, технологический риск, поведенческие стереотипы, агент-ориентированное моделирование, аварийный протокол, беспривязное содержание.

Интенсивная технологизация молочного скотоводства, внедрение роботизированных систем доения, таких как «Карусель», призваны максимизировать производительность и экономическую эффективность. Однако эти же технологии порождают уникальные, слабо изученные риски, связанные с безопасностью поголовья в случае возникновения пожара. Логика работы полностью автоматизированного зала, основанная на непрерывном потоке животных, в нештатной ситуации может стать непреодолимым барьером для их спасения. Цель данной статьи – выявить, структурировать и проанализировать специфические факторы пожарного риска, присущие роботизированным доильным залам, и предложить научно-методический аппарат для их оценки и нейтрализации.

Доильный зал «Карусель» представляет собой вращающуюся платформу с индивидуальными стойлами. Процесс управляется программно: животные поступают на платформу через систему автоподгонщиков, после полного оборота (около 10 минут) сходят на возвратную аллею. В этой логике заложены три критических с точки зрения пожарной безопасности узла: 1) Зона входа, где автоподгонщики создают непрерывный поток с предельной плотностью, исключающей манёвр; 2) Вращающаяся платформа – замкнутая система с единственной точкой схода, скорость которой фиксирована программой; 3) Зона схода, где выходящий поток блокирует доступ персонала к платформе. Таким образом, технологическая эффективность в штатном режиме обрачивается повышенной уязвимостью в аварийном.

Возникновение пожара в зоне доильного зала активирует три взаимосвязанных фактора, блокирующих эвакуацию:

Технологическая блокировка. Штатный процесс необходимо остановить вручную. Автоподгонщики продолжают подгонять животных, а платформа вращается по заданному циклу, пронося коров через опасную зону. Быстрая эвакуация с платформы невозможна из-за конструкции ограждений.

Поведенческий фактор. У животных выработан устойчивый условный рефлекс следования по маршруту. В состоянии стресса они будут инстинктивно двигаться по знакомой траектории, игнорируя непривычные аварийные выходы. Исследования подтверждают отсутствие инициативы к самостоятельной эвакуации при беспривязном содержании [1].

Организационно-человеческий фактор. Персонал не обучен и не готов психологически к аварийной деструкции технологического процесса (демонтаж ограждений, физическое воздействие на оборудование и животных). Чёткие регламенты действий отсутствуют.

Сравнительный анализ сценариев эвакуации (Таблица 1) наглядно демонстрирует качественное отличие рисков в «Карусели» от традиционных коровников.

Таблица 1

Сравнение сценариев эвакуации при различных системах содержания

Критерий для сравнения	Традиционный коровник (привязное содержание)	Доильный зал «Карусель» (беспривязное, автоматизированное содержание)
Инициация эвакуации	Освобождение привязи, открытие ворот.	Остановка сложного технологического цикла, преодоление запрограммированной логики оборудования.
Управление потоком животных	Вывод группами или поодиночке в привычном, знакомом направлении.	Необходимость изменить устоявшийся поведенческий стереотип, физическое преодоление конструктивных барьеров (ограждений).
Роль и действия персонала	Отвязывание и направление животных.	Принятие решения об экстренной остановке/изменении штатного процесса, возможный демонтаж элементов оборудования, работа в условиях движущейся платформы и встречного потока.
Ключевая уязвимость процесса	Затраты времени на отвязывание каждой особи.	Технологическая и поведенческая блокировка процесса эвакуации.

Для количественной оценки выявленных рисков необходим междисциплинарный подход, включающий:

Компьютерное моделирование динамики пожара для расчёта времени до блокирования ОФП путей эвакуации.

Агент-ориентированное моделирование эвакуации (Pathfinder, AnyLogic) для имитации поведения стада как системы агентов с заданными этологическими параметрами.

Этологические наблюдения и интервью с персоналом для верификации моделей и оценки готовности.

Результатом применения методологии должен стать пакет конкретных мер:

- для производителей оборудования: обязательное оснащение системой «Аварийная эвакуация» (мгновенная остановка подачи, ручное/ускоренное вращение, легко демонтируемые секции ограждений).

- для нормативного регулирования: разработка специального раздела в СП, регламентирующего требования к автоматизированным системам содержания животных (классификация зон по плотности, аварийные протоколы, тренировки).

- для эксплуатантов: разработка детальных инструкций и регулярное проведение практических учений по эвакуации животных из доильных залов.

Роботизированный доильный зал «Карусель» является ярким примером технологической ловушки, где сама логика высокоэффективного производственного процесса в условиях пожара становится главной угрозой для поголовья. Выявленная триада факторов риска (технологический, поведенческий, организационный) формирует сценарий с высокой вероятностью массовой гибели животных непосредственно во время доения. Существующие нормы не содержат инструментов для анализа подобных ситуаций [2-4]. Для управления этими рисками требуется разработка и внедрение специализированной методологии оценки, основанной на компьютерном моделировании, и внесение соответствующих изменений в технические регламенты и стандарты на оборудование [5-6]. Это необходимое условие для обеспечения не только экономической, но и технологической устойчивости современного молочного скотоводства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шурин, Е. Т. Исследования по обеспечению безопасной эвакуации животных при пожаре в зданиях животноводческих комплексов: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03 / Шурин Евгений Тимофеевич. – М., 1979. – 185 с.

2. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // Собрание законодательства РФ. – 2008. – № 30 (ч. I). – Ст. 3579.

3. СП 1.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы : утв. приказом МЧС России от 23.04.2020 № 307 : введ. 24.04.2020. – Введ. 2021-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2021. – 47 с.

4. СП 484.1311500.2020. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования : утв. приказом МЧС России от 20.11.2020 № 756 : введ. 01.07.2021. – Москва, 2021. – 102 с.

5. McGrattan, K. Fire Dynamics Simulator (FDS) User's Guide. Sixth Edition / K. McGrattan, S. Hostikka, R. McDermott [et al.] ; National Institute of Standards and Technology. – Gaithersburg : NIST, 2023. – (NIST Special Publication ; 1019). – 292 p.

6. Thunderhead Engineering. Pathfinder 2023 User Manual / Thunderhead Engineering. – Manhattan, KS : Thunderhead Engineering Consultants, Inc., 2023. – 312 p.

ЭВОЛЮЦИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА: ОТ КОНСТРУКТИВНЫХ РИСКОВ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ВЫЗОВАМ

Рудченко Г.И. (ТБМ-2-24), Колтырина П.А. (ТБМ-2-25)

Научный руководитель – к.т.н., доц. кафедры ПБ и ЗЧС Власова О.С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье анализируется изменение природы пожарной опасности на объектах молочного скотоводства в исторической ретроспективе. На основе статистических данных, нормативно-правового анализа и эволюции строительных решений показано, что фокус пожарного риска сместился с конструктивной огнестойкости зданий на технологические и организационные факторы. Выявлен парадокс современной статистики: снижение количества пожаров при одновременном росте материального ущерба, что свидетельствует об увеличении масштабов и уязвимости современных комплексов. Критически оценена действующая нормативная база, сформированная для типовых зданий и не учитывающая специфику высокотехнологичных, интенсивных производств с беспривязным содержанием животных. Обоснована необходимость пересмотра подходов к нормированию и внедрения риск-ориентированных методов оценки для современных животноводческих объектов.

Ключевые слова: пожарная безопасность, животноводческий комплекс, крупный рогатый скот, статистика пожаров, нормативное регулирование, эволюция строительства, технологический риск, риск-ориентированный подход, материальный ущерб.

Обеспечение продовольственной безопасности Российской Федерации является стратегической задачей, где молочное скотоводство играет ключевую роль. Устойчивость отрасли напрямую зависит от её защищённости от техногенных угроз, среди которых пожары традиционно занимают лидирующее место по тяжести последствий. Несмотря на общую тенденцию к снижению количества пожаров на сельхозобъектах, наблюдается тревожный рост прямого материального ущерба, указывающий на увеличение масштабов и тяжести отдельных инцидентов. Актуальность исследования обусловлена качественным изменением характера пожарной опасности: переходом от рисков, связанных с конструкциями зданий, к рискам, порождаемым сложным взаимодействием высокотехнологичного оборудования, концентрацией поголовья и человеческого фактора.

Открытая статистика по пожарам на животноводческих объектах фрагментарна, однако данные по сельскохозяйственным объектам в целом демонстрируют важную диспропорцию. За последние годы отмечается снижение общего количества пожаров. Однако динамика прямого материального ущерба имеет выраженную тенденцию к росту [1]. Этот парадокс свидетельствует не об улучшении ситуации, а об увеличении «цены» отдельного инцидента. Современные комплексы, рассчитанные на тысячи голов скота, сконцентрировавшие дорогостоящее роботизированное оборудование, представляют собой объекты с высокой стоимостью активов. Пожар на таком объекте приводит к катастрофическим экономическим потерям, что подтверждается примерами последних лет (пожары в Ярославской области, 2022; в Техасе, США,

2023). Таким образом, статистика сигнализирует о смещении проблемы из плоскости частоты событий в плоскость тяжести их последствий.

Правовая основа пожарной безопасности в России, закреплённая в Федеральном законе № 123-ФЗ (Технический регламент), осуществляет переход от жёсткого нормирования к риск-ориентированному подходу [2]. Теоретически это позволяет гибко применять требования к уникальным объектам. Практическая реализация, однако, опирается на своды правил (СП), разработанные для типовых проектов прошлых эпох. Правила противопожарного режима [3] и профильные СП [4,5] содержат в основном общие и запретительные положения, сфокусированные на содержании зданий, хранении материалов и обеспечении эвакуации по простейшим схемам. Критический недостаток действующей базы – практически полное отсутствие учёта специфики сложных технологических процессов с непрерывными потоками животных, характерных для беспривязного содержания и роботизированного доения. Нормативы не предлагают методик оценки рисков, связанных с алгоритмами работы оборудования и поведенческими стереотипами животных в условиях чрезвычайной ситуации.

Исторический анализ проектных решений в молочном скотоводстве наглядно показывает трансформацию источников пожарной опасности (Таблица 1).

Таблица 1

Эволюция характеристик зданий для КРС и источников пожарной опасности

Критерий для сравнения	Традиционный коровник (привязное содержание)	Доильный зал «Карусель» (беспривязное, автоматизированное содержание)
Инициация эвакуации	Освобождение привязи, открытие ворот.	Остановка сложного технологического цикла, преодоление запрограммированной логики оборудования.
Управление потоком животных	Вывод группами или поодиночке в привычном, знакомом направлении.	Необходимость изменить устоявшийся поведенческий стереотип, физическое преодоление конструктивных барьеров.
Роль и действия персонала	Отвязывание и направление животных.	Принятие решения об экстренной остановке/изменении штатного процесса, возможный демонтаж элементов, работа в условиях движущейся платформы и встречного потока.
Ключевая уязвимость процесса	Затраты времени на отвязывание каждой особи.	Технологическая и поведенческая блокировка процесса эвакуации.

Как видно из таблицы, произошёл радикальный переход от пожароопасных деревянных конструкций к современным зданиям на основе лёгких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК), огнестойкость которых может быть доведена до I степени. Это минимизировало риск быстрого обрушения и распространения пожара через конструкции. Однако одновременно многократно возросли масштабы производства, концентрация поголовья, сложность и стоимость технологического оснащения. В результате основной источник опасности сместился внутрь технологического процесса, в область взаимодействия автоматики, животных и персонала, что слабо регулируется существующими строительными нормами.

Проведённый анализ позволяет констатировать, что пожарная опасность на объектах молочного скотоводства претерпела фундаментальную эволюцию. От рисков, обусловленных в основном низкой огнестойкостью строительных конструкций и нарушением элементарных правил хранения, отрасль перешла к рискам системного, технологического характера. Действующая нормативная база, несмотря на декларируемый риск-ориентированный подход, отстаёт от технологического развития и не учитывает специфику высокопродуктивных комплексов. Сосредоточенность на традиционных параметрах (огнестойкость, разрывы, первичные средства тушения) уже недостаточна. Необходима разработка и внедрение специализированных методик оценки рисков, учитывающих технологическую сложность, плотность размещения животных и поведенческие факторы, а также актуализация нормативных документов в соответствии с новыми вызовами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гордиенко, Д. М. Пожары и пожарная безопасность в 2018-2022 годах: статистический сборник / Д. М. Гордиенко; ВНИИПО МЧС России. – Москва: ВНИИПО, 2018-2022.
2. Закон Российской Федерации "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 № №123-ФЗ // Российская газета. - 2008 г. - с изм. и допол. в ред. от 25.12.2023.
3. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. - 2020 г. - № 39. - Ст. 6056 с изм. и допол. в ред. от 30.03.2023.
4. СП 1.13130.2020 "Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы" от 19.03.2020 №1.13130.2020 // Официальный интернет-портал правовой информации. – 2020.
5. СП 4.13130.2013 "Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты." от 24.07.2013 № 4.13130.2013 // Официальный интернет-портал правовой информации. – 2013.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СПАСАТЕЛЬНОГО ЖИЛЕТА, ИНТЕГРИРОВАННОГО СО СТРАХОВОЧНЫМИ ПРИВЯЗЯМИ ДЛЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Семернин Е.В. (ТБ-241)

Научный руководитель – к.т.н., доц. Кафедры БЖД Ермакова К.В.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация: рассматривается концепция интегрированного аварийно-спасательного жилета (ЖАРИ) как универсального средства для спасателей, работающих в комбинированных условиях (вода, высота). В статье проанализированы основные требования к плавучести, системе страховочных привязей и эргономике. Предложена модульная конструкция, совмещающая функции страховочной привязи и плавучего жилета, что повышает оперативность и безопасность при проведении поисково-спасательных работ. Обсуждаются потенциальные проблемы реализации и пути их решения.

Ключевые слова: поисково-спасательные работы, страховочная привязь, интегрированный спасательный жилет.

При выполнении поисково-спасательных работ (ПСР) спасатели могут сталкиваться с различными ситуациями, которые требуют различного подхода к их разрешению и соответствующего технического оснащения. Для успешного разрешения возникающих ситуаций важна оперативная доставка спасательных формирований к месту выполнения работ, и, в связи с этим, накладываются значительные ограничения на объем и массу доставляемых спасательных средств. Исходя из этого должно отдаваться предпочтение тем, средствам, которые обеспечивают наибольшую универсальность применения.

Одним из сложных вопросов при выполнении ПСР является совмещение средств индивидуальной защиты (СИЗ) при работах на высоте (защита от падения) и СИЗ, применяемых при работе на водных объектах, т.е. спасательных и страховочных жилетов [1].

В связи с этим я бы хотел рассмотреть конструктивные особенности «Жилета аварийно-спасательного интегрированного» (ЖАРИ).

Применительно к ПСР это не просто жилет, обеспечивающий плавучесть, а универсальная платформа для крепления снаряжения и организации страховки, которая позволяет спасателю работать в сложных условиях (вода, высота, суша) без необходимости переодевания или смены снаряжения.

Основные требования к ЖАРИ в зависимости от сценариев использования:

- при ПСР на воде необходимо обеспечение плавучести, возможность быстрого подъема пострадавшего на борт, возможность буксировки [2];
- при работах на высоте (обрыв, скала, здание) нужны надежные точки крепления для страховочной привязи, амортизатор рывка, удобное положение для работы в подвешенном состоянии [3];
- при выполнении комбинированных операции (например, спасатель работает на воде с использованием систем канатного доступа) необходимо сохранение функциональности как в воде, так и на высоте. Жилет не должен мешать движению и быть чрезмерно громоздким.

Исходя из это в конструкции жилета можно определить и смоделировать следующие подсистемы:

Система плавучести, представляющая собой сегментированные съемные элементы из вспененного материала с закрытыми порами, не впитывающего воду и сохраняющего плавучесть даже при повреждении внешней оболочки. Конструктивно выполняется в виде нескольких независимых блоков, при этом потеря плавучести одного блока не должна критически сказаться на общей. Основная плавучесть должна обеспечиваться на груди и спине для правильного положения тела в воде (лицом вверх), дополнительная плавучесть по бокам для стабильности. Дополнительно может быть применена система принудительного увеличения плавучести за счет надувания дополнительных емкостей интегрированным баллоном CO_2 , который активируется вручную или при погружении в воду. Дублируется ручным подкачиванием.

Основой конструкции является система страховочных привязей и точек крепления. Таким образом мы интегрируем в жилет элементы страховочной привязи позволяющей выполнять все возможные виды работ на высоте. Для этих целей привязь должна иметь:

- основная точка крепления (D-образное кольцо) на груди и спине – для обеспечения системы страховки при работах на высоте;
- боковые точки крепления на поясном ремне для обеспечения позиционирования во время работ на высоте, позволяющие закрепиться к конструкции и освободить руки;
- центральная точка крепления (D-образное кольцо) на поясном ремне для выполнения работ с использованием систем канатного доступа в безопасном пространстве;
- точки крепления на плечевых лямках, обеспечивающие возможность перемещения спасателя в ограниченном пространстве;
- скользящие D-образные кольца, размещаемые на стропах, проходящих в обхват корпуса пользователя под руками и соединяющих основные точки крепления на груди и спине, предназначенные для обеспечения страховки спасателя при выполнении ПСР на быстрой воде и позволяющие при необходимости осуществить переход в воде из положения на животе в положение на спине.

С точки зрения эргономики помимо базовых требований, предъявляемых к страховочным привязям [4], все элементы привязи должны обеспечивать быструю регулировку по размеру пользователя в увеличенном диапазоне и позволять оперативную установку элементов системы плавучести, которая может сниматься при отсутствии необходимости ее применения. Таким образом страховочная привязь выполняет функцию фиксации системы плавучести на корпусе спасателя.

Система плавучести делится на сегменты для сохранения необходимой подвижности корпуса спасателя и минимально возможную толщину для обеспечения минимального увеличения его габаритов при выполнении спасательных работ.

Для повышения функциональности изделия возможно дополнительно реализовать светоотражающие и светонакопительные элементы на компонентах системы плавучести и стропах страховочной привязи, а также модульную систему крепления дополнительного снаряжения (MOLLE), обеспечивающую интеграцию подсумков для размещения средств оказания помощи пострадавшим и проведения ПСР.

Конкурентными преимуществами подобной конструкции будут:

- универсальность – один компонент заменяет несколько систем;
- безопасность – интегрированная конструкция исключает риск неправильного надевания или несовместимости снаряжения;
- скорость – спасатель всегда готов к работе в любой среде без задержек;
- модульность – возможность адаптации под конкретную задачу;
- эргономика – равномерное распределение нагрузки и удобство при длительной работе.

В ходе реализации данной концепции мы можем столкнуться с различными проблемами. Основные из них и возможные пути их решения или обоснования приведены в таблице 1.

Таблица 1

Потенциальные проблемы и пути решения	
Проблема	Пути решения
Вес и громоздкость	Использование современных композитных материалов и легких, но прочных тканей (например, Cordura)
Сложность конструкции и стоимость	Разработка для профессиональных спасательных служб, где цена оправдана повышением эффективности и безопасности.
Обслуживание (солевая коррозия, загрязнение)	Применение коррозионностойкой фурнитуры, износостойких материалов, съемные и моющиеся чехлы
Осложнение терморегуляции организма	Сегментирование элементов системы плавучести, формирование зазоров между ее компонентами для обеспечения циркуляции воздуха вокруг корпуса спасателя.

Данная модель представляет собой концептуальный каркас для разработки реального изделия. Следующим шагом должны стать инженерные расчеты, создание прототипов и краш-тесты на прочность и плавучесть.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семернин Е. В. Проблемы реализации профессиональными аварийно-спасательными формированиями требований Правил по охране труда при выполнении работ на высоте // Содействие профессиональному становлению личности и трудоустройству молодых специалистов в современных условиях : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. ... Белгород, 2025. С. 194-199.

2. ГОСТ Р 58108–2019. Индивидуальные средства спасения на воде. Жилеты спасательные и страховочные. Общие технические условия // Кодекс. Электронный фонд пра-

ВОВЫХ И нормативно-технических документов URL:
<https://docs.cntd.ru/document/1200168443?section=text> (дата обращения: 12.01.2026г.).

3. Приказ Минтруда России от 16.11.2020 № 782н «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте». // Гарант URL: <https://base.garant.ru/75062122/> (дата обращения: 23.01.2026г.).

4. ГОСТ Р ЕН 361-2008. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Страховочные привязи. Общие технические требования. Методы испытаний. // Гарант URL: <https://base.garant.ru/195880/> (дата обращения: 23.01.2026г.).

ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ АО «ТРАНСНЕФТЬ – ГПС ПСП ВОЛГОГРАД»: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Сиволобова П.Р. (ТБМ-2-24)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ПБ и ЗЧС Власова О.С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье рассматриваются современные подходы к повышению надёжности и промышленной безопасности на опасном производственном объекте АО «Транснефть – ГПС ПСП Волгоград». На основе статистических данных и анализа реализованных мероприятий выявлены ключевые достижения и оставшиеся риски, предложены стратегические направления дальнейшего совершенствования системы безопасности.

Ключевые слова: промышленная безопасность, нефтепроводный транспорт, автоматизация, экологический мониторинг.

Опасные производственные объекты (ОПО), особенно в нефтетранспортной отрасли, требуют особого внимания к вопросам надёжности и безопасности. АО «Транснефть – ГПС ПСП Волгоград» играет ключевую роль в обеспечении стабильной и безопасной транспортировки нефти по магистральным трубопроводам. В условиях растущих технологических, экологических и геополитических вызовов компания активно внедряет современные подходы, направленные на минимизацию рисков и обеспечение бесперебойной работы критически важной инфраструктуры [1].

В настоящее время на ГПС ПСП Волгоград действует многоуровневая система, направленная на минимизацию рисков и предотвращение аварий. Ключевыми элементами этой системы являются:

Обновление технической базы. В 2022–2024 годах проведена масштабная замена резервуаров хранения: более 60% ёмкостей заменены на современные конструкции с двойным дном, системами герметизации и автоматическим контролем утечек. Это значительно снижает вероятность разлива нефти при аварийных ситуациях.

Цифровизация технологических процессов. Внедрение автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП), интегрированной с централизованной диспетчерской службой «Транснефти», позволяет обеспечивать непрерывный мониторинг параметров оборудования в реальном времени и оперативно реагировать на аномалии [2].

Повышение квалификации персонала. С 2021 года введена программа регулярного обучения сотрудников, включающая симуляцию чрезвычайных ситуаций, практические занятия по локализации аварий и обязательную аттестацию по нормам промышленной безопасности. В 2024 году более 98% работников прошли соответствующую подготовку.

Экологический контроль. На территории объекта функционирует автоматизированная система экологического мониторинга, включающая сеть из 24 стационарных датчиков, отслеживающих состояние атмосферного воздуха и

почвы. Полученные данные передаются в режиме онлайн в территориальное управление Росприроднадзора [3].

Несмотря на значительные достижения в обеспечении надёжности и безопасности, на объекте остаются определённые риски, требующие дальнейшего внимания. Прежде всего, это моральное и физическое старение части инфраструктуры: хотя резервуарный парк в значительной степени обновлён, отдельные участки технологических трубопроводов эксплуатируются с 1980-х годов и нуждаются в плановом обновлении. Одновременно растут угрозы в цифровой сфере — увеличение зависимости от автоматизированных систем повышает уязвимость к кибератакам; так, в 2023 году было зафиксировано три попытки несанкционированного доступа к АСУ ТП, что подчеркивает необходимость усиления защиты информационных каналов. Кроме того, расположение объекта вблизи жилых районов диктует повышенные требования к социальной ответственности: требуется постоянное повышение прозрачности деятельности и укрепление доверия со стороны местного населения через регулярное информирование, открытость в вопросах безопасности и активное участие в общественных инициативах [4].

В качестве приоритетных направлений дальнейшего развития системы безопасности целесообразно рассматривать:

- ускорение графика замены устаревших трубопроводов;
- внедрение систем прогнозной аналитики для раннего выявления потенциальных сбоев;
- углубление взаимодействия с аварийно-спасательными службами и органами местного самоуправления для отработки совместных действий в условиях чрезвычайных ситуаций.

Обеспечение надёжности и безопасности на данном объекте — это комплексная задача, охватывающая техническую, человеческую и социальную сферы. Реализованные в последние годы меры позволили значительно снизить риски технологических сбоев и укрепить доверие заинтересованных сторон. Однако в условиях трансформации угроз требуется постоянное совершенствование подходов к управлению промышленной безопасностью. Только взаимодействие передовых технологий, высококвалифицированного персонала и открытой коммуникации с обществом может гарантировать долгосрочную устойчивость критически важной нефтяной инфраструктуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АО «Транснефть». Отчёт о деятельности за 2024 год [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.transneft.ru> (дата обращения: 10.12.2025).
2. Михайлов А.И. Цифровизация как фактор повышения промышленной безопасности на объектах ТЭК / А.И. Михайлов, Е.С. Петрова // Нефтегазовое дело. – 2024. – № 3. – С. 45–52.
3. Кабалынский В.А. Безопасность объектов нефтегазового комплекса: учебное пособие / В.А. Кабалынский, А.Н. Тихонов. – М.: Недра, 2023. – 320 с.
4. Смирнов Д.В. Современные подходы к управлению рисками на опасных производственных объектах / Д.В. Смирнов // Вестник ИПБ России. – 2023. – № 4. – С. 22–30.

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Сиднева Д.А. (35-62)

Научный руководитель – доцент кафедры физики и химии Кабиров Р.Р.
Альметьевский Государственный Технологический Университет «Высшая школа нефти»

Аннотация: В статье анализируются риски и современные подходы к пожарной и взрывной опасности на объектах НГК, также рассмотрены ключевые факторы, порождающие угрозу и представлен системный комплекс профилактики, защиты, и обозначены тенденции внедрения инноваций в области организационных решений.

Ключевые слова: пожарная безопасность, нефтегазовый комплекс, взрывозащита, автоматическое пожаротушение, промышленная безопасность, риск-ориентированный подход, газовый контроль.

Предприятия НГК — от буровых платформ до трубопроводов — относятся к объектам с критической пожаровзрывоопасностью [1]. Инциденты на них угрожают катастрофическими экономическими, социальными и экологическими последствиями, что предъявляет исключительные требования к системам защиты. В статье анализируется структурированная модель пожарной безопасности, интегрирующая классические принципы и современные технологические тренды.

Специфика опасности на объектах НГК обусловлена конвергенцией нескольких определяющих факторов:

Приоритетная угроза взрыва: в отличие от многих отраслей, первостепенную опасность представляет не открытое горение, а возможность объемного взрыва газопаровых смесей, образующихся при минимальных утечках углеводородов. Иницирующим фактором может стать малейший источник энергии.

Эффект технологического домино: высокая интеграция и непрерывность процессов создают предпосылки для каскадного развития аварии, когда локальное повреждение одного модуля провоцирует цепную реакцию отказов во всей технологической линии [2].

Экстремальные термобарические параметры: эксплуатация оборудования под высоким давлением и при повышенных температурах трансформирует любую разгерметизацию в процесс мгновенного вскипания жидкости с интенсивным образованием взрывоопасного парогазового облака.

Гетерогенность и масштаб инфраструктуры: необходимость обеспечения защиты для радикально разных по своей природе объектов — от морской платформы до линейного трубопровода, пролегающего через различные ландшафты, — требует разработки адаптивных и многоуровневых стратегий.

Антропогенный компонент в высокоэнергетичной среде: сложность управления технологическими режимами и выполнение ремонтных операций в условиях высокой энергонасыщенности сохраняют человеческий фактор как значимый элемент риска.

Эффективное противодействие угрозам основывается на синергии трех фундаментальных направлений: превенции, инженерной защите и организационной устойчивости.

Стратегия безопасности реализуется через триединую систему, где каждая составляющая выполняет свою критически важную функцию:

Превенция устраняет саму возможность возгорания, разрывая цепочку «утечка – источник зажигания» с помощью взрывозащищённого оборудования, контроля статики, непрерывного газового мониторинга и строгой системы нарядов-допусков на огневые работы.

Инженерная защита создает физический и активный барьер для развития инцидента, включая специализированные АУПТ (пенные, водяные, газовые), резервированные системы водоснабжения и объемно-планировочные решения (обвалование, огнепреградители).

Организационная устойчивость формируется через собственные пожарные подразделения, регулярные межведомственные учения и поддержание актуальной оперативной документации, что гарантирует готовность к эффективному реагированию.

Современная безопасность НГК строится на предиктивном подходе. Цифровые двойники с датчиками IoT прогнозируют отказы, переводя обслуживание на состояние оборудования [3]. Рискованные инспекции переходят к БПЛА и роботам [4]. Разрабатываются новые экологичные огнегасящие составы. Все компоненты интегрируются в единые EHS-платформы для консолидации управления промышленными, пожарными и экологическими рисками [5].

Таким образом, обеспечение пожарной безопасности в НГК трансформируется: от следования нормативам — к созданию интеллектуальной и многоуровневой системы. Её эффективность основана на взаимосвязи технической оснащённости, компетенций персонала и внедрения инноваций. Достижение «нулевого» уровня аварийности становится императивом не только для устойчивого развития, но и для долгосрочной конкурентоспособности и социального доверия к отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Харитонов В.В., Ярцев В.А. Противопожарная защита и тушение пожаров на объектах нефтегазового комплекса. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. – 288 с.
2. Knegtering, B., Pasman, H.J. Safety of the process industries in the 21st century: A changing need of process safety management for a changing industry // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. – 2009. – Vol. 22(2). – P. 135-141.
3. Tao, F., Zhang, H., Liu, A., Nee, A.Y.C. Digital Twin in Industry: State-of-the-Art // IEEE Transactions on Industrial Informatics. – 2019. – Vol. 15(4).
4. Eze, C., Chatwin, C., Young, R. A Review of UAV Systems for Remote Inspection of Oil and Gas Industrial Sites // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2021. – Vol. 115(11-12). – P. 3113-3132.
5. Center for Chemical Process Safety (CCPS). Guidelines for Integrating Process Safety into Engineering Projects. – New York: Wiley, 2019. – 250 p.

МНОГОФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ УСЛОВИЙ, СПОСОБСТВУЮЩИХ ВОЗНИКНОВЕНИЮ АВАРИЙ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Соколова М.В. (ТБМ-1-23), Хохлачев М.О. (ПрИн-266)1, Клименти Н.Ю.2

1 Волгоградский государственный технический университет

2 Академия государственной противопожарной службы Министерства по чрезвычайным ситуациям России

Аннотация: в статье рассмотрено систематизированное распределение причин аварийных инцидентов на объектах магистрального нефтепроводного транспорта за 2020–2024 гг., выделены коррозионные процессы, механические повреждения, износ оборудования, человеческий фактор и проектно-эксплуатационные нарушения как ключевые источники рисков.

Ключевые слова: магистральный нефтепроводный транспорт, аварийность, коррозия, человеческий фактор, промышленная безопасность.

Магистральный нефтепроводный транспорт представляет собой сложную инженерно-техническую систему, функционирование которой сопряжено с существенными технологическими и экологическими рисками. Несмотря на высокий уровень автоматизации и наличие многоуровневых систем контроля, аварийные ситуации на объектах нефтепроводной инфраструктуры продолжают регистрироваться с регулярной периодичностью. Такие инциденты сопровождаются разливами углеводородов, экономическими потерями и ущербом окружающей среде. Выявление и систематизация причин аварийных событий позволяют сформировать научно обоснованную стратегию повышения промышленной безопасности. В настоящем исследовании рассматриваются четыре ключевые группы причин: коррозионные процессы, физический и моральный износ оборудования, человеческий фактор, а также нарушения, допущенные на этапах проектирования и эксплуатации [1].

Необходимо отметить, что коррозия конструкционных материалов является доминирующей причиной отказов на магистральных нефтепроводах. Согласно статистическим данным Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), доля инцидентов, обусловленных коррозией, достигает 42% от общего числа аварий в Российской Федерации.

Различают два основных вида коррозионного воздействия:

- внешняя коррозия — возникает в результате взаимодействия наружной поверхности трубы с агрессивной почвенной средой. Основными ускоряющими факторами выступают нарушенное изоляционное покрытие, недостаточная эффективность систем катодной защиты, высокая влажность и минерализация грунтовых вод.

- внутренняя коррозия — обусловлена химическим и биологическим воздействием компонентов перекачиваемой нефти, в частности воды, сероводорода, углекислого газа и микроорганизмов (в том числе сульфатвосстанавливающих бактерий).

При этом особую опасность представляют скрытые очаги коррозии, которые могут длительное время оставаться незамеченными ввиду отсутствия ви-

зуального доступа к линейной части трубопровода. Только применение методов внутритрубной диагностики позволяет своевременно выявить участки с критическим снижением толщины стенки.

Второй по значимости причиной аварий (около 18 – 20% случаев) является износ технологического оборудования. Значительная часть нефтепроводной инфраструктуры в России эксплуатируется свыше 35 лет, что превышает проектный срок службы, установленный нормативными документами.

Износ проявляется в следующих формах:

- усталостные микротрещины, возникающие под воздействием циклических нагрузок (пульсации давления, термические колебания);
- истирание внутренних поверхностей труб и насосных элементов при перекачке нефти, содержащей механические примеси;
- деградация уплотнительных материалов, приводящая к утечкам на фланцевых соединениях и сальниковых узлах;
- снижение прочностных характеристик металлоконструкций вследствие длительной эксплуатации без замены.

Наиболее уязвимыми элементами являются насосные агрегаты, запорная арматура и участки трубопроводов, подверженные повышенной вибрации или динамическим нагрузкам.

Следует отметить, что одним не менее важным фактором, влияющим на возникновение чрезвычайных ситуаций является человеческий фактор, так как ошибки эксплуатационного персонала составляют 7–15% от общего числа аварийных инцидентов. Несмотря на широкое внедрение автоматизированных систем управления, роль оператора остаётся решающей при принятии решений в нештатных ситуациях.

Типичные проявления человеческого фактора включают:

- некорректное манипулирование запорной арматурой, приводящее к гидравлическим ударам;
- несвоевременное реагирование на сигналы аварийной сигнализации;
- нарушение регламентированной последовательности технологических операций при пуске или останове оборудования;
- неверная интерпретация данных контрольно-измерительных приборов вследствие недостаточной квалификации или утомления.

Анализ инцидентов показывает, что вероятность ошибок возрастает в ночные смены, при высокой загрузке диспетчеров или при недостаточном уровне подготовки персонала.

Многочисленные исследования показывают, что определяющее влияние на возникновение аварийных ситуаций оказывают нарушения на этапах проектирования и эксплуатации объекта.

Данная категория причин объединяет системные недостатки, заложенные на стадии создания объекта или проявившиеся в процессе его жизненного цикла. Их доля составляет 10 – 12% от общего числа аварий.

Нарушения проектного характера могут включать:

- неоптимальный выбор трассы (прохождение через сейсмически актив-

ные зоны, оползневые склоны, болотистые территории);

- недооценку расчётных нагрузок (давление, температура, внешние механические воздействия);

- ошибки в гидравлическом моделировании, ведущие к неравномерному распределению нагрузок;

- необоснованный выбор материалов и защитных покрытий.

Эксплуатационные нарушения проявляются в виде:

- отклонений от утверждённых технологических регламентов;

- превышения допустимых параметров давления или температуры;

- несоблюдения графиков технического обслуживания и диагностики;

- проведения сторонними организациями земляных работ в охранной зоне без согласования с оператором трубопровода.

Последнее обстоятельство напрямую связано с механическими повреждениями, которые составляют 23% всех аварий и часто возникают по вине третьих лиц.

В работе был проведен статистический анализ (табл.1) причин аварийных инцидентов, на основе обобщённых данных Ростехнадзора и ПАО «Транснефть» за 2020–2024 гг. [2].

Таблица 1

Распределение аварий по основным причинам на объектах магистрального нефтепроводного транспорта

Причина инцидента	Доля, %	Характерные последствия
Коррозионные процессы	42	Сквозные повреждения, локальные разрывы
Механические повреждения (в т.ч. третьими лицами)	23	Деформации, полные разрывы труб
Нарушения при эксплуатации	18	Гидроудары, перегрузка оборудования
Производственные и проектные дефекты	10	Массовые отказы, аварии на новых участках
Ошибки персонала	7	Задержка реакции, некорректное управление

Проведен анализ динамики среднегодового числа аварий по причинам возникновения аварий на объектах нефтепроводного транспорта (табл. 2).

Таблица 2

Динамика среднегодового числа аварий по причинам (2020–2024 гг.)

Год	Коррозия	Мех. повреждения	Эксплуатационные нарушения	Ошибки персонала	Проектные дефекты
2020	365	200	155	65	35
2021	340	185	140	60	30
2022	310	170	130	55	28
2023	290	160	120	50	25
2024	275	150	110	45	22

Проведённый анализ свидетельствует о том, что основными источниками аварийности на объектах магистрального нефтепроводного транспорта остаются коррозионные процессы и механические повреждения, обусловленные как естественным старением инфраструктуры, так и деятельностью третьих лиц.

Износ оборудования и ошибки персонала, хотя и менее часты, также вносят значимый вклад в общую картину рисков. Нарушения на этапах проектирования, несмотря на относительно низкую частоту, могут приводить к тяжёлым системным последствиям.

Анализ демонстрирует устойчивую тенденцию к снижению числа инцидентов по всем категориям, что связано с реализацией комплексных программ модернизации и усилением контрольно-надзорной деятельности [3].

Для минимизации рисков, связанных с указанными причинами, рекомендуется применять следующие меры:

- в отношении коррозии: модернизация систем катодной защиты, применение многослойных полимерных покрытий, регулярный мониторинг состояния изоляции, дозирование ингибиторов коррозии в перекачиваемую среду.

- в отношении износа: ускоренная замена морально устаревших участков трубопроводов, внедрение систем прогнозной диагностики на основе анализа вибрационных и акустических сигналов.

- в отношении человеческого фактора: автоматизация критических операций, использование тренажёрных комплексов для подготовки персонала, внедрение принципа двойного подтверждения при выполнении команд с высоким риском.

- в отношении проектирования и эксплуатации: обязательная независимая экспертиза проектной документации, применение BIM-технологий, усиление контроля за деятельностью в охранной зоне трубопроводов, использование геоинформационных систем для мониторинга трассы.

Обеспечение промышленной безопасности требует комплексного подхода, сочетающего техническую модернизацию, цифровизацию процессов управления, ужесточение регуляторных требований и повышение квалификации персонала. Только системное устранение причин на всех этапах жизненного цикла объекта позволит достичь устойчивого снижения аварийности и минимизировать экологические, экономические и социальные последствия инцидентов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Козлитин А. М., Яковлев Б.Н. Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Прогнозирование и оценка. Детерминированные методы количественной оценки опасностей техносферы: Учеб. пособие. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2000. 124с.
2. Полякова, С. А., Ильичев С.С. Анализ аварийности на объектах нефтегазовой отрасли России // Молодой ученый. – 2022. – № 16(411). – С. 115-117.
3. Ходжаева, Г. К. Мероприятия по предупреждению разливов нефти на нефтепроводах / Г. К. Ходжаева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15, № 3-3. – С. 1180-1183.

ОБОСНОВАНИЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ТРЕХХОДОВОГО РАЗВЕТВЛЕНИЯ

Стрельченко Д.Д. (ТБМ-2-25)

Научный руководитель к.т.н., доц. каф. ПБ и ЗЧС Власова О.С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье представлены результаты разработки и обоснования модернизированного трехходового разветвления. Проведен сравнительный анализ, описана конструкция опытного образца и приведены его основные технические характеристики.

Ключевые слова: пожарно-техническое вооружение, трехходовое разветвление, шаровой кран, вентильный кран.

Современные условия ведения аварийно-спасательных работ предъявляют повышенные требования к оперативности и надежности пожарно-технического вооружения. Ключевым фактором успешного тушения пожара является скорость разворачивания сил и средств, где каждый элемент системы водоподдачи играет критически важную роль. Трехходовые разветвления, как устройства для разделения потока огнетушащего вещества с одной магистрали на две-три линии, являются неотъемлемой частью этого процесса [1].

Актуальность модернизации данного типа оборудования подтверждается анализом тактических действий личного состава Федеральной противопожарной службы. Исследования, проведенные на базе пожарно-спасательных частей, показывают, что до 15% времени при передислокации стволов или смене тактической схемы тушения тратится на манипуляции с запорной арматурой разветвлений. Существующие конструкции с вентильными кранами, несмотря на свою надежность, обладают существенным недостатком в виде низкого быстродействия.

Целью данной работы является разработка модернизированного трехходового разветвления с модифицированными запорными элементами, направленная на сокращение времени оперативного реагирования личного состава пожарно-спасательных подразделений. Для достижения цели поставлены следующие задачи: провести сравнительный анализ типов запорной арматуры, обосновать выбор шаровых кранов, разработать конструкцию опытного образца и оценить его эксплуатационные преимущества.

Основная часть.

Анализ недостатков традиционной конструкции

Традиционные трехходовые разветвления оснащаются вентильными (запорными) кранами (Рис.1) [2].

Данный механизм обладает двумя фундаментальными недостатками при использовании в условиях пожара:

- низкое быстродействие. Для полного открытия или закрытия потока требуется совершить от 4 до 6 полных оборотов маховика. При среднем времени одного оборота 1.5-2 секунды, общее время операции составляет 8-12 секунд.
- повышенные физические усилия. В условиях загрязнения или при рабо-

те с холодной водой механизм может требовать значительных усилий для поворота маховика, особенно в конечных положениях.



Рис. 1. Запорный прямооточный вентиль

Обоснование выбора шаровых кранов

В качестве альтернативы предложено использование шаровых кранов (Рис. 2) [3]. Принцип их действия основан на повороте на 90° сферической пробки (шара) со сквозным отверстием. Данное решение обеспечивает следующие тактические преимущества для пожарно-спасательных подразделений:

Переключение между состояниями «открыто/закрыто» осуществляется одним движением рычага на 90° за время менее 1 секунды.

Положение рычага (вдоль трубы – открыто, перпендикулярно – закрыто) позволяет дистанционно и мгновенно оценить состояние линии даже в условиях плохой видимости.

Простая конструкция с минимумом трущихся деталей менее подвержена заклиниванию, а управление не требует значительных физических усилий.



Рис. 2. Шаровой кран

Таблица 2

Сравнительные характеристики запорной арматуры

Критерий	Вентильный	Шаровой кран
Время переключения	8-12 сек	< 1 сек
Число движений для	4-6 оборотов	1 поворот на 90°

Критерий	Вентильный	Шаровой кран
Визуальный индикатор	Отсутствует	Положение рычага
Сопротивление потоку	Высокое	Очень низкое
Вес и габариты	Большие	Меньшие на 20 %
Стоимость	Ниже	Выше

Описание опытного образца

Для апробации концепции был разработан и изготовлен опытный образец модернизированного трехходового разветвления.

Опытный образец представляет собой сварную конструкцию, состоящую из следующих основных элементов:

Корпус: изготовлен из алюминиевого сплава, что обеспечивает оптимальное соотношение прочности и массы. Использование алюминия позволяет снизить общий вес конструкции.

Запорные устройства: на двух выходных патрубках установлены резьбовые шаровые краны с номинальным диаметром DN50 (Рис. 3). Центральный магистральный патрубок на опытном образце временно оснащен классическим вентилем для проведения сравнительных испытаний.

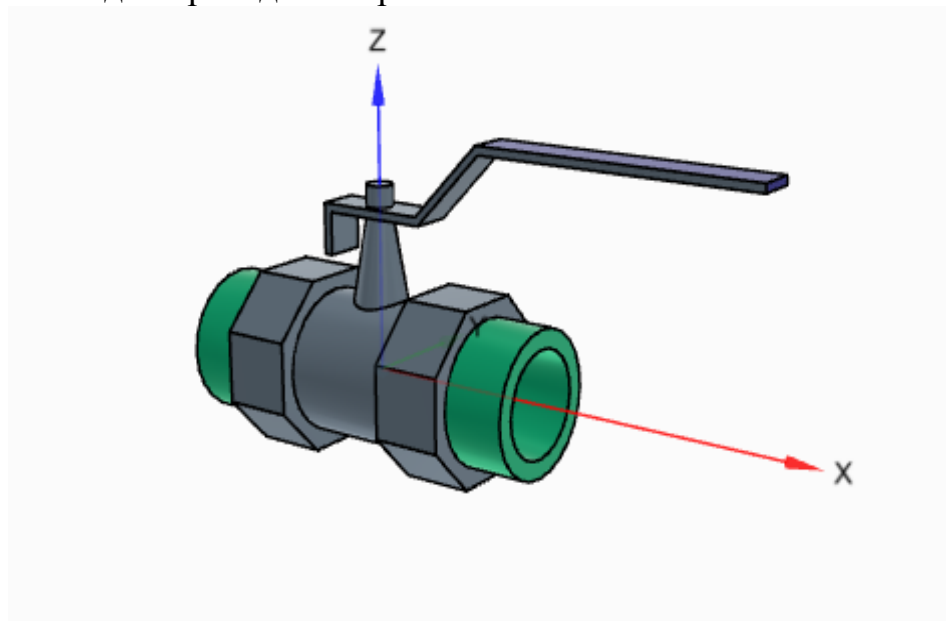


Рис. 3. Модель шарового крана

Система контроля: В верхней части корпуса интегрирован манометр типа МП 2-У на давление до 1,6 МПа (16 атм.) для визуального контроля давления в системе.

Соединительные элементы: Входной патрубок оборудован быстроразъемной соединительной головкой типа ГР-80. Выходные патрубки имеют головки ГР-50, соответствующие стандартному пожарно-техническому вооружению [4].

Технические характеристики опытного образца

Наименование показателя	РТ (Модернизированный)
Рабочее давление, Мпа	1,2
Условный проход входного патрубка, мм	80
Условный проход выходного патрубка, мм	80
Условный проход боковых патрубков, мм	2х50
Габаритные размеры, мм	350х520х280
Масса, кг	6,3

Заключение

На основе анализа тактических недостатков традиционного пожарно-технического вооружения обоснована необходимость замены вентильных кранов в трехходовых разветвлениях на шаровые. Ключевым аргументом является сокращение времени переключения потока с 8-12 секунд до менее 1 секунды.

Разработан и создан опытный образец трехходового разветвления из алюминиевого сплава, оснащенный шаровыми кранами и стандартными соединительными головками. Предварительные испытания подтвердили его герметичность, функциональность и повышенное быстродействие.

Проведенная оценка показывает, что внедрение предлагаемой конструкции позволит повысить оперативность работы пожарных расчетов, снизить вероятность ошибок при управлении потоками и повысить общую тактическую гибкость подразделений на месте пожара.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Актуальные вопросы пожаротушения: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 26 мая 2023 г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. - С. 25-30.
2. ГОСТ Р 53278 – 2009 Техника пожарная. клапаны пожарные запорные. Общие технические требования. Методы испытаний // Гарант URL: <https://base.garant.ru/198770/> (дата обращения: 08.01.2026г.).
3. Шаровые краны – что это, виды, принцип работы, применение. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.azsk74.ru/news/sharovye-krany-vidy-printsip-raboty-primeneniye/> (дата обращения 8.01.2026).
4. ГОСТ Р 53279—2009 Техника пожарная. головки соединительные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний. // Гарант URL: <https://base.garant.ru/197911/> (дата обращения: 08.01.2026г.).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ТРЕХХОДОВОГО РАЗВЕТВЛЕНИЯ

Стрельченко Д.Д. (ТБМ-2-25)

Научный руководитель к.т.н., доц. каф. ПБ и ЗЧС Власова О.С.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье представлены результаты комплексных экспериментальных исследований гидравлических характеристик модернизированного трехходового разветвления, оснащенного шаровыми кранами. Проведен теоретический гидравлический расчет пропускной способности узла и коэффициентов местных сопротивлений.

Ключевые слова: гидравлические характеристики, трехходовое разветвление, коэффициент местного сопротивления, пропускная способность, пожарно-техническое вооружение, шаровой кран.

Разработка нового образца пожарно-технического вооружения требует не только конструкторского обоснования, но и всесторонней экспериментальной проверки его эксплуатационных характеристик. Предыдущим этапом работ было обоснование перспективного облика модернизированного трехходового разветвления с заменой вентильных кранов на шаровые с целью повышения оперативности работы расчетов. Следующим критически важным шагом является количественная оценка гидравлических параметров разработанного устройства, определяющих его эффективность в системе водоподачи.

Актуальность проведения гидравлических испытаний обусловлена необходимостью гарантировать, что модернизация, направленная на повышение быстродействия, не ухудшила ключевые эксплуатационные показатели: пропускную способность и потери давления в узле. Согласно требованиям нормативных документов, любое устройство, встраиваемое в рукавную линию, должно иметь минимально возможное гидравлическое сопротивление и обеспечивать расчетный расход огнетушащих веществ.

Целью данной работы является экспериментальное определение гидравлических характеристик модернизированного трехходового разветвления и их сопоставление с расчетными данными и параметрами серийных аналогов.

Основная часть

Гидравлический расчет пропускной способности

Особенностью разработанной конструкции является оптимизированная геометрия проточной части. В отличие от традиционных разветвлений, где поток претерпевает резкие изменения направления (ломаная траектория), в модифицированном варианте реализован плавный переход с минимальным углом отклонения потока.

1. Расчет пропускной способности модернизированного трехходового разветвления производим по формуле (1) [1]:

Исходные данные:

Диаметры боковых патрубков: $d_1 = 51 \text{ (мм)} = 0,051 \text{ (м)}$.

Диаметр центрального патрубка: $d_2 = 77 \text{ (мм)} = 0,077 \text{ (м)}$.

Скорость потока: $v = 1,5$ (м/с).

Плотность воды: $\rho = 1000$ (кг/м³).

$$Q = v \cdot S \quad (1)$$

где: Q – расход, (л/с); v – скорость потока, (м/с); S – площадь сечения рукава, (м²); d – внутренний диаметр рукава, (м).

2. Расчет площади сечения патрубков производим по формуле (2):

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (2)$$

2.1 Площадь сечения бокового патрубка:

$$S_1 = \frac{3,14 \cdot 0,051^2}{4} = 0,00204 \text{ (м}^2\text{)}$$

2.2 Площадь сечения центрального патрубка:

$$S_2 = \frac{3,14 \cdot 0,077^2}{4} = 0,00466 \text{ (м}^2\text{)}$$

3. Расчет пропускной способности модернизированного трехходового разветвления.

3.1 Через боковой патрубок:

$$Q_1 = 1,5 \cdot 0,00204 = 0,00306 \text{ (м}^3\text{/с)} = 3,06 \text{ (л/с)}$$

3.2 Через центральный патрубок:

$$Q_2 = 1,5 \cdot 0,00466 = 0,00699 \text{ (м}^3\text{/с)} = 6,99 \text{ (л/с)}$$

3.4 Суммарная пропускная способность рассчитывается по формуле (3):

$$Q_{\text{сум}} = 2 \cdot Q_1 + Q_2 \quad (3)$$
$$Q_{\text{сум}} = 2 \cdot 3,06 + 6,99 = 13,11 \text{ (л/с)}$$

2. Расчет местного гидравлического сопротивления модифицированного разветвления рассчитываем по формуле Вейсбаха (4) [2]:

Исходные данные:

$v = 1,5$ (м/с); $\rho = 1000$ (кг/м³); $\Delta P = 1,24$ (кПа).

$$\xi = \frac{2 \cdot \Delta P}{\rho \cdot v^2} \quad (4)$$

где: ΔP – Потери давления на терние.

v – скорость потока; ρ – плотность воды.

$$\xi = \frac{2 \cdot 1237,5}{1000 \cdot 1,5^2} = \frac{2475}{2250} = 1,1$$

Таблица 1

Сравнительный анализ гидравлических характеристик трехходовых разветвлений

Параметр	РТ-80 (Базовый)	РТ-80 (Модернизированный)	Разница изменений, %
Коэффициент	1,2	1,1	-8,3
Потери давления (кПа)	1,35	1,24	-8,1

Экспериментальная часть

В ходе проведения испытаний строго соблюдались требования нормативно-технической документации, регламентирующей испытания пожарно-технического оборудования, в частности пожарных разветвлений.

Таблица 2

Комплексный сравнительный анализ трехходовых разветвлений

Наименование показателя	РТ-80 (Базовый)	РТ-80 (Модернизированный)
Рабочее давление, Мпа	1,2	1,2
Условный проход входного патрубка, мм	80	80
Условный проход выходного патрубка, мм	80	80
Условный проход боковых патрубков, мм	2x50	2x50
Габаритные размеры, мм	375x465x280	350x520x280
Масса, кг	6,3	6,3
Коэффициент гидравлического сопротивления	1,5	1,1

В ходе экспериментальных исследований проведено боевое развертывание (рисунок 1) с применением модернизированного трехходового разветвления РТ-80 в сравнении со стандартными аналогами. Испытания показали, что усовершенствованная конструкция демонстрирует существенное превосходство по ключевым эксплуатационным параметрам.

Наиболее значимым результатом стало сокращение времени подачи ствола на расчетную позицию, что подтверждает эффективность проведенной модернизации.

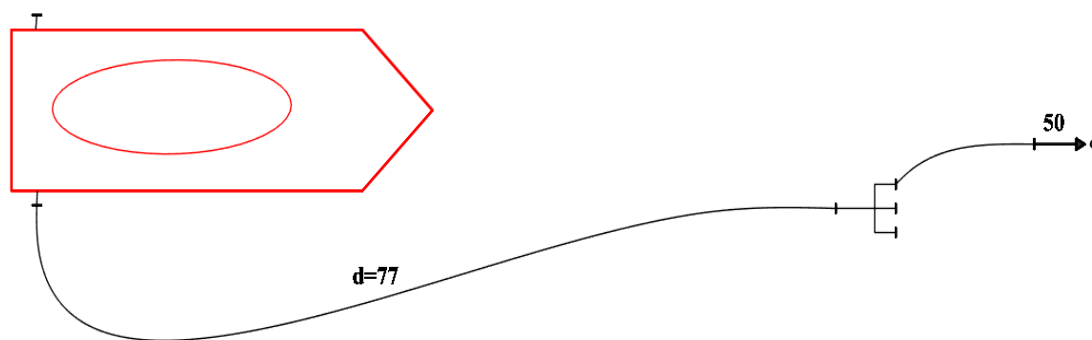


Рис. 1. Схема боевого развертывания

Оптимизация внутренней геометрии устройства, включая устранение разделительной перегородки и корректировку углов отводов, позволила минимизировать гидравлическое сопротивление в системе.

Сокращение временных показателей при развертывании на почти четверть (23,7%) может иметь значительный практический эффект в условиях реальных чрезвычайных ситуаций, где временной фактор является критическим параметром для успешного выполнения оперативно-тактических задач.

Также в рамках экспериментальных исследований проведены испытания модернизированного трехходового разветвления РТ-80 на соответствие требованиям герметичности согласно действующим нормативным документам.

Испытания осуществлялись методом гидростатического давления с поэтапным увеличением нагрузки до значений, превышающих рабочее давление в 1,5 раза (рисунок 2).



Рис. 2. Проверка герметичности посредством метода гидростатического давления

В ходе проведения контрольных испытаний модернизированного трехходового разветвления РТ-80 были выполнены гидравлические испытания на прочность и герметичность. Устройство подвергалось воздействию давления, в 1,5 раза превышающего рабочее (18 атмосфер или 1,8 МПа), в течение регламентированного временного интервала – 3 минут.

Контроль герметичности соединений проводился визуальным методом с использованием средств оптического контроля, а также посредством регистрации возможных утечек с помощью высокочувствительных датчиков давления.

В ходе испытаний модернизированная конструкция продемонстрировала абсолютную герметичность всех соединений, включая места установки запорной арматуры и контрольно-измерительных приборов.

Особое внимание уделялось качеству аргонодуговой сварки модифицированных резьбовых соединений. Отсутствие даже минимальных утечек рабочей среды при циклическом изменении давления свидетельствует о высоком качестве изготовления и правильности выбранных технических решений при модернизации стандартного разветвления.

В процессе экспериментальных исследований для контроля параметров рабочей среды использовались измерительные приборы с различными шкалами измерения. Основные замеры осуществлялись эталонным манометром, градуированным в барах (bar), тогда как штатный манометр пожарной автоцистерны имел шкалу в мегапаскалях (МПа).

Для обеспечения точности измерений и расширения диапазона контроля было принято решение о временной модификации конструкции штатного манометра. В ходе подготовительных работ демонтировали защитное стекло прибора и сняли ограничитель хода измерительной стрелки, что позволило увеличить пределы измерений.

В процессе испытаний при достижении критических значений давления наблюдался нехарактерный для штатной работы режим – измерительная стрелка совершила 1,5 полных оборота по шкале, зафиксировав параметры, значительно превышающие нормативные рабочие показатели.

Данное явление свидетельствовало о создании экстремальных условий испытаний, значительно превышающих стандартные эксплуатационные режимы. Полученные результаты потребовали проведения дополнительной верификации данных с учетом разницы в единицах измерения ($1 \text{ bar} \approx 0,1 \text{ МПа}$) и особенностей модифицированного измерительного оборудования.

Также, в ходе комплексных испытаний гидравлической системы, включающей пожарную машину, рукавную линию и модернизированное трехходовое разветвление РТ-80, проведена оценка потерь давления на различных режимах работы.

Испытания выполнялись при напоре воды $0,7 \text{ МПа}$, соответствующем условиям эксплуатации пожарно-технического оборудования.

Контроль параметров осуществлялся с помощью манометров, установленных на насосе пожарного автомобиля и на испытуемом разветвлении.

Результаты измерений показали незначительные потери давления (рисунок 3) в модернизированном разветвлении по сравнению с контрольными замерами на аналогичной системе со стандартным оборудованием.

Особое внимание уделялось анализу гидравлического сопротивления в местах конструктивных изменений – модифицированных отводах и зоне удаленной перегородки.

Отсутствие заметного перепада давления подтверждает, что оптимизация внутренней геометрии устройства позволила сохранить гидравлические характеристики на уровне исходной конструкции, при этом обеспечив улучшенные эксплуатационные показатели.

Полученные данные свидетельствуют о корректности проведенной модернизации и сохранении энергетической эффективности системы в целом. Эти результаты имеют важное практическое значение, так как подтверждают возможность использования модернизированного разветвления в реальных условиях пожаротушения без риска снижения рабочих параметров подачи огнетушащих веществ.



Рис. 3. Результаты измерений на потерю давления

Результаты испытаний позволяют рекомендовать модернизированное трехходовое разветвление РТ-80 к применению в системах пожарного водоснабжения, где предъявляются повышенные требования к надежности и герметичности соединений.

Результаты предварительных испытаний

Опытный образец прошел предварительные гидравлические и функциональные испытания.

Герметичность: при испытательном давлении 1.8 МПа в течение 3 минут течей в сварных швах и местах присоединения арматуры не обнаружено. Функциональность шаровых кранов: Время полного открытия/закрытия подтвердилось на уровне 0.8-1.0 секунды. Усилие на рычаге не превысило 50 Н, что является комфортным для работы.

Гидравлическое сопротивление: Замеры перепада давления показали, что установка шарового крана вносит меньшее сопротивление потоку по сравнению с вентильным в открытом состоянии, что согласуется с теоретическими данными [3].

Заключение

Проведенные экспериментальные исследования позволили получить количественные характеристики гидравлических свойств модернизированного трехходового разветвления.

Теоретические расчеты пропускной способности, выполненные на основе классических формул гидравлики, показали хорошую сходимость с экспериментальными данными, что подтверждает корректность выбранной методики проектирования. Наиболее значимым практическим результатом стало экспериментальное подтверждение снижения гидравлических потерь.

Полученные результаты являются основанием для положительного заключения о гидравлической эффективности разработанной конструкции и подтверждают перспективность ее внедрения в комплект пожарно-технического вооружения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абросимов Ю. Г., Жучков В. В., Мышак Ю. А., Пименов А. А., Карасёв Ю. Л., Фоменко В. Д. П83 Противопожарное водоснабжение: Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2008. – С. 123-136.
2. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с Харламов С.Н. Избранные главы к курсу лекций «СНОВЫ ГИДРАВЛИКИ». – Томск. Изд-во ТПУ, 2009. – С. 92-93.
3. ГОСТ Р 50400-2011 Техника пожарная. Разветвления рукавные. Общие технические требования. Методы испытаний. // Гарант URL: <https://base.garant.ru/70652932/> (дата обращения: 10.01.2026 г).

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА В ГЕРОНТОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕНТРАХ: КРИТЕРИИ ВЫБОРА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Тафинцев Н.Д.(ТБМ-2-25)

Научный руководитель - к.т.н., доцент кафедры ПБ и ЗЧС Хорзова Л.И.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье рассмотрены особенности применения автоматизированных систем обнаружения пожара (АСОП) в геронтологических центрах. Проведён сравнительный анализ типов пожарных извещателей с учётом специфики контингента. Предложена методика оценки эффективности АСОП, включающая временные, надёжность и эргономические критерии. На примере типового объекта продемонстрирована оптимизация размещения датчиков.

Ключевые слова: пожарная сигнализация, геронтологический центр, дымовые извещатели, тепловые датчики, система оповещения, безопасность пожилых.

Сегодня, в сложившейся ситуации, крайне важным становится вопрос обеспечения защиты от пожаров в домах престарелых, где находятся люди преклонного возраста, часто с ограниченными физическими возможностями и когнитивными расстройствами. Уникальные особенности этих учреждений обуславливают более строгие требования к пожарным сигнализациям: важно не только оперативно обнаруживать возникновение огня, но и свести к минимуму вероятность ложных тревог, способных вызвать беспокойство у жильцов, а также принимать во внимание особенности восприятия оповещений пожилыми людьми. Задача данного исследования заключается в создании аргументированных рекомендаций по выбору и установке автоматических систем пожарной сигнализации, которые соответствуют указанным условиям.

Для реализации поставленной задачи был выполнен сопоставительный анализ ключевых разновидностей детекторов пожара с учётом особенностей госпиталя. Фотоэлектрические датчики дыма выделяются повышенной восприимчивостью и способны выявлять задымление в течение полуминуты-минуты, но их подверженность ложным тревогам из-за загрязнения пылью и водяным паром обуславливает необходимость в периодической чистке; целесообразно их монтировать в жилых комнатах [1, 2]. Аспирационные комплексы отличаются ультраранним обнаружением возгорания (от 15 до 25 секунд) и минимальной вероятностью ложных срабатываний, тем не менее их значительная цена и трудность установки ограничивают использование; наилучшим вариантом является их размещение в палатах с малоподвижными больными [3]. Тепловые датчики с максимальной дифференциацией нечувствительны к запыленности и активируются при достижении температурной отметки в +50 °С, но задержка в обнаружении может достигать двух минут, что делает их подходящим решением для кухонных зон и подсобных помещений [2]. Газовые датчики (реагирующие на СО) откликаются на невидимые продукты тления, однако из-за невысокой скорости распространения газа период их активации составляет от минуты до полутора; разумно задейство-

вать их в качестве дополнения к дымовым датчикам в зонах для сна. Видеоаналитические комплексы обеспечивают визуальное подтверждение возгорания и установление вектора распространения огня, но их продуктивность зависит от параметров освещения, а цена программного обеспечения остается высокой; рекомендуется использовать их для надзора за холлами и аварийными выходами [3, 4].

На основе проведенного анализа разработана система оценки эффективности АСОП, включающая три группы критериев. Временные критерии определяют предельно допустимые значения: время обнаружения очага ($t_{обн}$) — не более 45 секунд, задержка передачи сигнала персоналу ($t_{оп}$) — не более 10 секунд, время реакции дежурного ($t_{реак}$) — не более 30 секунд. Надёжностные критерии задают требования к вероятности ложного срабатывания ($P_{лож}$ — не более 0,01 в год), вероятности пропуска очага ($P_{проп}$ — не более 0,001) и средней наработке на отказ ($T_{ср.нал}$ — не менее 50 000 часов). Эргономические критерии учитывают особенности восприятия пожилых людей: громкость оповещателей должна составлять 85–100 дБ, частота сигнала — 500–1000 Гц, а световая индикация должна мигать с частотой 0,5–2 Гц.

Для достижения оптимального расположения датчиков был разработан алгоритм, состоящий из трёх ключевых этапов. Первый этап направлен на эффективное зонирование помещений, принимая во внимание их специфическое назначение (например, палаты, кухни, холлы), ожидаемую плотность пребывания людей и наличие медицинского оборудования. Целью второго этапа является точный расчёт необходимого количества извещателей с использованием заданной формулы. На третьем этапе проводится критическая проверка на перекрытие зон, чтобы обеспечить контроль каждого участка как минимум двумя датчиками, тем самым полностью исключая "мёртвые зоны" [1].

Апробация предложенной методики проведена на примере геронтологического центра на 60 мест общей площадью 1 800 м² (3 этажа), включающего 24 палаты (по 2–4 человека), 6 санитарных узлов, кухню, прачечную и холл. В результате было принято следующее решение по размещению оборудования: в палатах установлены комбинированные извещатели (дым + СО) — 48 штук; в коридорах — аспирационные датчики — 12 штук; в кухне и прачечной — тепловые извещатели — 6 штук; в холле — видеоаналитическая камера с детекцией дыма — 1 штука. Результаты внедрения показали, что среднее время обнаружения очага составило 38 секунд, вероятность ложного срабатывания — 0,008 в год, а охват критичных зон достиг 100 % [1].

Для улучшения оперативности реагирования на экстренные вызовы предлагается двухуровневая система оповещения. На начальной (ограниченной) стадии применяются негромкий звуковой сигнал и визуальное оповещение непосредственно в помещении, что способствует предотвращению массовой паники. На последующей (расширенной) стадии, запускаемой через полминуты при отсутствии реакции персонала на первичный сигнал, задействуются громкие звуковые оповещения и речевые уведомления. Речевые уведомления должны включать в себя понятные указания (например, «Не покидайте свои

места, медицинский работник направляется к вам»), транслироваться повторно каждые 15 секунд и при необходимости озвучиваться на нескольких языках [1, 2].

Результаты исследования легли в основу рекомендаций по эффективному выбору и размещению извещателей в геронтологических центрах. Мы определили оптимальное количество датчиков, принимая во внимание специфику контингента, что позволило минимизировать ложные срабатывания и сократить время обнаружения. Перспективными направлениями развития являются: применение искусственного интеллекта для анализа поведенческих реакций пациентов на сигналы, разработка персональных носимых устройств для оповещения маломобильных граждан и интеграция системы оповещения с системами "умного дома" в геронтологических учреждениях [3, 4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 484.1311500.2020 «Системы пожарной сигнализации. Нормы и правила проектирования». — М.: МЧС России, 2020. — IV, 36 с.
2. ГОСТ Р 53325-2012 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний». — М.: Стандартинформ, 2013. — VIII, 116 с.
3. NFPA 72 «National Fire Alarm and Signaling Code». — 2022 edition. — Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2022. — xxxii, 456 p.
4. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). Исследования по геронтологии: отчёт 2024 г. [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.who.int/publications/detail/978-92-4-00XXXX-X>

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВАКУАЦИИ ПОЖИЛЫХ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННОЙ МОБИЛЬНОСТЬЮ: УЧЁТ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Тафинцев Н.Д.(ТБМ-2-25)

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры ПБ и ЗЧС Хорзова Л.И.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье представлен метод компьютерного моделирования эвакуации пожилых людей с учётом их психофизиологических особенностей. Разработана классификация групп мобильности, предложены параметры движения для каждой группы, апробирована модель на типовом объекте. Показано, что учёт когнитивных и двигательных ограничений критически влияет на расчёт времени эвакуации.

Ключевые слова: эвакуация, пожилые люди, моделирование, мобильность, психофизиологические особенности, безопасность.

В связи с увеличением числа пожилых людей, становится крайне важным создание эффективных стратегий эвакуации из социальных объектов, в первую очередь, из гериатрических центров и домов для престарелых. Действующие нормативные документы (включая СП 1.13130) используют общие данные о скорости передвижения, не учитывающие специфику поведения пожилых людей с ограниченными возможностями передвижения [1]. В частности, существующие модели не принимают во внимание: замедление скорости передвижения у лиц старше 75 лет; потребность в посторонней помощи при перемещении; замедленную реакцию на аварийные сигналы; дезориентацию в стрессовых ситуациях и при задымлении. Основная задача данного исследования заключается в создании компьютерной модели эвакуации, принимающей во внимание психофизиологические характеристики пожилых людей, и оценке влияния этих особенностей на прогнозируемое время эвакуации из здания [2].

Для построения модели прежде всего была выполнена классификация групп мобильности на основе ГОСТ Р 59268-2020 и актуальных клинических данных [3]. Выделено четыре основные группы:

М1 — самостоятельно передвигающиеся (без вспомогательных средств): скорость по горизонтали составляет 0,8–1,0 м/с, время реакции на сигнал — 15–30 с;

М2 — передвигающиеся с опорой (трость, ходунки): скорость — 0,4–0,6 м/с, требуется делать остановки каждые 30–60 м;

М3 — передвигающиеся на кресле-коляске: скорость при сопровождении — 0,3–0,5 м/с, минимальная ширина прохода — не менее 0,9 м;

М4 — лежание (перевозка на каталке): скорость — 0,2–0,3 м/с, необходимо два сопровождающих.

Далее для каждой группы были заданы ключевые параметры модели, влияющие на динамику эвакуации. Во-первых, это время начала эвакуации (t_{нач}): от 15 с для группы М1 до 120 с для группы М4. Во-вторых, плотность потока (D) — в диапазоне 0,3–0,5 чел./м², что обусловлено необходимостью

дополнительной дистанции для манёвра и помощи. В-третьих, пропускная способность выходов (q) — для групп М2–М4 она снижена на 30 % из-за замедленного прохождения дверных проёмов. Кроме того, модель учитывает когнитивные факторы: вероятность дезориентации при задымлении ($P_{\text{дез}}$), которая составляет 0,2 для группы М1 и возрастает до 0,6 для групп М2–М4; а также дополнительное время на осознание сигнала (+10–20 с) для лиц с деменцией.

Методика моделирования реализована на базе агент-ориентированного подхода с использованием программного обеспечения Pathfinder и FDS+Evac. Алгоритм включает следующие этапы: задание геометрии здания и маршрутов эвакуации; распределение агентов по группам мобильности в соответствии с реальным контингентом учреждения; имитация ряда сценариев (штатная эвакуация, блокировка одного из выходов, отказ системы оповещения). На завершающем этапе производится расчёт ключевых показателей: времени выхода последней группы ($t_{\text{эв}}$), а также числа «застрававших» агентов ($N_{\text{застр}}$), то есть тех, кто не успел эвакуироваться за критическое время.

Тестирование разработанной модели проводилось на базе геронтологического центра вместимостью 100 человек, расположенного на четырёх этажах общей площадью 3000 м². В качестве исходных параметров были учтены данные о мобильности проживающих (40% М1, 30% М2, 20% М3, 10% М4) и штатное расписание персонала (16 человек на смену, соотношение 1:6). Полученные результаты моделирования наглядно продемонстрировали значительное преимущество предложенной модели над стандартной, не учитывающей особенности мобильности. В частности, расчётное время эвакуации увеличилось со 180 секунд (стандартная модель) до 420 секунд (предложенная модель), что составляет прирост в 133%. Более того, при сценарии с заблокированным выходом, до 12 человек, в основном из наименее мобильных групп (М3 и М4), оказались бы в критической ситуации.

Итоговые заключения, сформированные на базе анализа данных, демонстрируют следующее: принимая во внимание психофизиологические аспекты, связанные с передвижением людей, прогнозируемое время, необходимое для эвакуации, возрастает в 2–2,5 раза; наибольшую сложность и задержку представляют лестничные клетки и дверные проходы, чья ширина не превышает 1,2 метра; для обеспечения безопасности при эвакуации групп мобильности М3–М4 крайне важно наличие достаточного числа сотрудников, способных оказывать им поддержку и сопровождение.

В качестве практических рекомендаций предложены следующие меры:

Планировочные решения: обеспечить ширину коридоров не менее 1,5 м; заменить лестницы на пандусы с уклоном не более 8 %; оборудовать «зоны безопасности» на каждом этаже (площадью не менее 20 м² с системой дымозащиты).

Организационные меры: проводить регулярные тренировки с имитацией эвакуации лиц из группы М4 (на каталках); закрепить за каждой группой определённое количество сотрудников персонала.

Технические средства: установить тактильные указатели направления движения; дублировать звуковые сигналы световыми с частотой мигания 1 Гц.

Таким образом, Модель позволяет реалистично оценить время эвакуации с учетом мобильности жильцов, выявить критические зоны здания для модернизации и обосновать необходимость дополнительных мер безопасности. Планируется интеграция с BIM и учет сезонных факторов (например, зимнего снижения подвижности пожилых).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы». — М.: МЧС России, 2020. — 48 с.
2. СП 59.13330.2020 «СНиП 35-01-2001. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения» / Минстрой России. — М.: Минстрой России, 2020. — IV, 42 с.
3. ГОСТ Р 59268-2020 «Услуги по уходу за лицами старше 65 лет. Общие требования» . — М.: Стандартинформ, 2020. — III, 16 с.

АВАРИЙНОСТЬ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Текушин Д.В., Хохлачев М.О. (ПрИн-266)

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: В статье рассмотрены особенности аварийности магистрального нефтепроводного транспорта в Российской Федерации и за рубежом на основе официальной статистики за 2014–2024 гг. Проанализированы причины технологических нарушений, динамика разливов нефти, степень износа инфраструктуры, а также меры по снижению рисков. Проведено сопоставление показателей России, США и стран Европейского союза. Обоснованы предложения по модернизации и усилению регулирования с учётом международного опыта.

Ключевые слова: магистральный нефтепровод, аварийность, коррозия, промышленная безопасность, экологический ущерб, цифровизация, международный опыт, износ инфраструктуры.

Магистральный нефтепроводный транспорт представляет собой критически важный элемент топливно-энергетического комплекса, обеспечивающий массовую и экономически эффективную доставку углеводородного сырья на значительные расстояния. Однако наряду с высокой пропускной способностью данная система сопряжена с существенными технологическими, экологическими и социальными рисками, главным из которых является вероятность аварийных разливов нефти. Анализ статистических данных по аварийности на нефтепроводах позволяет не только оценить текущее состояние инфраструктуры, но и выявить доминирующие причины инцидентов, а также определить приоритетные направления повышения её надёжности и безопасности. В настоящей работе используются официальные сведения российских надзорных и отраслевых структур — Ростехнадзора, МЧС России, ПАО «Транснефть» — а также сопоставимые данные зарубежных регуляторов, включая U.S. Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration (PHMSA) и European Environment Agency (EEA) [1].

За десятилетний период (2015–2024 гг.) на объектах магистрального нефтепроводного транспорта на территории Российской Федерации зафиксировано более 7 800 аварийных случаев и технологических нарушений, что в среднем составляет от 600 до 900 инцидентов ежегодно. Несмотря на высокие абсолютные показатели, с 2020 года наблюдается устойчивая тенденция к снижению числа происшествий, обусловленная реализацией масштабных программ реконструкции, замены изношенных участков трубопроводов и активным внедрением цифровых технологий мониторинга. Географически наиболее уязвимыми регионами остаются территории с высокой концентрацией нефтедобывающих активов и сложными природно-климатическими условиями — Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа, Республика Коми, Красноярский край. На долю этих субъектов приходится свыше 65% всех инцидентов [2].

Структурный анализ причин аварий на основе данных Ростехнадзора за 2023 год показывает, что ведущим фактором остаются коррозионные процессы (42%), за которыми следуют механические повреждения, включая вмешательство третьих лиц при земляных работах (23%), нарушения в эксплуатационных процедурах (18%), производственные дефекты труб и сварных соединений (10%), а также природно-геологические факторы, такие как оползни, подмыв грунта и сейсмическая активность (7%).

Особую тревогу вызывает тот факт, что значительная часть линейных сооружений была введена в эксплуатацию в 1970–1980-х годах, а средний срок службы трубопроводной сети превышает проектные 30 лет, что напрямую коррелирует с ростом аварийности.



Рис. 1. Диаграмма причин, приведших к нарушениям целостности трубопроводов

В то же время Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий отмечает положительную динамику: объём нефти, попадающей в окружающую среду в результате аварий, снизился с 38,6 тыс. тонн в 2020 году до 24,5 тыс. тонн в 2023 году. Это стало возможным благодаря усилению надзорной деятельности, внедрению автоматизированных систем обнаружения утечек и расширению программ замены изношенных участков. ПАО «Транснефть» [3], как основной оператор отрасли, в рамках корпоративной стратегии устойчивого развития реализует комплексную программу «Безопасная труба», включающую замену свыше 15 тыс. км трубопроводов, внедрение систем телемеханики, регулярную внутритрубную диагностику с использованием интеллектуальных средств («умных снарядов») и формирование мобильных аварийно-спасательных подразделений. В результате за 2018–2023 гг. количество аварийных событий на объектах компании сократилось на 47%, а объём разливов — более чем на 60%.

В международном контексте ситуация выглядит иначе. В США, где за безопасность трубопроводного транспорта отвечает PHMSA, за 2014–2023 гг. зафиксировано около 3 200 инцидентов, из которых 78% характеризовались незначительными утечками (менее 1 барреля). Крупные разливы (свыше 50

баррелей) составляют менее 7% от общего числа. Среднегодовой объём разливов оценивается в 15–20 тыс. тонн, а основными причинами аварий выступают коррозия (35%) и повреждения, нанесённые третьими лицами (28%). В Европейском союзе уровень аварийности значительно ниже: ежегодно регистрируется менее 100 инцидентов, а совокупный объём разливов редко превышает 1–2 тыс. тонн. Это объясняется молодым возрастом трубопроводной инфраструктуры (в среднем 20–25 лет), строгим соблюдением требований Директивы ЕС Seveso III и обязательным применением современных методов диагностики и мониторинга. В других странах, таких как Канада и Казахстан, картина различается в зависимости от состояния инфраструктуры и уровня регулирования: в Канаде фиксируется 150–200 инцидентов в год, тогда как в Казахстане, где преобладает устаревшая инфраструктура, ежегодно происходит до 300 разливов.

Таблица 1

Сравнительная оценка и обобщающие выводы

Показатель	Россия	США	ЕС
Среднее число аварий в год	700–800	300–350	<100
Годовой объём разливов	25–40 тыс. т	15–20 тыс. т	1–2 тыс. т
Преобладающая причина	Коррозия (42%)	Коррозия + действия третьих лиц	Коррозия, дефекты монтажа
Средний возраст трубопроводов	>35 лет	25–30 лет	20–25 лет

Сравнительный анализ показывает, что Россия характеризуется наибольшими абсолютными значениями аварийности, что объясняется масштабом трубопроводной сети, экстремальными климатическими условиями и высокой степенью физического износа активов. Вместе с тем наблюдается положительная динамика снижения рисков, подтверждённая как на государственном, так и на корпоративном уровнях. Международный опыт демонстрирует эффективность комплексного подхода, сочетающего модернизацию инфраструктуры, внедрение цифровых технологий, ужесточение регуляторных требований и повышение экологической ответственности участников рынка.

Итак, можно сделать вывод, что, несмотря на сохраняющийся риск разливов углеводородов, в последние годы достигнуты значимые успехи в снижении аварийности магистрального нефтепроводного транспорта в России. Тем не менее, для дальнейшего повышения уровня промышленной и экологической безопасности целесообразно ускорить темпы замены морально и физически изношенных участков трубопроводов, расширить применение методов прогнозной аналитики и искусственного интеллекта в диагностике состояния линейных сооружений, усилить правовую ответственность за повреждение трубопроводов при сторонних работах, а также гармонизировать национальные нормативы с международными стандартами в области промышленной и экологической безопасности. Реализация этих мер позволит минимизировать негативные последствия аварий и обеспечить устойчивое функционирование нефтетранспортной системы в условиях растущих требований к экологической устойчивости и технологическому суверенитету.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анализ состояния и перспектив развития магистрального нефтепроводного транспорта Российской Федерации : доклад / Министерство энергетики РФ. – М. : Минэнерго России, 2023. – 142 с.
2. Безопасность трубопроводного транспорта: состояние, проблемы, решения / под ред. А. В. Волкова. – М. : Недра, 2022. – 288 с. – ISBN 978-5-247-02563-1.
3. ПАО «Транснефть». Отчёт об устойчивом развитии за 2023 год. – М. : АО «ИК «Ассоциация инженеров „Транснефти“», 2024. – 216 с. – Электрон. дан. – URL: <https://www.transneft.ru/sustainability/report-2023/> (дата обращения: 12.12.2025).

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИЗДЕРЖЕК И ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИНАНСИРОВАНИЯ ЗАМЕНЫ МЕДИЦИНСКИХ КОМПЛЕКТОВ

Тужилова К.В. (к.т.н. доцент кафедры БЖД)

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация: Современная организация рабочих мест включает соблюдение мер профилактики ЧП и оказание ПП сотруднику. Важной частью этой процедуры выступает укомплектование рабочих зон укладками ПП согласно требованиям законодательства (приказ Министерства здравоохранения и социального развития № 169н). Регулярная смена укладок ввиду окончания сроков их эксплуатации влечет финансовые траты, особенно в крупных компаниях. Исследование ставит целью выявить масштабы этой проблемы в РФ за последние пять лет (2020–2025 гг.) и разработать экономически обоснованные меры её устранения.

Цели и задачи исследования:

Оценить объемы рынка и общие расходы организаций Российской Федерации на обновление составов медицинских аптечек за исследуемый временной интервал (2020–2025 гг.).

Рассмотреть специфику структуры текущих расходов, выделить основные направления потребления финансов по отраслям промышленности, строительства, транспорта и офисных структур.

Определить перспективные подходы к снижению затрат на приобретение новых медицинских изделий, обеспечив экономическое обоснование выбранных решений.

Разработать комплекс практических рекомендаций для внедрения эффективной стратегии экономии денежных средств организациями всех форм собственности.

Ключевые слова: Аптечка первой помощи, медицинские препараты с ограниченным сроком службы, экономический анализ, охрана труда, управление финансовыми ресурсами, снижение эксплуатационных затрат, Россия, правовые нормы, переработка отходов, концепция модульного формирования комплектов, экономика производственного процесса, предотвращение травм на производстве.

Высокий уровень безопасности сотрудников — важная задача каждой организации. Российские стандарты требуют доступности аптечек первой помощи, обеспечивая готовность к ЧС. Замена аптек обусловлена коротким сроком годности составляющих, что связано с крупными финансовыми затратами [1]. Часто медикаменты остаются невостребованными и подлежат утилизации. Настоящее исследование направлено на оценку текущего положения дел и поиск способов уменьшения связанных расходов.

Объектом исследования стали затраты российских компаний на обязательное поддержание санитарного оснащения рабочих мест через регулярные замены аптечек. Предметом исследования являлись методы сокращения расходов при сохранении необходимой степени готовности к происшествиям.

Основными источниками данных послужили общероссийские статистические сводки, предоставляемые Федеральной службой государственной статистики (Росстат), а также данные специализированных организаций, поставляющих медицинское оборудование и комплекты первой помощи. Было проведено моделирование общих затрат посредством построения формулы расчета общей стоимости замены санитарных комплектов для различных ка-

тегорий предприятий. Формула базировалась на следующем подходе:

Общая сумма расходов = N предприятий $\times$ n аптек на предприятие $\times$ C
стоимость одной замены

где: N предприятий - общее число зарегистрированных юридических лиц
в Российской Федерации,

n птек на предприятие - среднее число комплектов на одно предпри-
ятие,

Стоимость одной замены - средняя цена одной единицы замещаемого
продукта.

По итогам проведенных расчетов было выявлено следующее распределе-
ние средних значений:

Количество предприятий, оборудованных необходимыми аптечками: око-
ло 2,0–2,5 миллиона субъектов хозяйствования.

Среднее число медицинских комплектов на одну организацию: порядка 3–
5 штук.

Средняя стоимость единичной замены стандартного набора первой по-
мощи: 2 000 рублей.

Частота замен: примерно каждый второй год (примерно 70 % организаций
осуществляют замену ежегодно).

Полученная формула позволила определить ориентировочную величину
расходов на уровне около 6,3 миллиарда рублей в год, с учётом неравномер-
ности исполнения норм среди участников рынка. Реалистичный диапазон
ежегодных затрат на смену аптек в Российской Федерации составляет при-
близительно 4,5–6,0 миллиарда рублей.

Далее был проведен отраслевой анализ распределения затрат по основ-
ным направлениям хозяйственной деятельности:

Промышленное производство и строительная отрасль требуют макси-
мального числа аптек, соответственно, здесь сосредоточены самые высокие
расходы.

Транспорт и логистика характеризуются умеренной нагрузкой, несмотря
на необходимость обеспечить каждое транспортное средство соответствующим набором.

Услуги и торговля имеют минимальные потребности, но благодаря массо-
вости оказывают заметное влияние на общую статистику.

Кроме того, в ходе изучения рассматривались возможности оптимизации
процессов управления запасами и ухода от массового уничтожения неисполь-
зуемых препаратов путём выбора модулей, подлежащих замене отдельно,
разработки электронной системы контроля и своевременного планирования
поставок [2]. Эти меры показали значительный экономический эффект: при-
менение метода модульной замены позволило уменьшить ежегодные расходы
на 50–70 %, использование централизованного учёта снизило затраты ещё на
10–15 %. Дополнительные мероприятия по повышению точности подбора со-
става могли бы повысить качество оказываемой помощи и косвенно способ-
ствовать уменьшению аварийности [3].

Изучение проблемы показало, что ежегодные расходы российских предприятий на поддержку надлежащего уровня оснащённости аптечками достигают 4,5–6,0 млрд рублей. Эта статья бюджета вполне управляема и может быть снижена путём улучшения практик обновления наборов.

Предлагаемые меры включают отказ от тотальной замены аптечек и переход к точечному обновлению исключительно нужных компонентов, создание электронных систем слежения за сроками годности и адаптацию наполнения аптечек к профилю деятельности предприятия.

Такой подход обеспечит значительное сокращение расходов — до 25–40 % в целом по экономике и до 60–70 % для отдельных предприятий, сохраняя безопасность сотрудников на прежнем уровне.

Таким образом, применяя новые методики, предприятия смогут эффективно управлять данным видом расходов, преобразовав его из постоянной статьи затрат в контролируемую составляющую своего финансового плана.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 19 февраля 2020 г. N 106н "О внесении изменения в номенклатуру медицинских организаций, утвержденную приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 6 августа 2013 г. N 529н" // Гарант URL: <https://base.garant.ru/73790891/> (дата обращения: 11.01.2026).

2. Ермакова К.В. Проблема некомпетентности информации по оказанию первой помощи/ К.В. Ермакова, Н. С. Кузенков//Пожарная и аварийная безопасность : сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции, 23 ноября 2023 г. – Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – 1204 с.

3. Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний". // Гарант URL: <https://base.garant.ru/12112505/> (дата обращения: 15.01.2026 г.).

ФИНАНСОВОЕ БРЕМЯ ОСНАЩЕНИЯ СРЕДСТВАМИ НЕОТЛОЖНОЙ ПОМОЩИ: АНАЛИЗ ИЗДЕЖЕК И ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ВЫГОДЫ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИИ (2020-2025)

Тужилова К.В. (к.т.н. доцент кафедры БЖД)

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация: Проведен всесторонний анализ экономического воздействия на российский бизнес, связанного с обеспечением рабочими медицинскими средствами, и сформированы научные рекомендации по увеличению выгодности данных мероприятий.

Основные задачи исследования: Определение размера российского рынка замены средств первой помощи. Структурный анализ расходов в разрезе основных сфер экономики. Формулирование и расчётная проверка предложений по сокращению затрат.

Ключевые слова: средства неотложной помощи, постоянные расходы, экономическая выгода, корпоративная безопасность, российская экономика, сокращение издержек, доходность, лечебные наборы.

Сегодняшняя система организации охраны труда сочетает выполнение обязательных правил с поиском эффективных путей управления затратами. Одним из важнейших источников постоянных расходов является поддержка актуальности комплектов первой помощи [1]. Постоянная потребность в обновлении этих комплектов, вызванная ограниченной продолжительностью жизни медикаментозных препаратов и материалов, накладывает серьёзную финансовую нагрузку на предприятия. Этот вопрос обостряется в условиях волатильной экономики, вынуждая искать варианты более рационального расходования средств.

Методология и полученные результаты:

Анализ рынка и общая величина расходов

Исследование выполнено на основе официальных сведений Росстата, анализа рыночных расценок на медицинскую продукцию и мнений профессионалов по охране труда в Белгородской, Курской и Воронежской области. Общая структура расчёта выглядела следующим образом:

База анализа: 2,3 млн коммерческих структур, имеющих обязанность обеспечивать рабочие места средствами первой помощи.

Уровень оснащённости: средний показатель равен 3–5 аптек на одну организацию.

Цена полного обновления средней аптечки: от 1800 до 2200 рублей.

Периодичность обновления: 65–75% наборов меняют ежегодно.

Итого: $2,3 \text{ млн организаций} \times 4 \text{ аптечки} \times 2000 \text{ рублей} \times 0,7 = 12,88 \text{ млрд рублей}$ каждые два года, или 6,44 млрд рублей ежегодно. Учитывая реальные пропорции выполнения требований, действительный размер рынка варьируется в пределах 4,8–6,2 млрд рублей в год [2].

Особенности затрат по видам деятельности

Анализ выявил ярко выраженную неоднородность затрат по различным отраслям экономики:

Наиболее высокие расходы наблюдаются в обрабатывающих производствах и сфере добычи сырья, где присутствуют многочисленные участки и особые требования к полноте аптек. Здесь расходы крупных предприятий достигают 1,5–3 млн рублей ежегодно.

Строительство отличается высокими переменными затратами, обусловленными размещением аптек на временных объектах стройплощадок. Ежемесячные расходы на одну точку могут колебаться от 15 до 45 тыс. руб.

В транспорте критичны затраты на оснащение автомобилей и подвижного состава наряду с административными помещениями.

Оптимизация и её преимущества

Разработаны действенные принципы сокращения затрат:

Постепенная замена элементов аптек.

Суть: отказ от замены всего набора сразу в пользу адресного обновления компонентов, потерявших свежесть.

Результат: уменьшение ежегодных расходов на 55–75%.

Автоматизированный учёт и мониторинг годности.

Суть: формирование единой информационной платформы, регистрирующей состояние аптек и предупреждающей о сроках их обновления.

Результат: экономия до 12–18% за счёт лучшей организации снабжения и приобретения больших партий товара по выгодным условиям.

Корректировка состава аптек в зависимости от профиля предприятия.

Результат: рост эффективности вложений, так как содержимое аптек теперь лучше соответствует рабочим реалиям.

Расчёты показывают следующую картину влияния оптимизации на крупном промышленном предприятии с числом аптек равным 100:

До оптимизации: $100 \times 2000 = 200\,000$ рублей/год.

После оптимизации: $100 \times 700 \times 0,85 = 59\,500$ рублей/год.

Итого экономия: 140 500 рублей/год (70,25%).

Комментарии к результатам

Данная работа подчёркивает наличие обширных возможностей для сокращения затрат на поддержку жизнеобеспечивающих средств. Представленная оптимизационная модель способствует трансформации пассивной статьи расходов в активно управляемую позицию операционной отчётности. Главным достоинством разработанной системы является полная совместимость с требованиями закона при одновременном улучшении экономической привлекательности мероприятий по защите персонала. Следует особо отметить положительную роль предлагаемой системы в вопросах экологии и безопасного обращения с отходами. Организация замены отдельных компонентов снижает объёмы выбрасываемой продукции на 60–80%, дополнительно усиливая положительное воздействие на экономику и окружающую среду.

Заключение:

Проблема расхода средств на поддержание полноценной системы первой помощи [3] остаётся актуальной для российских предприятий, занимающих большую долю бюджета, равную 4,8–6,2 млрд рублей ежегодно.

Разработанный комплексный механизм повышения эффективности включает три этапа:

Постепенная замена частей аптек.

Электронный мониторинг сроков годности.

Адаптация набора препаратов под специфику работы предприятия.

Внедрение перечисленных шагов гарантирует экономию средств на уровне 30–65% в зависимости от размеров и характера предприятия.

Документально доказано, что реализация приведённых рекомендаций помогает организациям перейти от вынужденных расходов к сознательному управлению ими, сохраняя необходимую защиту работников и укрепляя позиции компании в условиях сложной экономической обстановки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ермакова К.В. Проблема некомпетентности информации по оказанию первой помощи/ К.В. Ермакова, Н. С. Кузенков//Пожарная и аварийная безопасность : сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции, 23 ноября 2023 г. – Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – 1204 с.

2. Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний". // Гарант URL: <https://base.garant.ru/12112505/> (дата обращения: 15.01.2026 г.).

3. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 19 февраля 2020 г. N 106н "О внесении изменения в номенклатуру медицинских организаций, утвержденную приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 6 августа 2013 г. N 529н" // Гарант URL: <https://base.garant.ru/73790891/> (дата обращения: 11.01.2026).

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕР ПО ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Турицын И.Д. (ТБМ-2-24)

Научный руководитель — старший преподаватель кафедры ПБ и ЗЧС Заикин Е.А.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье рассмотрены современные подходы к повышению эффективности ликвидации аварийных ситуаций на металлургических предприятиях. Проведён анализ статистики аварийности, выявлены ключевые факторы риска и предложены меры по оптимизации систем реагирования.

Ключевые слова: аварийная ситуация, металлургическое производство, безопасность

Металлургическая отрасль является одной из наиболее опасных с точки зрения техногенного риска. Специфика технологических процессов — высокие температуры, использование токсичных и взрывоопасных веществ, работа с расплавленными металлами и шлаками — обуславливает повышенный уровень риска. Аварии на металлургических предприятиях могут повлечь за собой не только значительные экономические потери, но и тяжёлые экологические последствия, а также угрозу жизни и здоровью персонала. Именно поэтому повышение эффективности мер по ликвидации аварийных ситуаций становится важной задачей обеспечения промышленной и экологической безопасности на металлургических предприятиях.

Согласно данным Роструда, на металлургических комбинатах в России каждый десятый (10%) несчастный случай приводит к возникновению аварийной обстановки. В 30% случаев такие инциденты сопровождаются экологически опасными последствиями — выбросами токсичных веществ, возгораниями или взрывами. Другие причины распределяются следующим образом: порядка четверти (26%) аварий обусловлены физическим износом производственного оборудования; нарушениями эксплуатационных регламентов объясняется 18% происшествий, а недостаточным уровнем профессиональной подготовки работников — 16% [1]. На рисунке 1 представлена статистика аварий на объектах металлургической отрасли за 2020–2024 гг.

В этих условиях актуальной задачей становится повышение эффективности мер по ликвидации аварийных ситуаций, что напрямую влияет на сохранение жизни персонала, минимизацию экономических потерь и защиту окружающей среды.

На промышленных предприятиях существует система управления промышленной безопасностью, которая включает идентификацию опасностей, оценку рисков, разработку мероприятий по их минимизации и создание эффективных систем оповещения и реагирования.



Рис. 1. Статистика аварий на объектах металлургической отрасли за 2020–2024 гг.

Металлургические комбинаты в последние годы активно модернизируют свою систему управления и внедряют комплексные решения, включающие:

- автоматизированные системы контроля технологических параметров;
- системы раннего обнаружения утечек и аварийных ситуаций;
- регулярный аудит рисков и внеплановые учения по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;
- обучение персонала по охране труда;
- сотрудничество с надзорными органами и научными институтами [2].

Для повышения безопасности на производстве всё чаще используют современные технологии: датчики «умных» устройств (IoT), системы автоматического контроля (типа SCADA) и искусственный интеллект. Одно из перспективных решений — цифровые копии реальных объектов (цифровые двойники), которые позволяют заранее промоделировать возможные аварии, потренировать действия при ЧС, улучшить планы эвакуации и логистику доставки техники и материалов [3].

Чтобы минимизировать ошибки людей при ликвидации аварий, вводят единые правила действий — например, по методам HAZOP (анализ опасностей) и LOPA (оценка защиты от рисков). Это особенно важно при таких задачах, как отсечка утечек, включение вентиляции или запуск дренажных систем [4].

Для обучения сотрудников всё чаще применяют тренажёры на основе виртуальной и дополненной реальности.

Также активно развивается мобильная аварийно-спасательная техника: компактные модули, оснащённые роботами, дронами с датчиками газа и температуры, а также установками для подачи инертных газов. Их можно развернуть за 5–7 минут, тогда как на подготовку стационарных бригад уходит в среднем от 25 до 40 минут [5].

Чтобы сделать систему ещё надёжнее, стоит регулярно проводить учения, своевременно обновлять инструкции по локализации и устранению аварий, подключать все системы к единому центру контроля и наладить автоматический обмен данными с МЧС через программные интерфейсы. Кроме того, полезно ввести измеримые показатели эффективности для служб охраны труда и промышленной безопасности.

Повышение эффективности мер по ликвидации аварийных ситуаций на металлургических предприятиях требует комплексного подхода, объединяющего техническую модернизацию, цифровизацию и человеческий фактор. Ключевым фактором становится переход к прогнозирующему управлению безопасностью. Внедрение современных цифровых решений, стандартизированных процедур и инновационных форм обучения позволяет не только сократить время ликвидации аварий, но и снизить их вероятность за счёт раннего выявления отклонений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ростехнадзор. Отчет о состоянии промышленной безопасности в РФ за 2024 г. — М.: ФГУП «НТЦ Промышленной Безопасности», 2025. — 142 с.
2. ГОСТ Р 12.0.230.3–2021. Система стандартов безопасности труда. Управление профессиональными рисками. // Гарант URL: <https://base.garant.ru/12158141/> (дата обращения: 14.01.2026).
3. Кабишев А.В., Барсуков А.С. Цифровые двойники в обеспечении промышленной безопасности // Безопасность труда в промышленности. — 2024. — № 5. — С. 34–41.
4. Петрова Е.М., Козлов Р.Н. Эффективность VR-тренингов в подготовке аварийно-спасательных формирований // Инновации в образовании и науке. — 2025. — Т. 12, № 1. — С. 112–120.
5. Сергеева Е. М. и др. Эффективность подготовки аварийно-спасательных формирований на промпредприятиях // Журнал «Промышленная безопасность». — 2023. — № 4. — С. 58–65.

КОМПЛЕКСНАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ СОТРУДНИКОВ МЧС

Щеглова Ю.А. (гр. ПБ-51-21); Маширова А.Ю. (гр. ПБ-51-21);
Джумашева А.А. (гр. ПБ-51-21).

Научный руководитель — к.б.н., доцент кафедры ПБиВ Киреева И.Ю.
Астраханский государственный архитектурно-строительный университет
Факультет инженерных систем и пожарной безопасности

Аннотация: в данной статье рассматриваются основные принципы и задачи медико-биологического сопровождения и реабилитации сотрудников МЧС России. Эффективность данных мероприятий способствует сохранению здоровья и профессионального долголетия. Рассмотрены разные аспекты восстановительного лечения и реадaptации, предупреждение профессионального выгорания, а также методы восстановления после стрессовых ситуаций.

Ключевые слова: медицина, реабилитация, спасатели, эмоциональный фон, стресс, психотерапия, травма, опасные факторы.

Работа в системе МЧС требует значительных усилий и отличается высокой социальной важностью. Действие опасных и вредных факторов в работе спасателей требуют создания комплексной системы обеспечения безопасности и здоровья сотрудников, включающей оценку их физического и психического состояния, выявление заболеваний и долгосрочных последствий, а также улучшение медицинского обслуживания и реабилитации для продления их профессионального долголетия.

Согласно руководству Р 2.2.755–99, труд спасателей в системе ликвидации последствий ЧС классифицируется как вредный (тяжелый) 2-й степени и напряженный опасный (экстремальный) труд 3-й степени 3 класса или 4 класса [1]. Энергозатраты при ликвидации последствий ЧС достигают 5000–8400 ккал/сут, как следствие дополнительных физических нагрузок. В этом режиме увеличиваются и физическая тяжесть труда, интеллектуальные, сенсорные и эмоциональные нагрузки, включая смену режима работы.

Согласно медико-статистическому учету заболеваемости сотрудников ФПС ГПС МЧС России, болезни нервной системы варьируются от очень низкого уровня у спасателей (~5.88%) до достаточно высокого - у инспекторов (~30%) (табл. 1) [2].

Таблица 1

Распространенность заболеваний по классам болезней среди личного состава разных профессиональных групп МЧС России, %

Класс болезней*	Пожарные	Диспетчеры ФПС	Инспекторы ФПС	Прочие сотрудники ФПС	Спасатели	Военно-служащие
IV	173,2	178,8	173,9	97,8	44,1	27,7
VI	83,9	105,6	150	120,7	29,4	111,1
VII, VIII	362,2	414,6	469,5	412,9	367,6	500
IX	110,2	105,6	130,4	105,4	88,2	27,7
X	228,3	146,3	178,2	186,7	257,3	222,2
XI	299,5	250	211,6	208,7	46,5	50
XIII	249,3	382,1	245,6	311,3	80,8	222,2
XIV	65,6	325,2	184,7	134,6	14,7	55,5

*Примечание: класс IV – болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ, класс VI – болезни нервной системы, класс VII, VIII – болезни глаз и его придаточного аппарата; болезни уха и его сосцевидного отростка, класс IX – болезни системы кровообращения, класс X – болезни органов дыхания, класс XI – болезни органов пищеварения, класс XIII – болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, класс XIV – болезни мочеполовой системы.

Стрессовые воздействия активируют в организме неспецифические реакции, помогающие адаптироваться к условиям существования [2]. У трети работников с высоким уровнем рабочего риска могут возникать отклонения, снижающие функциональные резервы и повышающие нервно-психическое напряжение, что ведет к дезадаптации и функциональным отклонениям. В связи с этим медицинское сопровождение и реабилитация пожарных и спасателей требуют комплексного подхода с целью сохранению их здоровья.

На сегодня одним из эффективных методов физической реабилитации и психологического восстановления специалистов экстремальных профессий, работающих в условиях хронических или сильных стрессогенных факторов является БОС-терапия (биологическая обратная связь), когда проводят специальные тренировки, физические упражнения, процедуры по восстановлению мышечного тонуса и психологическому сопровождению, сочетающие психофизиологическую диагностику, психокоррекцию и релаксационные практики.

Нейробиологическое управление организмом (когнитивно-поведенческая психотерапия) основана на тренинге организма с помощью специальных датчиков, регистрирующие параметры нервной системы и отображающие их на мониторе в виде графиков и звуков. Пациент самостоятельно меняет свои регистрируемые показатели, если они не соответствуют нормативным, путем регулирования дыхания, достигая снижения напряжения и давления [3,4,5].

Именно БОС-тренинги по задержке дыхания, обучению диафрагмальному дыханию и по изменению частоты дыхания и входят в комплексы медико-психологической реабилитации спасателей [6].

Следует отметить, что как элемент комплексного подхода к условиям восстановительного лечения, сильно влияющим на психику человека, является и цветовое оформление интерьера помещений лечебно-реабилитационных центров [7]. Цвет влияет на психологическое здоровье человека через визуальные (сенсорные органы) и эмоциональные каналы (лимбическая система мозга). Цвет посредством органа зрения, активизирует определенные области мозга, отвечающие за эмоции и настроение, способствуя восстановлению эмоционального равновесия и психологического здоровья через грамотное сочетание успокаивающих и активизирующих оттенков [7]. Поэтому цвет в интерьере выступает не только как декоративный элемент, но и как эффективный инструмент психологического воздействия, стимулирующий когнитивные функции и формирующий благоприятный эмоциональный настрой. Не менее важно грамотно организовать и освещение пространства лечебных кабинетов - света должно быть достаточно, но без резких бликов.

Таким образом, медико-психологическое сопровождение и реабилитация

в системе МЧС должны базироваться на приоритете психологических факторов в сохранении здоровья, предупреждающих профессиональное выгорание. Комплексный подход к реабилитации, объединяющий медицинскую, физическую и психологическую реабилитацию в комфортной среде, способен эффективно поддерживать здоровье и профессиональное долголетие сотрудников МЧС, что положительно отразится на результатах их работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Р 2.2.1766-03. 2.2. «Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки». // КонсультантПлюс URL: https://dtim.mskobr.ru/attach_files/upload_users_files/64caa36d1faa5.pdf (дата обращения: 16.01.2026).
2. Котенко П.К., Головинова В.Ю., Шевцов В.И. Статистика заболеваемости сотрудников и военнослужащих федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы МЧС России [Электронный ресурс]: учебное пособие. – СПб.: Научные технологии, 2022. – 119 с. – URL: <https://publishing.intelgr.com/archive/szsvmcs.pdf>;
3. Влияние цвета и света на психологическое состояние человека // NSP-Здоровье [Электронный ресурс]. URL: https://nsp-zdorovje.narod.ru/article_psiho/v_color.html (дата обращения: 17.12.2025).
4. Вартанова Т.С., Сметанкин А.А. Очерк истории развития биологической обратной связи как метода медицинской реабилитации / Т.С. Вартанова, А.А. Сметанкин // Общие вопросы применения метода БОС. – СПб.: ЗАО «Биосвязь», 2008. С. 75
- Бундало Н. Л. Посттравматическое стрессовое расстройство (клиника, динамика, факторы риска, психотерапия): дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2009. С. 378
5. Марьян М.И. Динамика заболеваемости пожарных нервно-психическими болезнями // Пожарная безопасность. 1999. № 4. С. 73-77.
6. Володенко Д. В. Опыт применения БОС-тренинга в комплексной реабилитации пожарных и спасателей // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2016. № 2(19). С. 32-33.
7. Влияние цвета на психофизиологическое состояние человека // Natural Sciences [Электронный ресурс]. URL: <https://natural-sciences.ru/article/view?id=33038> (дата обращения: 17.12.2025).

ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ТЕХНОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Щеглова Ю.А. (гр. ПБ-51-21), Маширова А.Ю. (гр. ПБ-51-21),
Джумашева А.А. (гр. ПБ-51-21).

Научный руководитель — к.б.н., доцент кафедры ПБиВ Киреева И.Ю.

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет

Факультет инженерных систем и пожарной безопасности

Аннотация: официальный учет техногенных чрезвычайных ситуаций и их последствий ведется органами государственного надзора МЧС и имеет ключевое значение для оценки безопасности жизнедеятельности и выявления потенциально неблагоприятной динамики. В статье изложены фактические данные по техногенным ЧС в Астраханской области, на основе которых можно оценить эффективность реализуемого комплекса контрольно-надзорных мероприятий и их влияние на предотвращение ЧС.

Ключевые слова: безопасность, техногенная чрезвычайная ситуация, эффективность, материальный ущерб, контрольно-надзорные мероприятия.

Современный техногенез практически не управляем, и потому обеспечение безопасности людей и окружающей среды от последствий техногенных чрезвычайных ситуаций приобретает особую значимость. Чрезвычайная ситуация (ЧС) — это событие, происходящее на определённой территории под влиянием отрицательных природных или техногенных факторов, приводящее к человеческим жертвам, вреду здоровью населения, существенным материальным потерям и нарушению привычных условий жизни [1].

В последние годы в Астраханской области органы МЧС усилили контрольно-надзорную деятельность по соблюдению требований федерального и муниципального законодательства в сфере ЧС, направленное на контроль техногенных ситуаций и повышение уровня безопасности населения, готовности руководства, сил и средств МЧС, органов управления всех уровней власти и организаций к реагированию на чрезвычайные ситуации и минимизации их последствий.

Цель проведенных исследований - анализ фактических статических данных по техногенным ЧС на территории Астраханской области за 2022-2024 годы, как результатов работы контрольно-надзорных органов.

По официальным данным за период 2022–2024 годов на территории Астраханской области общее число техногенных ЧС не превысило 4-х случаев, что в списке ЮФО, включающем 8 областей, занимает 6-е место. Оценку ЧС проводили по натуральным показателям: числу пострадавших и погибших людей, а также размеру нанесённого материального ущерба. Исходя из официальной статистики ГУ МЧС по Астраханской области за исследуемый период, суммарное число пострадавших достигло 111 человек при максимуме 82 чел. в 2023 г., что превысило таковой показатель 2022 года в 8 раз, а 2024-го – в 4,5 раза (рис. 1).

Статистика ЧС техногенного характера и их последствий в Астраханской области (2022-2024 г.г.)



Рис. 1. Статистика техногенных ЧС и их последствий за 2022-2024 г. в Астраханской области

Что касается числа погибших, то в результате одной аварии в 2022 году погиб 1 человек. Далее динамика смертности увеличилась в 3 раза в как в 2023, так и в 2024 годах [2, 3].

Поскольку, все статистических данные по техногенным ЧС фиксируются, обрабатываются и компонуется органами государственного надзора в ЧС, результаты подобных анализов натуральных показателей ЧС обязательно, учитывают в правоприменительной практике с целью предупреждения ЧС, снижения потерь и разработки дополнительных мероприятий по защите населения и территорий.

Обращает внимание значительное количество санитарных потерь при единичных ЧС, особенно в 2023 году, что указывает на масштаб происшествия, которое вышло за пределы локальной ЧС, создавая серьёзную опасность для жизни и здоровья множества людей. Стоит учесть, что отсутствие больших материальных убытков не отменяет вероятность негативного воздействия аварии на природную среду, системы жизнеобеспечения и здоровье населения (рис.1). Вместе с тем, незначительные материальные потери свидетельствуют о результативности мероприятий по предупреждению рисков, оперативной реакции и наличии достаточных резервов для устранения возможных последствий ЧС [4].

В целом, полученные данные характеризуют работу государственных надзорных органов Главного управления МЧС России по Астраханской области как удовлетворительную. При наличии на территории области более нескольких десятков потенциально опасных и сотен особо опасных объектов, им удастся эффективно предотвращать возникновение чрезвычайных ситуаций и минимизировать возможные негативные последствия, благодаря комплексу профилактических мер (регулярные проверки, консультации, предупреди-

тельные меры) и активной работе по подготовке населения, совершенствованию систем предупреждения и оповещения, модернизации инфраструктуры и налаживанию эффективного взаимодействия между различными ведомствами и учреждениями, что способствуют повышению уровня безопасности региона [5, 6, 7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 11 ноября 1994 г. № 68-ФЗ.
2. Государственный доклад о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году. [Электронный ресурс] URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/6751>.
3. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2023 году». [Электронный ресурс] URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/7343?ysclid=meh7h08u5c903175887>.
4. Государственный доклад о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2024 году. [Электронный ресурс] URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/vsedokumenty/7807?ysclid=meh7jzczbr315202072>.
5. Закон «О защите населения и территории Астраханской области от чрезвычайных ситуаций межмуниципального и регионального характера» от 20 сентября 2006 г. №60/2006-ОЗ.
6. Ташуев А.Т. Профилактическая работа надзорных органов МЧС России. Анализ методов и инструментов // Вестник науки. 2024. №11. 80 с.
7. Чебыкин В.В. Методы и инструменты профилактической работы должностных лиц надзорных органов МЧС России // Вестник науки. 2024. №3. 72 с.

БЕСПИЛОТНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В СИСТЕМЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Щербак И.Д.¹ (ТБМ-2-24), Кандауров Н.И.², Никитин А.Г.³

¹ Волгоградский государственный технический университет

² Специализированная пожарно-спасательная часть ФПС ГПС Главного управления
МЧС России по Волгоградской области

³ Управление авиации авиационно-спасательных технологий МЧС России

Аннотация: беспилотные авиационные системы становятся ключевым инструментом МЧС России в предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Применение БАС для мониторинга, аэрофотосъёмки и создания цифровых моделей местности обеспечивает оперативное прогнозирование рисков, сокращение времени реагирования и снижение угрозы для жизни людей..

Ключевые слова: беспилотная авиация, бесплотно воздушное судно, чрезвычайная ситуация, мониторинг.

Стремительный рост возникновения чрезвычайной ситуации природного и техногенного характера заставляет государство искать конструктивные решения предотвращения рисков возникновения стихийных бедствий. Для эффективного достижения цели и дальнейшего снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) созданы современные комплексы воздушного мониторинга, которые широко применяются для оперативного изучения земной поверхности и прогнозирования возможного ЧС связанные с сезонными рисками. Применение беспилотных авиационных систем (БАС) уже становится обыденным. Целью применения БАС является зондирование земной поверхности, мониторинга пожароопасной и паводкоопасной обстановки, а также для координации и управления наземными силами и средствами МЧС России, задействованными в ликвидации возможных ЧС.

Основные задачи БАС:

- зондирование земной поверхности при возникновении ЧС, с целью координации и управления наземными силами и средствами задействованными в ликвидации ЧС;
- мониторинг лесопожарной обстановки с целью обнаружения ландшафтных пожаров;
- мониторинг паводковой и дорожной обстановки;
- обнаружение ледовых заторов и разлива рек, состояние плотин и гидротехнических сооружений;
- обеспечение поисково-спасательных работ;
- определение площади горения, скорости и направления распространения пожара [1].

Организация эксплуатации БАС в МЧС России осуществляется в строгом соответствии с действующим законодательством РФ и требованиями МЧС России (организовано страхование и регистрация БАС, взаимодействие с Росавиацией по вопросам использования воздушного пространства).

Запуск БАС производится только при наличии разрешения на использование воздушного пространства от регионального центра Единой системы организации воздушного движения [2].

Для мониторинга участков подверженных подтоплению производится аэрофотосъемка с дальнейшим построением цифровой модели местности (ортофотоплан с картой высот) и 3D модель местности.

АЭРОФОТОСЪЁМКА - это фотографирование местности с воздуха специальным аэрофотоаппаратом, установленным на самолёте, вертолёте, дирижабле или БАС. Плоскость аэрофотоаппарата может занимать заданное горизонтальное или наклонное положения. В отдельных случаях фотографирование производится на цилиндрическую поверхность или вращающимся объективом. Обычно выполняют однообъективным аэрофотоаппаратом, но иногда для увеличения площади, фотографируемой на одном снимке, -- многообъективным аэрофотоаппаратом, фотографирование производят одиночными аэроснимками, по определённому направлению или по площади.

ОРТОФОТОПЛАН – фотографический план местности на точной геодезической опоре, полученный путём аэрофотосъёмки. Состоит из группы фотоснимков, приведенных к одному масштабу (фотография высочайшего разрешения, склеенная из нескольких сотен аэрофотоснимков, сделанных на высотах от 300 до 1500 метров. Есть возможность наложения готового файла на подстилающий слой карты, подгруженной с популярных интернет-ресурсов Yandex, Google и т.п. для удобства ориентации по снимку при просмотре в мелком масштабе, с привязкой к мировой карте.

3D МОДЕЛЬ (фотограмметрия или фотомоделирование) – трехмерная цифровая поверхность (объект), восстановленная из серии фотографий с различными высотами и углами в 360-градусном охвате, полученных с помощью БАС.

3D МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ – трехмерная цифровая поверхность, восстановленная из серии фотографий с одной высоты, полученных с помощью БАС.

Получение фотоснимков для создания ортофотопланов и 3D модели объекта возможно с использованием БАС вертолетного и самолётного типов стоящих на вооружении МЧС России, к примеру: Phantom 4, Inspire 1, Supercam S250.

В период с 2022 – 2025 год беспилотной авиацией МЧС России всего было выполнено 70560 полетов [3].

2025 году выполнено 20968 полетов, из них на ЧС – 826 полетов с налетом 214 часов 28 минут, на пожары – 937 полетов с налетом 196 часов 10 минут, подтопление (затопление) – 268 полетов с налетом 42 часа 16 минут, на поисково-спасательные работы – 450 полетов с налетом 99 часов 33 минуты, иные работы связанные с оперативным реагированием – 172 полета с налетом 37 часов 44 минуты и на учебно-тренировочные полеты – 9063 полета с налетом 2206 часов 6 минут, КШУ, КШТ, ПТУ и т.д. – 1003 полета с налетом 264 часа 41 минут, мониторинг пожароопасной обстановки – 2307 полета с налетом 479 часа 1 минута, мониторинг паводкоопасной обстановки – 1019 полета с налетом 187 часов 33 минуты, аэрофотосъемка для ортофотопланов – 3068 полетов с налетов 831 час 12 минут, прочее (мониторинг ледовой об-

становки, мест массового выхода людей на лед, участие в рейдах и т.д.) – 1855 полетов с налетов 395 часов 19 минут.

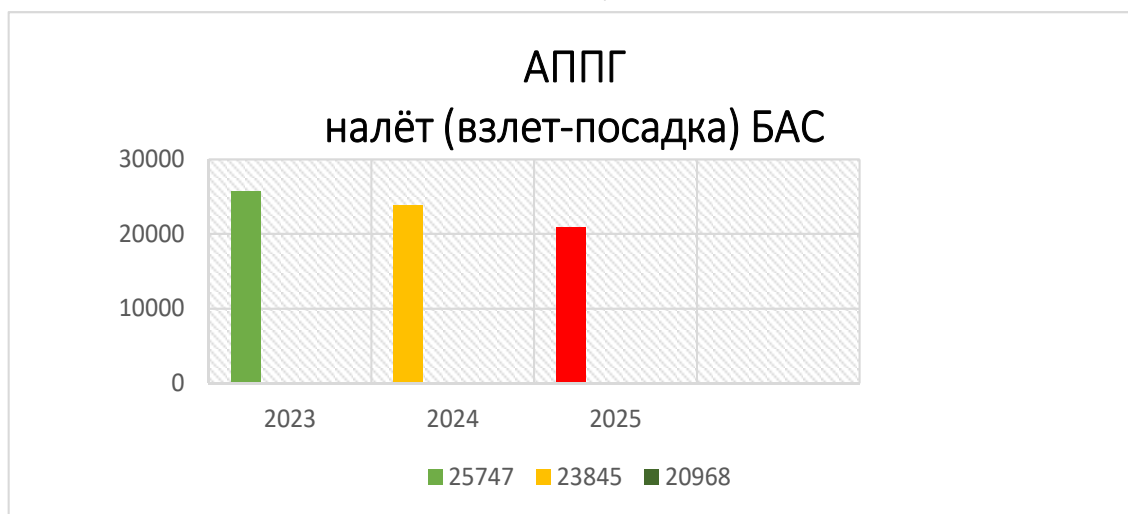


Рис. 1. АППГ налёт (взлет-посадка) БАС



Рис. 2. Количество полетов в 2025 году

Внедрение беспилотных авиационных систем значительно повышает эффективность работы МЧС России при реагировании на ЧС и возможные происшествия, а также дают возможность спрогнозировать чрезвычайные ситуации связанные с сезонными рисками. С момента создания беспилотной авиации МЧС России удалось существенно снизить риски возникновения ЧС и уменьшить время реагирования на происшествия и минимизировать риск для жизни и здоровья личного состава пожарной охраны, сократить время принятия управленческих решений и, как следствие, ускорить оказание помощи пострадавшим.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ МЧС РФ от № 710 от 28.11.2019 г. «Об утверждении Временной инструкции по организации применения авиации Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий Стихийных бедствий». // Гарант URL: <https://base.garant.ru/70118730/> (дата обращения: 18.01.2026).
2. Федеральный закон от 19.03.1997 № 60-ФЗ Воздушный кодекс Российской Федерации // Гарант URL: <https://base.garant.ru/10200300/> (дата обращения: 20.01.2026).
3. ГОСТ Р 56122-2014 Национальный стандарт Российской Федерации. Воздушный транспорт. Беспилотные авиационные системы. Общие требования. // Гарант URL: <https://base.garant.ru/410458094/> (дата обращения: 17.01.2026).

УДК 616.673-07

О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ГИПЕРЛОКАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ ПЫЛИ В АТМОСФЕРЕ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЮДЖЕТНЫМИ СЕНСОРНЫМИ ДАТЧИКАМИ

Аликов А.В.

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: В статье рассматриваются технологии гиперлокального мониторинга с применением бюджетных сенсорных датчиков мелкодисперсных частиц (PM 10, PM 2,5). Описаны технические возможности, принципы работы и примеры коммерческих устройств. Проведен сравнительный анализ преимуществ (мобильность, доступность) и недостатков (низкая селективность, влияние влажности, погрешность измерений) недорогих сенсоров по сравнению со стационарным оборудованием. Обоснована высокая общественная востребованность таких систем и определена необходимость повышения точности и надежности бюджетных датчиков для интеграции в общие системы экологического контроля.

Ключевые слова: загрязнение, атмосферный воздух, гиперлокальный мониторинг, мобильный датчик, концентрация пыли.

Загрязнение атмосферного воздуха урбанизированных территорий является одной из наиболее актуальных современных проблем практически для всех стран. По данным ВОЗ, от последствий загрязнения атмосферы каждый год умирает порядка девяти миллионов человек.

Традиционно качество воздушной среды урбанизированной территории оценивается на основании данных регулярного мониторинга с использованием наземных станций. Следует отметить, что нормативное число станций мониторинга в некоторых городах меньше требуемого фактически. Создание новых наземных стационарных станций мониторинга, приобретение достаточно дорогостоящего оборудования для станций, его установка и обслуживание, в том числе поверка контрольных приборов, требуют значительного объема финансирования. По данным статистики, примерно в 80% российских регионах нет территориальных систем наблюдения за качеством воздуха, а в 75% из них такие наблюдения проводят лишь периодически [1].

Достаточно распространен способ контроля качества атмосферы городских территорий с использованием космических спутников. Это позволяет также наблюдать за вертикальным распределением загрязняющих веществ в атмосфере. В настоящее время работают такие спутники, как Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES) (геостационарный эксплуатационный спутник наблюдения за окружающей средой), Earth Observation System – Aura (система наблюдения за Землей — «Аура»), The Greenhouse Gases Observing Satellite (GOSAT), Odin, Orbiting Carbon Observatory (OCO) (орбитальная обсерватория для наблюдений за углеродом), Scientific Satellite (спутник для научных целей), программа спутников Sentinel (Sentinel 1, 2, 3, 4, 5P, 5, 6) [1,5].

Мониторинг осуществляется по основным загрязняющим веществам, в том числе мелкодисперсными взвешенными частицами: РМ 10 и РМ 2,5.

Получение достоверной информации о загрязнении воздуха, в том числе мелкодисперсными частицами, крайне актуально, но не всегда доступно для жителей российских городов. Получить же оперативную информацию о загрязнении воздуха в конкретном месте населенного пункта (особенно в условиях нестандартных ситуаций) практически невозможно, поэтому все чаще возникает необходимость в гиперлокальном мониторинге.

При гиперлокальном мониторинге загрязнения воздуха мелкодисперсными частицами используются недорогие сенсорные технологии. Имеется целый ряд достаточно доступных по стоимости коммерческих предложений бюджетных сенсорных датчиков концентрации мелкодисперсной пыли различных иностранных производителей: датчик концентрации пыли в воздухе, температуры и влажности «НТ-НЗ810», датчик концентрации пыли в воздухе НТИ-НЗ820, Портативный прибор для измерения массовой концентрации аэрозольных частиц Casella CEL-712-K1, Анализатор пыли Microdust Pro CEL-712, прибор Fluke 985, анализатор концентрации пыли TUFF Pro и ряд других [2-5].

Такие мобильные датчики со встроенными каналами передачи данных предназначены для автоматического измерения концентрации мелкодисперсной пыли, температуры атмосферного воздуха и давления, относительной влажности. Они способны к долговременному хранению измеренных данных во внутренней памяти, передаче их по каналу GPRS на сервере провайдера или облачный сервер, создание базы данных длительных измерений путем перемещения прибора пользователем (пешком, на велосипеде, на автомобиле и т.п.) по различным маршрутам движения, например, маршрут движения различных социальных групп, напряженный маршрут движения городского транспорта и т.д., для последующего построения пространственно-временного распределения измеренных данных в различных формах за разные периоды времени. Несколько датчиков (до 20 шт), работающих одновременно, способны создать сеть мобильных и стационарных бюджетных датчиков как дополнение к сети мониторинга стационарных наземных станций.

Наряду с явными достоинствами (цена, размер, вес, мобильность и количество потребляемой электроэнергии) бюджетные датчики имеют ряд недостатков: достаточно короткий срок службы, существенное влияние на показания влажности воздуха, невысокую селективность, перекрестную чувствительность, вероятность «отравления», ежедневный дрейф нулевой отметки. Точность замеров ими ниже, чем у приборов, использующих традиционные методы измерения. Кроме того, нет единой оценки точности таких замеров. Эти недостатки ограничивают использование датчиков в системе мониторинга. Некоторые малогабаритные датчики в соответствии с Директивой 2008/50/ЕС [6] уже признаны индикаторами в европейских странах.

Но бюджетные датчики вызвали большой общественный интерес, так как практически любой человек может контролировать воздух в требуемой точке

и делать заключение о фактическом состоянии атмосферы. Поэтому актуальность проблемы повышения качества бюджетных датчиков все время возрастает.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оценка точности мобильных пылемеров при измерении концентрации мелкодисперсной пыли / В. Н. Азаров, В. В. Шевченко, А. В. Аликов [и др.] // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2024. – № 4(97). – С. 272-283.
2. Kumar P., Morawska L., Martani C., Biskos G., Neophytou M.K.-A., Di Sabatino S., Bell M., Norford L., Britter R. The rise of low-cost sensing for managing air pollution in cities. *Environ. Int.* 2015;75: 199–205. doi: 10.1016/j.
3. Piedrahita R., Xiang Y., Masson N., Ortega J., Collier A., Jiang Y., Li K., Dick R.P., Lv Q., Hannigan M., et al. The next generation of low-cost personal air quality sensors for quantitative exposure monitoring. *Atmos. Measurement Tech.* 2014;7:3325. doi: 10.5194/amt-7-3325-2014.
4. Karagulian F., Barbieri M., Kotsev A., Spinelle L., Gerboles M., Lagler F., Redon N., Crunaire S., Borowiak A. Review of the Performance of Low-Cost Sensors for Air Quality Monitoring. *Atmosphere*. 2019;10:506. doi: 10.3390/atmos10090506.
5. Lezina E., Misyurev M. Ambient air quality measurements in a large city: existing solutions, new opportunities and challenges *Journal of Physics: Conference Series* 2192 (2022) 012031 doi:10.1088/1742-6596/2192/1/012031
6. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe OJ L 152, 11.6.2008, p. 1–44 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A32008L0050>

АВТОМАТИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

Галанов В.В. (СМ-7-23), Жупанова А.И. (ТиТ-1-23)

Ковылин А.В., к.т.н., доцент кафедры ЭТиТГСВ

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: статья посвящена автоматике безопасности применяемой в сфере теплоэнергетики. Были рассмотрены применяемые меры безопасности на предприятиях, приведены элементы системы автоматики безопасности теплоэнергетики и типовые сценарии срабатывания. Так же приведено значение влияния автоматики безопасности на экологические риски.

Ключевые слова: автоматика безопасности, теплоэнергетика, экология.

Теплоэнергетика занимает третье место среди отраслей промышленности по объёму выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников. Решение экологических проблем в этой сфере напрямую связано с реализацией экологической политики энергетических компаний на региональном уровне. Поэтому обеспечение и постоянное совершенствование экологической безопасности на объектах теплоэнергетики является приоритетной задачей. Однако не менее важным аспектом функционирования таких объектов выступает их надёжная и стабильная работа, что невозможно без грамотного и своевременного технического обслуживания систем автоматики безопасности и регулирования [1-3].

Автоматика безопасности — это комплекс технических средств и алгоритмов, предназначенных для предотвращения аварий, защиты оборудования и персонала, а также минимизации экологического ущерба на объектах теплоэнергетики, например ТЭЦ, котельных, тепловых пунктах.

Обслуживание систем автоматики безопасности и регулирования является одной из ключевых составляющих эксплуатации теплоэнергетических объектов, особенно котельных.

Основные меры обеспечения безопасности включают:

1. Регулярное обучение и аттестацию персонала по промышленной безопасности.
2. Обучение безопасным методам работы на конкретном оборудовании.
3. Разработку и периодический пересмотр производственных инструкций.
4. Составление и соблюдение графика проверок котельной.
5. Проведение планового и капитального ремонта, а также регулярного технического обслуживания оборудования.
6. Организацию противопожарных инструктажей и тренировок.
7. Разработку плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций.

К основным элементам системы автоматика безопасности в теплоэнергетике относятся:

Датчики и чувствительные элементы:

- ионизационные датчики (контроль пламени);
- датчики давления газа и воздуха;

- датчики уровня воды;
- датчики тяги (разрежения);
- газоанализаторы (СО, СН₄ и др.).

Исполнительные устройства:

- быстродействующие запорные клапаны (перекрытие топлива);
- электромагнитные клапаны;
- взрывные клапаны (защита от разрушения при взрыве);
- приводы регулирующих органов.

Блоки управления и логики:

- релейно-контактные схемы (устаревшие системы);
- микропроцессорные контроллеры (современные решения);
- панели сигнализации и индикации.

Системы связи и диспетчеризации:

- локальные щиты управления;
- удалённый мониторинг (GSM/4G, Ethernet);
- интеграция с АСУ ТП.

В таблице 1 приведены типовые сценарии срабатывания автомата безопасности на объектах теплоэнергетики.

Таблица 1

Типовые сценарии срабатывания автомата безопасности

Вид неисправности	Способ исправления
Падение давления газа	отключение подачи топлива
Угасание факела	аварийное отключение горелки
Повышение давления в котле	сброс пара/воды, остановка процесса
Снижение уровня воды	отключение нагрева
Рост концентрации СО	сигнализация, вентиляция, остановка оборудования
Потеря тяги в топке	блокировка подачи топлива

Ремонт и обслуживание контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации (КИПиА) на опасных производственных объектах осуществляются специализированными организациями, имеющими соответствующие лицензии и полномочия. К выполнению таких работ допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, обучение по специальной программе и получившие удостоверение.

Планово-предупредительный ремонт КИПиА проводится в соответствии с техническими инструкциями по эксплуатации, но не реже одного раза в год. Кроме того, рекомендуется ежемесячно проверять цепи защит, блокировок и сигнализации, а также оценивать техническое состояние газоиспользующего и вспомогательного оборудования. Ежегодно необходимо проводить поверку сигнализаторов загазованности и других приборов КИПиА, подлежащих метрологическому контролю.

Современные тенденции в области автоматики безопасности в теплоэнергетике направлены на цифровизацию, внедрение интеллектуальных систем управления, повышение энергоэффективности и усиление кибербезопасности. Эти меры способствуют повышению надёжности оборудования, сниже-

нию вероятности аварий и уменьшению негативного воздействия на окружающую среду.

Таким образом, автоматика безопасности в теплоэнергетике играет многогранную роль: она защищает персонал от отравлений, ожогов и взрывов, предотвращает повреждение оборудования вследствие перегрева, гидроударов или перегрузок, обеспечивает бесперебойное теплоснабжение за счёт раннего обнаружения и локализации неисправностей, а также снижает экологические риски путём предотвращения выбросов и утечек вредных веществ.

Вывод. Автоматика безопасности является неотъемлемой частью современной теплоэнергетики. Её корректное функционирование обеспечивает соответствие нормативным требованиям, способствует экономии ресурсов, минимизирует аварийные ситуации и подтверждает экологическую ответственность предприятия [4, 5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. №7-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501152> (дата обращения: 16.01.2026 г.)
2. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 г. № 96-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971/ (дата обращения: 16.01.2026 г.)
3. О предельно допустимых выбросах, временно разрешенных выбросах, предельно допустимых нормативах вредных физических воздействий на атмосферный воздух и разрешениях на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух [Электронный ресурс] : постановление Прав-ва РФ от 09.12.2020 г. №2055. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
4. Маслов А.Д. Исследование эффективности работы котла-утилизатора / А. Д. Маслов, А. А. Коноваленко, А. И. Жупанова, А. В. Ковылин // Components of Scientific and Technological Progress. – 2025. – № 1(103). – С. 8-13.
5. Ковылин, А. В. Методы диагностики свойств экологически безопасных ограждений зданий / А. В. Ковылин // Современные вопросы безопасности : сборник трудов III Вузовской научно-технической конференции молодых исследователей, Волгоград, 18–19 февраля 2025 года. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2025. – С. 103-104.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

Галанов В.В. (СМ-7-23), Жупанова А.И. (ТиТ-1-23)

Ковылин А.В. (к.т.н., доцент кафедры ЭТиТГСВ)

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: статья посвящена вопросам экологической безопасности в сфере теплоэнергетики, а именно рассмотрены правовые основы, концептуальные подходы, структурные элементы системы безопасности, методы её обеспечения и конкретные источники загрязнения.

Ключевые слова: экологическая безопасность, теплоэнергетика, правовые акты, ориентировочно-безопасные уровни воздействия, предельно допустимая концентрация.

Обеспечение экологической безопасности объектов теплоэнергетического комплекса представляет собой одну из наиболее актуальных задач современной промышленности. Это обусловлено необходимостью внедрения передовых технологий и интеграции природоохранных стратегий в процессы социально-экономического развития. Рост энергопотребления и расширение инфраструктуры генерирующих мощностей требуют поддержания устойчивого баланса между производственной деятельностью и сохранением природных экосистем.

Правовое регулирование в области экологической безопасности теплоэнергетических объектов осуществляется на основе комплексной системы законодательных и подзаконных актов. Фундаментальную роль играет Федеральный закон № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», который вводит классификацию хозяйствующих субъектов по степени негативного воздействия на экологию. В соответствии с данной классификацией, крупные котельные установки мощностью свыше 2 ГКал/ч, как правило, относятся к I или II категории, что предъявляет к ним наиболее строгие экологические требования. Контроль за выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух регламентируется Федеральным законом № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха». Порядок разработки и утверждения нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) для стационарных источников установлен Постановлением Правительства РФ № 2059 от 09.12.2020. Дополнительные технологические и экологические требования к эксплуатации тепловых энергоустановок содержатся в «Правилах технической эксплуатации тепловых энергоустановок», утвержденных Приказом Минэнерго России № 115 от 24.03.2003. [1–3].

В научной и практической деятельности можно выделить два основных концептуальных подхода:

1. Технократический (технологический) подход. Сфокусирован на внедрении локальных и концессионных систем очистки, использовании наилучших доступных технологий (НДТ) и достижении установленных законодательством нормативных показателей. Основная цель — минимизация непосредственного воздействия на окружающую среду.

2. Биосферно-ориентированный подход. Базируется на фундаментальных законах экологии и биологии. Данная концепция делает акцент на необходимости сохранения биотической регуляции и устойчивости экосистем, рассматривая их как основу для долгосрочной экологической безопасности, выходящей за рамки выполнения текущих нормативов.

Эффективная система экологической безопасности на любом уровне (предприятие, регион, государство) представляет собой целостный механизм, включающий три взаимосвязанных функциональных блока:

комплексную эколого-экономическую оценку территории и производственного потенциала;

систему постоянного экологического мониторинга состояния всех компонентов окружающей среды;

блок управленческих решений и экологической политики, направленных на корректировку деятельности на основе данных оценки и мониторинга.

Для реализации этой системы применяется широкий спектр методов:

- методы контроля и анализа качества окружающей среды (инструментальные замеры, лабораторные исследования);

методы моделирования и прогнозирования (системный анализ, методы системной динамики, применение геоинформационных систем);

комбинированные эколого-токсикологические методы, объединяющие физико-химический анализ, биотестирование и оценку токсикологических рисков;

методы экологического менеджмента и аудита, направленные на управление качеством окружающей среды в рамках предприятия.

Теплоэнергетический сектор традиционно входит в тройку отраслей промышленности России, лидирующих по объему выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников. В связи с этим экологизация данной отрасли требует последовательной реализации как государственной, так и корпоративной экологической политики. Российское законодательство устанавливает жесткие нормативы выбросов для вновь вводимого оборудования. Например, для новых энергетических котлов тепловых электростанций (ТЭЦ) мощностью от 50 МВт действуют строгие лимиты по эмиссии оксидов азота (NO_x), диоксида серы (SO₂) и твердых взвешенных частиц (TSP). Для действующих установок законодательно предусмотрено поэтапное ужесточение нормативов.

К основным производственным объектам — источникам загрязнения атмосферного воздуха на предприятиях теплоэнергетики — относятся:

- основное технологическое оборудование для подготовки и сжигания топлива;

- резервуарные парки для хранения жидкого топлива (мазута, нефти);

- системы подземного дренажа и аварийные ёмкости;

- технологические печи и сушильные установки;

- насосные и компрессорные станции;

- вспомогательный автотранспорт и спецтехника;

- котельные агрегаты различной мощности.

Ключевыми загрязняющими веществами являются летучие компоненты нефтепродуктов, а также продукты горения органического топлива: оксиды азота (NO, NO₂), оксид углерода (CO), диоксид серы (SO₂), бенз(а)пирен и другие полициклические ароматические углеводороды. Для каждого из этих веществ санитарно-гигиеническими нормативами установлены либо предельно допустимые концентрации (ПДК) в атмосферном воздухе, либо ориентировочно-безопасные уровни воздействия (ОБУВ). Все выбросы технологического оборудования нормируются на основе ПДК или ОБУВ. Предельно допустимая концентрация служит критерием санитарной оценки среды и регламентируется Федеральным законом «Об охране окружающей среды».

Нормирование выбросов для всех видов технологического оборудования осуществляется на основе санитарно-гигиенических критериев — ПДК и ОБУВ. Предельно допустимая концентрация является основным критерием для санитарной оценки состояния окружающей среды, что закреплено в Федеральном законе «Об охране окружающей среды».

Для минимизации негативного антропогенного воздействия предприятия теплоэнергетики обязаны разрабатывать и внедрять комплексные природоохранные программы. Стратегическими целями таких программ являются: проведение оценки воздействия образующихся отходов и выбросов на окружающую среду; разработка и финансирование мероприятий по снижению данного воздействия; неукоснительное соблюдение требований природоохранного и санитарного законодательства в части обращения с отходами производства. Достижение высокого уровня экологической безопасности в теплоэнергетике возможно только через синергию строгого правового регулирования, внедрения современных технологий и ответственной корпоративной политики.

Вывод. Эффективное обеспечение экологической безопасности в теплоэнергетике достигается только при синергии трёх ключевых элементов:

- неукоснительного соблюдения экологических нормативов;
- внедрения наилучших доступных технологий (НДТ);
- постоянного мониторинга и адаптации экологической политики.

Достижение высокого уровня экологической безопасности в теплоэнергетике возможно только через синергию строгого правового регулирования, внедрения современных технологий и ответственной корпоративной политики. Подобный комплексный подход не просто ослабляет давление на экосистемы, но и закладывает основу для сбалансированного и долгосрочного развития общества и экономики. [4, 5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. №7-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501152> (дата обращения: 16.01.2026 г.)
2. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 г. № 96-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971/ (дата обращения: 16.01.2026 г.)
3. О предельно допустимых выбросах, временно разрешенных выбросах, предельно

допустимых нормативах вредных физических воздействий на атмосферный воздух и разрешениях на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух [Электронный ресурс] : постановление Прав-ва РФ от 09.12.2020 г. №2055. – Доступ из справ.правовой системы «КонсультантПлюс»

4. Ковылин, А. В. Методы диагностики свойств экологически безопасных ограждений зданий / А. В. Ковылин // Современные вопросы безопасности : сборник трудов III Вузовской научно-технической конференции молодых исследователей, Волгоград, 18–19 февраля 2025 года. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2025. – С. 103-104.

5. Маслов А.Д. Исследование эффективности работы котла-утилизатора / А. Д. Маслов, А. А. Коноваленко, А. И. Жупанова, А. В. Ковылин // Components of Scientific and Technological Progress. – 2025. – № 1(103). – С. 8-13.

СНИЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Гнездилов П.С. (СМ-7-25)

Научный руководитель – доц. кафедры ЭТиТГСВ Кондауров П.П.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье рассматривается изменение количества выбросов парниковых газов при переходе с качественного на количественное регулирование в промежутке от начала отопительного периода до точки излома температурного графика.

Ключевые слова: качественное регулирование, количественное регулирование, снижение выбросов.

В современном мире общество всё активнее идет к рациональному использованию ресурсов, поскольку их запасы стремительно сокращаются. Особую актуальность приобретает задача сокращения потребления природных ресурсов. При этом сохраняется масштабная проблема выбросов в атмосферу продуктов сгорания топлива, что усугубляет экологическую ситуацию.

Применение качественного регулирования в период положительных температур приводит к перетокам и повышенному расходу сжигаемого топлива. Это происходит из-за гигиенических требований к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения, что нормирует минимальную температуру воды в системах теплоснабжения 60 °С [1].

Использование количественного регулирования в этот период приведет к снижению потребляемого котельной топлива и уменьшению выбросов в атмосферу продуктов сгорания.

Таблица 1

Расчет режима работы типовой котельной и количественных показателей выбросов вредных веществ при использовании разных типов регулирования теплоносителя

Температура наружного воздуха, °С	Относительная тепловая нагрузка	Расход теплоносителя котельной при количественном регулировании, т/ч	Продолжительность стояния нагрузки, суток	Объем газа потребляемый котельной при количественном регулировании, м ³	Объем газа потребляемый котельной при качественном регулировании, м ³	Объем выбросов CO ₂ котельной при количественном регулировании, т	Объем выбросов CO ₂ котельной при качественном регулировании, т	Снижение экологической нагрузки на окружающую среду, т/год
8	0,293	11,752	17	12732,50	20684,88	23,362	37,954	14,592
7	0,317	12,715	19	15396,07	23118,39	28,250	42,419	14,169
6	0,341	13,678	8	6973,35	9734,06	12,759	17,861	5,102
5	0,366	14,680	8	7484,59	9734,06	13,733	17,861	4,128
4	0,39	15,643	9	8972,31	10950,82	16,463	20,093	3,63
3	0,415	16,646	9	9547,46	10950,82	17,518	20,093	2,575
2	0,439	17,608	13	14588,31	15817,85	26,767	29,024	2,257

1	0,463	18,571	14	16569,37	17034,60	30,402	31,256	0,854
Всего			97	92263,95	118025,47	169,254	216,561	47,307

Основным загрязнителем окружающей среды в выбросах источников тепла является углекислый газ. Для оценки количественных значений вредных компонентов, поступающих в окружающую среду, выполнен расчет годового потребления газа типовой котельной мощностью 1 МВт эксплуатируемой в климатических условиях Волгоградской области.

Проанализировав архив погоды города Волгограда за 2025 год и рассчитав среднесуточные температуры, можно установить, что большую часть отопительного периода она была выше нуля [2]. Это приводило к повышенному расходу сжигаемого топлива и ухудшению микроклимата отапливаемых помещений

Расчет выбросов углекислого газа ведется по методике количественного определения объема выбросов парниковых газов [3].

На основе полученных данным можно сделать вывод, что использование количественного метода регулирования теплоносителя в промежутке от начала отопительного периода до точки излома температурного графика позволяет снизить поступление CO₂ на 47 т/год от котельной мощностью 1 МВт, снижение в процентном соотношении составляет 22 %. Это позволяет не только существенно уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду, но и улучшить микроклимат зданий и сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СанПиН 2.1.4.2496-09 «Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» // Гарант URL: <https://base.garant.ru/12167072/> (дата обращения: 11.01.2026).
2. Официальный сайт «Meteo9» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://meteo9.ru/> – Дата доступа: 25.01.2026.
3. Приказ Минприроды России от 27.05.2022 N 371 "Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов" // Гарант URL: <https://base.garant.ru/405077467/> (дата обращения: 22.01.2026).

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Гурьев О.А. (СМ-7-25), Жупанова А.И. (ТиТ-1-23), Ковылин А.В. (к.т.н., доцент кафедры ЭТиТГСВ)

Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье рассматриваются экологические преимущества и практическая целесообразность комплексной модернизации систем теплоснабжения жилых и общественных зданий через внедрение энергоэффективных технологий и возобновляемых источников энергии. Проводится анализ типичных схем — централизованных, децентрализованных и комбинированных — с акцентом на их экологические недостатки. Детально разбираются принципы работы и преимущества ключевых «зелёных» технологий: солнечных коллекторов для ГВС, тепловых насосов, использующих тепло окружающей среды, и систем утилизации низкопотенциального тепла (рекуперации). Основной фокус сделан на количественную оценку снижения выбросов: демонстрируется, как модернизация может сократить выбросы CO_2 на 50–90% и практически полностью устранить локальные выбросы оксидов азота и серы, твёрдых частиц, что ведёт к значительному улучшению качества воздуха и достижению климатических целей.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии (ВИЭ), солнечные коллекторы, тепловые насосы, рекуперация тепла, низкопотенциальное тепло, снижение выбросов CO_2 , декарбонизация, экология, системы теплоснабжения, централизованное теплоснабжение, индивидуальное отопление, загрязняющие вещества, энергосбережение.

Обеспечение теплом жилых, образовательных, медицинских и административных объектов составляет одну из основных причин загрязнения атмосферы в урбанизированной среде. Морально устаревшее котельное оборудование и физически изношенные тепловые магистрали вызывают не только значительные потери тепловой энергии, но и интенсивную эмиссию в атмосферный воздух диоксида углерода и других вредных соединений. Техническое переоснащение этой отрасли является важнейшим условием для оздоровления экологической обстановки и состояния населения.

Наиболее часто применяемой схемой по-прежнему остается централизованное теплоснабжение от крупной теплостанции. Ее основной минус состоит в колоссальных потерях тепла на протяженных трассах теплопроводов, которые в отдельных случаях доходят до 30%. Это ведет к необходимости сжигать большее количество топлива для достижения комфортной температуры в зданиях, что увеличивает объем выбросов. Экологический вред при этом локализуется в районе размещения самой станции.

В качестве замены рассматриваются локальные котельные, обслуживающие отдельные здания. Потери в распределительных сетях здесь сокращаются, однако возникает иная трудность. Формируется множество рассредоточенных по городской территории, часто неоптимальных по эффективности, источников эмиссии. Обеспечить контроль за их эксплуатацией и качеством очистки отходящих газов затруднительно, что отрицательно сказывается на экологии прилегающих территорий [1-3].

Перспективным способом модернизации считается монтаж на кровлях гелиоколлекторов. Эти устройства трансформируют солнечную радиацию в тепловую энергию для подготовки горячей воды. В летний и переходный сезоны это дает возможность полностью обеспечивать потребность в ГВС без процесса горения топлива и образования сопутствующих выбросов, одновременно экономя ресурсы [4].

Вторым, более производительным, вариантом являются тепловые насосы. Это установки, аккумулирующие рассеянное тепло из окружающего пространства, например, из грунта, атмосферного воздуха или водного объекта. Их принципиальное достоинство заключается в повышенном коэффициенте преобразования энергии. На один киловатт-час потребленной электрической мощности они генерируют от трех до пяти киловатт-часов тепла. Это существенно уменьшает совокупное энергопотребление и связанную с ним эмиссию.

Третьим направлением служит регенерация тепла, то есть улавливание тепловой энергии, которая ранее безвозвратно терялась. Специализированное оборудование позволяет отбирать тепло из удаляемого вентиляционного воздуха, нагретых сточных вод или от работающих агрегатов. Эта энергия используется вторично для целей отопления или приготовления горячей воды, повышая общую эффективность системы.

Комбинированное применение перечисленных технологий дает существенный экологический результат. Для отдельного многоквартирного жилого дома объем выбросов диоксида углерода — ключевого фактора глобального потепления — может быть снижен на 60–70%. В разрезе крупного городского образования это означает сокращение на сотни тысяч тонн CO_2 ежегодно.

Кроме диоксида углерода, почти полностью нейтрализуются локальные выбросы, наиболее опасные для человека. К таковым относятся оксиды азота и серы, а также продукты неполного сгорания в виде сажи и мелкодисперсной пыли. Это непосредственно ведет к уменьшению количества заболеваний органов дыхания и улучшению состояния атмосферного воздуха в городской застройке [5].

Таким образом, повышение энергоэффективности систем теплоснабжения представляет собой не просто техническое усовершенствование. Это комплексный подход, который одновременно способствует противодействию изменению климата, улучшает качество городского воздуха, уменьшает зависимость от органического топлива и в долгосрочном периоде снижает финансовые расходы потребителей. Это вклад в устойчивое и экологичное развитие городских территорий.

Следует подчеркнуть, что экологические преимущества напрямую коррелируют с экономическими. Сокращение расходов топлива ведет к заметному уменьшению платежей за отопление. Средний период возврата инвестиций в подобные проекты занимает 5–8 лет, после чего здание начинает получать тепловую энергию преимущественно от природных источников с минимальными эксплуатационными затратами.

Внедрение современных систем теплоснабжения повышает степень энергетической самодостаточности, как отдельных строений, так и целых кварталов. Это снижает риски, связанные с тем, что обычное топливо могут перестать поставлять, трубы могут порваться, а цены на него — неожиданно взлететь.

Когда начинается большая программа по обновлению систем отопления, появляется много работы для проектировщиков, монтажников и техников, которые умеют работать с современным оборудованием. Это помогает развивать новые профессии и открывать новые рабочие места.

Современные системы отопления лучше и надежнее старых. В доме всегда держится ровная и комфортная температура, потому что всё работает автоматически. Это полезно для здоровья и самочувствия всех, кто в этих домах живёт и работает.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Муканова, О. Р. Анализ использования альтернативных источников энергии для систем теплоснабжения / О. Р. Муканова, Р. В. Муканов, Е. М. Дербасова // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи - развитию науки и образования : Материалы VI Международного научного форума молодых ученых, студентов и школьников, Астрахань, 25–28 апреля 2017 года / Под общей редакцией Д. П. Ануфриева. – Астрахань: Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2017. – С. 23-29.

2. Бакрунов, Ю. О. Реализация государственной политики в вопросах инновационного развития сферы теплоснабжения / Ю. О. Бакрунов, В. В. Глазкова // Вестник МГСУ. – 2024. – Т. 19, № 1. – С. 138-147.

3. Скоробагатова, А. В. Исследование эффективности и надёжности обслуживания тепловых сетей / А. В. Скоробагатова // Вопросы фундаментальных и прикладных научных исследований: сборник статей XI международной научной конференции, Великий Новгород, 05 февраля 2025 года. – Санкт-Петербург: Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2025. – С. 6-11.

4. Кувшинов, В. В. Термофотоэлектрическая установка прямого преобразования потока солнечной радиации / В. В. Кувшинов, В. В. Шаповаленко, В. П. Коломийченко // Энергетические установки и технологии. – 2025. – Т. 11, № 2. – С. 39-46.

5. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 г. № 96-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971/ (дата обращения: 29.01.2026 г.)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗОЛОУЛАВЛИВАНИЯ В АППАРАТАХ ГАЗООЧИСТКИ ТЭС

Гусев А.Р. (МТЭ-24)

Научный руководитель – доцент кафедры Энергетики Афонин А.В.
Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский университет» МЭИ»
в г. Волжском

Аннотация: современное природоохранное законодательство регламентирует жесткие требования к объектам технологического нормирования выбросов вредных загрязняющих веществ, образующихся в результате сгорания топлива на предприятиях теплоэнергетики. Для обеспечения установленных технологических показателей выбросов регламентируется применение высокоэффективных газоочистных установок. Практический опыт эксплуатации электрофильтров показывает, что свойства и геометрия частиц золы твердого топлива влияют на эффективность работы аппаратов газоочистки и требуют совершенствования подходов к расчетной оценке величины проскока твердых частиц. Полученные результаты могут быть использованы теплоснабжающими предприятиями для разработки программы повышения экологической эффективности.

Ключевые слова: экологическая безопасность, технологическое нормирование, маркерные вещества, системы газоочистки, электрофильтр, зола твердого топлива.

В соответствии с новым законодательством в области охраны окружающей среды объекты систем теплоснабжения разделены на IV категории по степени негативного воздействия на атмосферный воздух. В этой связи для топливосжигающих установок установлены маркерные вещества, содержание которых в дымовых газах нормировано. Маркерными (загрязняющими) веществами для котельных установок, сжигающих мазут и уголь различных марок, являются оксиды азота (NO_2), диоксид серы (SO_2), монооксид углерода (CO) и зола твердого топлива (мазутная зола), а при горении природного газа нормируются выбросы NO_2 и CO . Вместе с тем в рамках нового природоохранного законодательства введено государственное регулирование поступления вредных (загрязняющих) выбросов, основанное на принципах технологического нормирования. В этой связи в зависимости от типа котельной установки, ее тепловой мощности, сроков ввода в эксплуатацию, виды сжигаемого топлива установлены технологические показатели выбросов вредных маркерных веществ. Для снижения негативного воздействия объектов теплоснабжения на окружающую среду разработаны информационно-технические справочники (ИТС), которые объединили положительный опыт эксплуатации топливосжигающих установок и систем газоочистки в части использования наилучших доступных технологий (НДТ) [1, 2]. В качестве наилучших доступных технологий для теплоснабжающих объектов рассмотрены скрубберы Вентури, электрофильтры, рукавные фильтры, комбинированные фильтры (двухступенчатые), которые характеризуются высокими показателями эффективности улавливания частиц золы твердого топлива. С учетом массы выбросов, образующихся при сжигании топлива, значительное внимание привлекает зола твердого топлива в продуктах сгорания угля. Удаление из дымовых

газов золы твердого топлива эффективно проводится в электрофильтрах, степень золоулавливания в которых находится в зависимости от условий в диапазоне 97-98%, а при использовании керамических электродов может достигать 99,9-99,99% [2]. В таблице 1 представлены обобщенные данные для расчетной оценки эффективности золоулавливания в аппаратах газоочистки в зависимости от параметра формы частицы.

Таблица 1

Параметр формы частиц	
Геометрическая форма частицы	Параметр формы
Округленная с неровной поверхностью	0,77
Продолговатая	0,58
Пластинчатая	0,43
Цилиндрическая:	
при отношении $h/d=5$	0,69
при отношении $h/d=0,05$	0,32
Правильный куб	0,806
Шаровая	1

Важно заметить, что эффективность процесса задержки золы твердого топлива в электрофильтрационной установке зависит от конструктивных (количества полей, конструкции электрода, диаметра коронирующего электрода), технологических (напряжения на коронирующем электроде, электрофизических характеристик поля, плотности тока) и эксплуатационных (расход газов, концентрации золы на входе в установку, размер фракции, влажность, диэлектрическая проницаемость золы) параметров [1].

В этой связи в работе рассмотрено влияние диэлектрической проницаемости ϵ и параметров формы частиц золы твердого топлива на эффективность ее улавливания в электрофильтре. Результаты определения эффективности работы электрофильтра в зависимости от состава золы твердого топлива, который в значительной мере влияет на электрофизические свойства золы, представлены на рисунке 1.

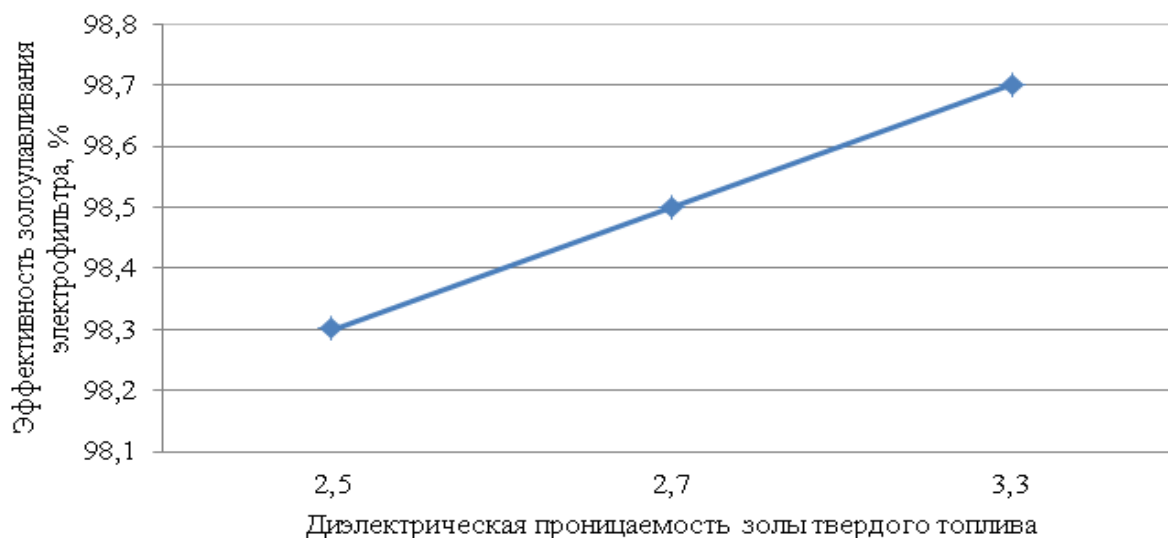


Рис. 1. Эффективность улавливания золы в электрофильтре в зависимости от ее диэлектрической проницаемости

Анализ результатов расчета показывает, что электрофизические свойства золы твердого топлива оказывают влияние на степень задержки твердых частиц в электрофилтре. Оценки показывают, что при $\epsilon = 2,5$ для рассмотренного фракционного состава степень золоулавливания равна $\eta = 98,3 \%$, а в условиях, когда $\epsilon = 3,3$, эффективность задержки частиц характеризуется значениями на уровне 98,7%.

Полученные результаты исследования могут быть использованы энергетическими и теплоснабжающими предприятиями для разработки программы повышения экологической эффективности и подготовки экологической отчетности. Кроме того, результаты рекомендованы для применения энергетическими предприятиями для повышения эффективности работы газоочистного оборудования топливосжигающих установок на основе совершенствования методических расчетов оценки степени задержки твердых частиц различной геометрической формы в электрофилтрах и других аппаратах газоочистки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Росляков П. В. Методы защиты окружающей среды : Учебник для вузов / П. В. Росляков. М. : Издательский дом МЭИ, 2007. 336 с. : ил.
2. Федеральный закон РФ от 26.07.2019 № 195-ФЗ «О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_329955/ (дата обращения 12.12.2025).

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ: ОПЫТ «KAZ MINERALS AKTOGAY»

Долгополов Д.А. (группа БЖД24 (вв)- 22)

Научный руководитель- к.б.н., профессор кафедры Инженерия и промышленные технологии Комардина Л.С.,

ТОО «Инновационный Евразийский университет»

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы экологической безопасности на горно-обогатительном предприятии на примере ТОО «KAZ Minerals Aktogay» (Казахстан). Учены основные направления воздействия на окружающую среду, включая атмосферный воздух, водные и земельные ресурсы, а также меры по снижению их негативного влияния. Особое внимание уделено вопросам рационального природопользования, обеспечения устойчивого развития предприятия и внедрению передовых технологий для минимизации антропогенного воздействия.

Ключевые слова: экологическая безопасность, горно-обогатительный комбинат, окружающая среда, природоохранные мероприятия, устойчивое развитие.

Экологическая безопасность является важным элементом устойчивого и непрерывного развития промышленности. В условиях интенсивного освоения полезных ископаемых в выявленных недрах Аягузского района Абайской области Республики Казахстан, возрастает нагрузка на окружающую среду, что, в свою очередь, требует разработки и внедрения эффективных природоохранных мероприятий. Особенно актуальной данная проблема является для горнодобывающих предприятий, деятельность которых сопровождается значительным техногенным воздействием.

ТОО «KAZ Minerals Aktogay» относится к числу крупнейших горно-обогатительных предприятий Республики Казахстан и играет важную роль в развитии горнодобывающей отрасли. В связи с масштабами производства особое значение приобретает обеспечение экологической безопасности и снижение негативного воздействия на окружающую среду и близлежащие поселения.

Общая характеристика предприятия. Актогайский горно-обогатительный комбинат специализируется на добыче и переработке медных руд. В состав предприятия входят карьер, обогатительная фабрика, хвостохранилище и объекты инфраструктуры. Производственный процесс включает добычу руды, ее дробление, измельчение и флотационное обогащение с получением медного концентрата.

Масштабность производства обуславливает значительное потребление природных ресурсов и образование отходов, что требует постоянного контроля за состоянием окружающей среды. Дополнительную нагрузку на окружающую среду оказывают вахтовые городки, которые обеспечивают необходимые условия быта для пребывающих сотрудников, работающих вахтовым методом.

Воздействие на окружающую среду. Основное воздействие на атмосферный воздух связано с работой карьерной техники, дробильных установок и автотранспорта. В атмосферу поступают пылевые частицы, оксиды азота и

продукты сгорания топлива. Для снижения загрязнения используются системы пылеподавления и орошения дорог. Компания активно работает над сокращением выбросов SO₂, в том числе, за счет утилизации попутного сернистого газа.

Воздействие на водные ресурсы обусловлено использованием воды в технологических процессах обогащения руды. На предприятии внедрена система оборотного водоснабжения, позволяющая снизить потребление воды и исключить сброс загрязненных стоков в природные водоемы.

Воздействие на земельные ресурсы проявляется в нарушении почвенного покрова, формировании отвалов и хвостохранилищ. Для снижения негативного эффекта проводится рекультивация земель и контроль устойчивости гидротехнических сооружений. Компанией разработаны и реализуются проекты по вовлечению отходов в хозяйственный оборот, например, для рекультивации нарушенных земель и в строительстве.

Экологическая безопасность на предприятии обеспечивается за счет внедрения системы экологического менеджмента, регулярного мониторинга состояния окружающей среды и соблюдения требований природоохранного законодательства, например, проведения производственного экологического контроля. Планово проводится контроль выбросов, сточных вод, состояния почв и обращения с отходами [2].

Особое внимание уделяется профилактике аварийных ситуаций, повышению экологической ответственности персонала, то есть формированию экологической культуры и внедрению ресурсосберегающих технологий.

Таким образом, деятельность ТОО «KAZ Minerals Aktogay» сопровождается комплексным воздействием на окружающую среду, однако применение современных технологий и систем экологического контроля позволяет существенно снизить уровень негативного влияния. Реализация природоохранных мероприятий обеспечивает экологическую безопасность предприятия и способствует устойчивому развитию региона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Материалы ТОО «KAZ Minerals Aktogay» по экологической политике. Под пристальным контролем // KAZ Minerals Aktogay URL: <https://kazminerals.info/ru/-/pod-pristaljhnihm-kontrolem> (дата обращения: 20.12.24).
2. Отчеты в области устойчивого развития компании ТОО «KAZ Minerals Aktogay»// KAZ Minerals Aktogay URL: https://ecokarta.kz/storage/action_plans/20190823.1147.pdf (дата обращения: 20.12.24).

ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Душкин В.Д. (ВиВ-1-23), Добринская А.А. (к.т.н., доцент)
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Аннотация: данная статья посвящена анализу современных инноваций в сфере экологической безопасности водоснабжения и водоотведения. Будут рассмотрены несколько передовых инженерных решений очистки воды и сточных вод, цифровые системы мониторинга качества водных ресурсов, а также энерго- и ресурсосберегающие решения, направленные на снижение антропогенной нагрузки на водные экосистемы.

Ключевые слова: очистка, сточные воды, биореактор, обработка, сатуратор, экология, экологическая безопасность, оптимизация, инновация.

Источники микропластика можно разделить на первичные и вторичные.

1. Первичные источники: это микропластик, который изначально производится в небольших размерах. К ним относятся: косметические средства, промышленные абразивы, пластиковые гранулы.

Сегодня для повышения эффективности биологической очистки сточных вод часто используют уже довольно известный метод мембранной фильтрации. Этот подход объединяет биотехнологические процессы очистки и технологию разделения на микрофильтрах.

Мембранные биореакторы (МБР) сконструированы так, чтобы максимально увеличить концентрацию аэробной биомассы, ограничиваясь лишь вязкостью активного ила и его окислительной способностью. В таких реакторах концентрация ила может достигать 9–16 граммов на литр [1].

Плюсы мембранных биореакторов: простота и компактные размеры конструкции, низкая себестоимость процесса, постоянное развитие технологии и оборудования. Минусы: требуется много оборудования, высокие эксплуатационные расходы, необходимость частого обновления, риск повреждения мембран и засорения их пор.

Эксперименты, проведенные на пилотном оборудовании, реализующем удаление биогенных веществ с мембранным разделением активного ила, показали следующие результаты. Мембранные технологии в биологической очистке позволяют сократить размеры оборудования на 20-25% и достичь качественных показателей очистки воды: по аммонийному азоту – до 0,1 мг/л; по фосфору (фосфатам) – до 0,1–0,2 мг/л; по взвешенным веществам — практически до 0 [1].

Традиционные методы очистки сточных вод с гравитационным разделением ила имеют недостатки, такие как нестабильность процессов нитрификации и дефосфатизации из-за неправильного возраста ила. Плавающая загрузка улучшает эти процессы, стабилизируя их и сокращая возраст ила.

В метантенках удаление азота и фосфора требует строгого контроля возвратных потоков, что часто не соблюдается. Для решения этой проблемы предлагается очистка возвратных потоков с помощью анаммокс-технологии, которая более энергетически эффективна и не требует добавления органиче-

ского субстрата. Однако анаммокс имеет ограничения, такие как длительный запуск и необходимость поддержания определенного возраста ила.

Альтернативный метод — аэробная биологическая обработка сброженного осадка, которая эффективно удаляет азот и фосфор, улучшает качество осадка и снижает затраты на его обработку. Это позволяет получить качественное удобрение без дополнительных обработок.

Биологические методы очистки воды могут существенно сократить размеры очистных сооружений, повысить их эффективность и снизить затраты на обработку, что удовлетворяет целям повышения экологической безопасности при обработке вод.

Исследователи из Пензенского государственного университета и Пензенского государственного университета архитектуры и строительства разработали новый вихревой сатуратор (Рис.1) для очистки сточных вод [2].

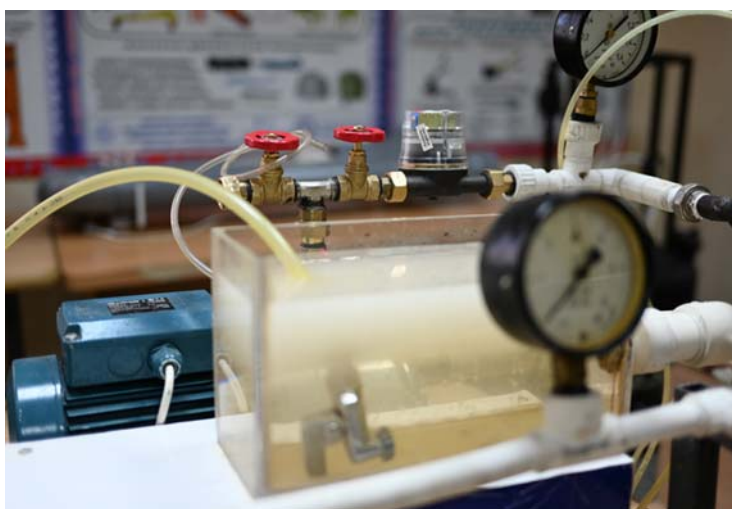


Рис. 1. Вихревой сатуратор

Новое устройство сочетает в себе преимущества двух способов флотационной очистки – вакуумной и напорной. Вихревой сатуратор использует закручивание потока жидкости в кольцевых и вакуумных вихревых камерах для формирования и дробления тонкодисперсных пузырьков газа. Именно эти пузырьки захватывают загрязнения и поднимают их на поверхность, обеспечивая высокую степень очистки воды [2].

Вихревой сатуратор прошел успешные испытания и может стать важным шагом в развитии водоочистных технологий, улучшая экологическую ситуацию и снижая вредное воздействие загрязняющих веществ [2].

Устройство требует давления всего 2–3 атмосферы, что снижает затраты на электроэнергию [2]. Инновация позволит предприятиям сократить расходы и улучшить качество обработки сточных вод, способствуя устойчивому развитию и экологической безопасности.

Говоря об инновациях нельзя обойти стороной такой мощный инструмент, как искусственный интеллект. Он уже нашел применение во множестве областей человеческой жизнедеятельности и вода не стала исключением.

Ученые Пермского политехнического университета создали интеллектуальную систему на базе нейросети, которая предсказывает поломки оборудования в системах водоснабжения и оповещает об этом [3].

Система анализирует данные о вибрациях насосов и других параметрах, чтобы спрогнозировать их изменения в будущем. Если показатели выходят за пределы нормы, система оповещает персонал. Такие системы можно интегрировать в IT-инфраструктуру водоканалов. Это повысит эффективность работы оборудования и снизит затраты на ремонт и восстановление после аварий [3].

Для этого используется метод предиктивной аналитики, который анализирует статистические данные и предсказывает, когда оборудование может выйти из строя. Это позволяет своевременно проводить техническое обслуживание и предотвращать аварии, что положительно скажется не только на экономической, но и на экологической составляющей процесса в том числе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перспективные методы биологической очистки сточных вод: проведённые результаты исследований [Электронный ресурс] // Vo-da.ru. – URL: <https://www.vo-da.ru/articles/metodyi-biotehnologii/rezultatyi-issledovaniy> (дата обращения: 23.12.25).

2. Простое решение сложной задачи: инновация в очистке сточных вод от ПГУ [Электронный ресурс] // Поиск : новости науки и техники. – Режим доступа: <https://poisknews.ru/ekologiya/prostoe-reshenie-slozhnoj-zadachi-innovacziya-v-ochistke-stochnyh-vod-ot-pgu/> (дата обращения: 23.12.2025).

3. Искусственный интеллект для оптимизации работы систем водоснабжения и канализации [Электронный ресурс] // EnergyStock.ru. – Режим доступа: <https://energystock.ru/iskusstvennyj-intellekt-dlya-optimizacii-raboty-sistem-vodosnabzheniya-i-kanalizacii/> (дата обращения: 23.12.2025).

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МЕРЫ ПО ИХ СНИЖЕНИЮ

Жупанов А.И. (СМ-7-25), Обиднов И.А. (СМ-7-25), Субботин Я.А. (СМ-7-25)

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье рассматриваются экологические риски, связанные с эксплуатацией газового оборудования, включая утечки метана, выбросы угарного газа и оксидов азота, а также аварийные ситуации. Предложены меры по их снижению: повышение энергоэффективности, использование современных конденсационных котлов и автоматизированных систем контроля, регулярное техническое обслуживание в соответствии с нормативными документами, а также переход к низкоуглеродным альтернативам, таким как биогаз и тепловые насосы.

Ключевые слова: газовое оборудование, экологические риски, метан, оксиды азота, угарный газ, экологические риски.

Эксплуатация газового оборудования, несмотря на его высокую энергоэффективность и широкое применение в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения, сопряжена с рядом экологических рисков. Основным продуктом полного сгорания природного газа является диоксид углерода (CO_2). Хотя удельные выбросы CO_2 при использовании газа ниже, чем при сжигании угля или мазута, масштабы его потребления делают вклад в антропогенные парниковые выбросы значительным. По оценкам Межправительственной группы экспертов по изменению климата (ИПСС), жилищно-коммунальный сектор отвечает за 10–15% глобальных выбросов CO_2 , значительная часть которых приходится именно на газовые котлы и плиты.

Особую опасность представляют утечки метана — основного компонента природного газа. Метан обладает потенциалом глобального потепления, в 28–36 раз превышающим таковой у CO_2 за столетний период. Утечки могут происходить на всех этапах транспортировки и использования газа — от магистральных сетей до внутридомовых разводок, особенно в старых газопроводах и при некачественном монтаже соединений. Даже незначительные микротечи в совокупности создают существенный климатический след [1, 2].

Кроме того, при недостатке кислорода, неисправности горелочных устройств или нарушении режимов работы образуются токсичные продукты неполного сгорания: угарный газ (CO), оксиды азота (NO_x), формальдегид и другие вредные соединения. Эти вещества не только загрязняют атмосферный воздух, но и представляют прямую угрозу для здоровья населения, особенно в условиях недостаточной вентиляции помещений. Наряду с этим существует риск аварийных ситуаций — взрывов и пожаров, вызванных коррозией трубопроводов, отказом автоматики или ошибками при техническом обслуживании. Такие инциденты, даже локальные, сопровождаются острым экологическим ущербом и угрозой для жизни людей.

Снижение указанных рисков возможно при реализации комплексного подхода, сочетающего технические, организационные и нормативные меры. Одним из наиболее эффективных путей является повышение энергоэффек-

тивности оборудования. Замена устаревших котлов на конденсационные модели позволяет сократить потребление газа на 15–25%, что напрямую снижает выбросы CO₂. Современные горелки с предварительным смешением топлива и воздуха обеспечивают более полное и стабильное сгорание, минимизируя образование CO и NO_x.

Не менее важна автоматизация процессов контроля. Применение датчиков утечки газа, автоматических отсекающих клапанов и систем непрерывного мониторинга состава продуктов сгорания (в частности, содержания кислорода и угарного газа) позволяет оперативно выявлять отклонения от штатных режимов и предотвращать развитие аварийных ситуаций. Интеллектуальные системы управления, в том числе на базе технологий Интернета вещей (IoT), открывают возможности для прогнозной диагностики и адаптивной оптимизации работы оборудования.

Регулярное техническое обслуживание остаётся ключевым условием безопасной и экологичной эксплуатации. Согласно требованиям сводов правил СП 62.13330.2011 и СП 42-101-2003, осмотры и профилактические работы должны проводиться не реже одного раза в год и включать проверку герметичности соединений, чистку теплообменников, настройку горелок и калибровку автоматики. Пренебрежение этими мерами не только увеличивает риск аварий, но и снижает эффективность сгорания, способствуя росту вредных выбросов.

В долгосрочной перспективе снижение зависимости от ископаемого газа возможно за счёт внедрения низкоуглеродных альтернатив — биогаза, «зелёного» водорода (в смеси с природным газом) и электрических тепловых насосов. В ряде стран уже реализуются пилотные проекты по декарбонизации газовых сетей, что открывает новые горизонты для экологически устойчивого теплоснабжения.

Наконец, важную роль играет нормативно-правовое регулирование. Ужесточение экологических стандартов — например, ограничение содержания NO_x в дымовых газах по европейскому стандарту EN 303-5 — стимулирует производителей и эксплуатирующие организации к модернизации. В России актуализация таких документов, как СП 60.13330 и СП 131.13330.2018, также способствует повышению требований к энергоэффективности и экологической безопасности газового оборудования [3-5].

Таким образом, экологические риски, связанные с эксплуатацией газового оборудования, являются управляемыми. Их минимизация достигается не за счёт отказа от газа как энергоносителя, а через системное повышение надёжности, эффективности и автоматизации систем, строгое соблюдение технических регламентов и постепенный переход к низкоуглеродным технологиям. Особенно значима роль инженерных решений в контексте устойчивого развития городской инфраструктуры и достижения национальных целей в области климатической политики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Модернизация схемы каталитического дожигателя / А. Д. Легкий, Н. Ю. Карапузова, Н. М. Веселова, А. И. Жупанов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2024. – № 3(96). – С. 67-76. – DOI 10.35211/18154360_2024_3_67. – EDN HPBNLG.
2. Маслов А.Д. Исследование эффективности работы котла-утилизатора / А. Д. Маслов, А. А. Коноваленко, А. И. Жупанова, А. В. Ковылин // Components of Scientific and Technological Progress. – 2025. – № 1(103). – С. 8-13.
3. Свод правил 62.13330.2011 "Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 (с Изменениями N 1, 2, 3, 4)" от 01.01.2013 № 62.13330.2011 // официальное издание М.: Госстрой, 2014 год. - с изм. и допол. в ред. от 27.12.2021.
4. СП 42-101-2003 "Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб" от 08.07.2003 № 42-101-2003 // Официальное издание. М.: ЗАО "Полимергаз", ГУП ЦПП. – 2003.
5. СП 131.13330.2025 Строительная климатология " Строительная климатология" от 09.09.2025 № 131.13330.2025 // Утверждён приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 8 августа 2025 года №470. - взамен СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология»

К ВОПРОСУ ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ ОТ СОЛЕОТВАЛОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Ивко А.Н. (ТБМ-1-24)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры БЖДвСиГХ Калюжина Е.А.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Аннотация: рассматриваются особенности оценки выбросов пылевых частиц от солеотвалов как поверхностных источников загрязнения атмосферного воздуха и обосновывается необходимость уточнения расчётных подходов с учётом специфики солевых материалов.

Ключевые слова: солеотвалы, пылевые частицы, выбросы пыли, атмосферный воздух, экологическая безопасность.

Поверхностные источники пылевого загрязнения атмосферного воздуха являются значимым фактором экологической нагрузки в районах размещения горнодобывающих предприятий. Существенную роль в формировании пылевой нагрузки играют отвалы отходов переработки минерального сырья, в том числе солеотвалы, представляющие собой протяжённые техногенные образования с большой площадью открытых поверхностей [1]. В условиях эксплуатации такие объекты способны формировать устойчивые пылевые выбросы, оказывающие негативное воздействие на состояние атмосферного воздуха прилегающих территорий.

Солеотвалы характеризуются рядом особенностей, отличающих их от отвалов инертных минеральных материалов. В частности, солевые отходы обладают выраженной гигроскопичностью и способностью изменять физическое состояние поверхностного слоя в зависимости от метеорологических условий [2]. Процессы пылеобразования на поверхности солеотвалов определяются гранулометрическим составом солей, степенью уплотнения материала, режимом увлажнения и последующего высыхания, а также скоростными характеристиками ветровых потоков, что подтверждается результатами исследований, приведённых в работах по оценке пылевого воздействия горнопромышленных объектов [1, 2].

Дополнительное влияние на интенсивность пылеобразования оказывает эксплуатационный режим солеотвалов. Технологические операции, связанные с размещением, перераспределением и формированием солевых отходов, приводят к нарушению целостности поверхностного слоя отвала и увеличению площади активного пыления. Подобные факторы, как правило, усиливают поступление пылевых частиц в атмосферу и должны учитываться при анализе источников пылевого загрязнения [2].

В практике экологического нормирования оценка выбросов пылевых частиц от поверхностных источников, включая отвалы отходов, осуществляется на основе нормативных методик, предусматривающих использование усреднённых расчётных коэффициентов [3]. Эти коэффициенты получены в ре-

зультате обобщения экспериментальных и статистических данных и ориентированы на типовые условия эксплуатации объектов. Применение усреднённых параметров позволяет унифицировать расчётные процедуры и упростить практическое использование методик при проведении экологических расчётов [3].

В то же время при оценке выбросов от солеотвалов использование усреднённых коэффициентов сопровождается рядом ограничений. Изменение влажностного состояния солевых материалов, процессы слёживания и разрушения поверхностного слоя, а также сезонные колебания метеорологических условий приводят к отклонению фактических характеристик пылеобразования от значений, заложенных в расчётных моделях [1]. В результате это может снижать достоверность оценки объёмов выбросов пылевых частиц и вызывать неопределённость при обосновании природоохранных мероприятий.

Указанные обстоятельства свидетельствуют о необходимости совершенствования подходов к оценке выбросов пылевых частиц от солеотвалов. Уточнение расчётных параметров с учётом физико-химических свойств солевых материалов, эксплуатационных особенностей объектов и природно-климатических условий их размещения позволит повысить обоснованность оценки воздействия на атмосферный воздух и эффективность принимаемых природоохранных решений [2, 3]. Такой подход соответствует современным требованиям обеспечения экологической безопасности при эксплуатации горнодобывающих предприятий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Киселёв А.В., Смирнова Т.Н. Пылевое загрязнение атмосферного воздуха в районах размещения горнопромышленных отвалов // Экология и промышленность России. 2020. № 6. С. 22–27.
2. Иванов С.П., Мартынов А.А. Особенности пылеобразования на солевых отвалах горнодобывающих предприятий // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2019. № 10. С. 145–150.
3. Методика расчёта выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от неорганизованных источников. — СПб.: НИИ Атмосфера, 2012.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Ковалев К.А. (ТиТ-1-22), Невзоров Н.Ю. (ТиТ-1-22),

Ковылин А. В. (к.т.н., доцент кафедры ЭТиТГСВ)

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье исследуется потенциал биомассы, геотермальной энергии и солнечных коллекторов для модернизации систем теплоснабжения. Проведена комплексная оценка снижения углеродного следа, энергетической эффективности и экономической целесообразности внедрения данных технологий с учетом региональных климатических и ресурсных особенностей. Анализ основан на методах жизненного цикла (LCA) и сравнении энергетической отдачи (EROI), что позволяет определить оптимальные сценарии перехода на низкоуглеродные решения в теплоснабжении.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии; системы теплоснабжения; биомасса; геотермальная энергия; солнечные коллекторы; углеродный след; энергетическая эффективность; декарбонизация; гибридные системы; устойчивое развитие.

Современные системы теплоснабжения остаются зависимыми от ископаемых видов топлива, что способствует росту антропогенных выбросов парниковых газов. Согласно данным IPCC (2023), на сектор теплоснабжения приходится около 25% глобальных выбросов CO₂. Переход на возобновляемые источники энергии (ВИЭ) представляет собой стратегическое направление декарбонизации. В данной работе рассматриваются три ключевых технологии: биомасса, геотермальная энергия и солнечные коллекторы, чей потенциал в контексте экологической и энергетической устойчивости требует комплексной оценки [1].

Биомасса, включает древесные отходы, сельскохозяйственные остатки и биогаз, которые являются наиболее доступным ВИЭ для региональных систем отопления. Современные котлы с автоматической подачей топлива достигают КПД до 90%, а использование брикетов минимизирует выбросы твердых частиц. При устойчивом управлении биоресурсами биомасса демонстрирует близкую к нейтральной углеродную балансировку в масштабе жизненного цикла: выбросы CO₂ при сжигании частично компенсируются поглощением углерода в ходе последующего роста растительной биомассы. Однако следует учитывать временной лаг (5–30 лет) между эмиссией и реабсорбцией углерода. Замена угля на древесную биомассу в пилотных проектах Европы позволила сократить чистые выбросы на 75–85%. Для России ключевым ограничением остаётся неравномерное распределение сырьевой базы, которые требуют развития логистической инфраструктуры и локализации производства топлива [2].

Геотермальные системы подразделяются на два принципиально различных типа:

Прямое использование высокотемпературных ресурсов (>80 °C) для отопления без преобразования энергии;

Геотермальные тепловые насосы (ГТН), использующие низкопотенциальное тепло грунта или воды ($<25\text{ }^{\circ}\text{C}$) с потреблением электроэнергии для повышения температуры.

В регионах с высокой геотермальной активностью таких как Камчатка и Северный Кавказ внедрение прямого теплоснабжения снижает зависимость от углеводородов на 70–80% с минимальными выбросами. Геотермальные тепловые насосы эффективны даже в северных широтах: сезонный коэффициент трансформации (SCOP) достигает 3,5–4,5, однако их углеродный след зависит от структуры генерации электроэнергии. Экологический эффект усиливается отсутствием локальных выбросов, однако требуется оценка сейсмических рисков и возможного истощения локальных геотермальных ресурсов при бурении скважин.

Таблица 1

Сравнительный анализ альтернативных источников энергии

Параметр	Биомасса	Геотермальная энергия (прямое использование)	Геотермальные тепловые насосы	Солнечные коллекторы	Газовые котлы
Удельные выбросы CO_2 , г/кВт·ч	15–35	5–15	30–60	20–40	200–300
Энергетическая отдача (EROI)	5–10	>15	3–5	4–8	5–10
Срок окупаемости, лет	5–10	10–20	7–15	8–15	3–6
Ключевые ограничения	Логистика сырья, сезонность поставок, требования к хранению	Географическая привязка к ресурсам, высокие капитальные затраты на бурение	Зависимость от электроэнергии, площадь для горизонтальных коллекторов	Зависимость от инсоляции, низкая эффективность в зимний период	Высокие прямые выбросы, волатильность цен на топливо

Солнечные коллекторы делятся на плоские и вакуумные, демонстрируя наибольшую эффективность в южных регионах с высокой инсоляцией. Интеграция с аккумуляторами тепла (водяными баками-аккумуляторами объёмом 50–100 л на 1 м^2 коллектора) сглаживает суточную и частично сезонную неравномерность: в средней полосе РФ такие системы покрывают 25–40% годовой потребности в тепле для ГВС и 15–25% для отопления. Инновационные селективные покрытия повышают КПД коллекторов в зимних условиях на 15–20%. При эксплуатации выбросы отсутствуют; по жизненному циклу (производство, монтаж, утилизация) удельные выбросы составляют 20–40 г CO_2 -экв/кВт·ч. Несмотря на зависимость от погодных условий, комбинирование с биомассой или геотермальными источниками создаёт гибридные системы, снижающие совокупный углеродный след на 50–70% [3].

Таким образом результаты исследований показывают, что интеграция возобновляемых источников энергии позволяет сократить выбросы CO₂ на 60–90% в зависимости от региона, типа системы и структуры энергобаланса. Наибольший потенциал демонстрируют гибридные решения, сочетающие стабильность геотермальных источников или биомассы с пиковым покрытием солнечной энергией. Для ускорения внедрения ВИЭ необходимы государственные механизмы поддержки: субсидирование капитальных затрат, льготное кредитование, а также ужесточение стандартов энергоэффективности зданий. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию систем теплонакопления, снижение материалоёмкости оборудования и разработку методик учёта временного лага углеродного цикла биомассы [4-6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственный доклад «О состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации в 2023 году» // Минэкономразвития России. — М., 2025. — 214 с.
2. Кондратьев А.Ю., Соколов Д.В. Геотермальная теплогенерация в России: состояние и перспективы развития // Вестник МЭИ. — 2024. — № 5. — С. 55–65. — DOI: 10.24160/1993-6982-2024-5-0055-0065.
3. Рябов В.А., Селиверстов А.Ф., Шульгин А.В. Снижение выбросов парниковых газов при производстве тепловой энергии: анализ технологических решений // Теплоэнергетика. — 2023. — № 1. — С. 5–20.
4. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...» (ред. от 05.05.2022 № 245-ФЗ) и Постановление Правительства РФ от 28.02.2024 № 303 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Энергетика» на 2024–2030 годы».
5. Лопатин А.С., Григорьев Ю.А. Солнечные коллекторы: устройство, принцип действия и эффективность в климатических условиях РФ // Учебное пособие. — М.: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2023. — 74 с.
6. Канарейкин А.В., Попов И.В. Повышение энергетической эффективности систем теплоснабжения на основе вакуумных солнечных коллекторов // E3S Web of Conferences. — 2023. — Vol. 39. — 05007. — DOI: 10.1051/e3sconf/20233905007.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ 1-4 КЛАССОВ ОПАСНОСТИ

Линтруп Н.О. (ТБм-1-25), Таскаева А.А. (СМ-7-25)
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье рассматриваются современные методы и технологии утилизации опасных отходов 1–4 классов опасности в Российской Федерации. Анализируются особенности классификации отходов согласно ГОСТ 12.1.007-76 и ГОСТ 30772-2001, а также специфика технологических решений для каждого класса опасности. Подробно рассматриваются термические методы (сжигание, пиролиз, плазменная газификация), химическая нейтрализация, стабилизация и биологическая деградация. Приведены данные об эффективности применения наилучших доступных технологий (НДТ) в соответствии с требованиями Федерального закона № 89-ФЗ и СП 127.13330.2023. Рассмотрены перспективы развития инновационных методов обезвреживания, включая плазменные технологии, позволяющие снижать класс опасности отходов до 4-го класса с последующим безопасным размещением.

Ключевые слова: опасные отходы, классы опасности, термическая утилизация, плазменная газификация, химическая нейтрализация, стабилизация, наилучшие доступные технологии.

Современная промышленность и сельское хозяйство генерируют значительные объемы отходов различной степени опасности, требующих специализированных методов утилизации. Согласно Федеральному закону № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», отходы классифицируются по степени их воздействия на окружающую среду и здоровье человека [1].

Классификация зависит от периода восстановления экосистемы после воздействия отходов: для 1 класса опасности восстановление практически невозможно, для 2 класса требуется более 30 лет, для 3 класса — до 10 лет, для 4 класса — менее 3 лет. К отходам 1-го класса опасности относятся: радиоактивные вещества, ртуть, пестициды и другие соединения, практически не поддающиеся переработке. Утилизацией таких отходов имеют право заниматься только организации, имеющие специальную лицензию на переработку или утилизацию опасных отходов [1].

Современная система обращения с опасными отходами в РФ базируется на требованиях Федерального закона № 89-ФЗ, ГОСТ 30772-2001 и СП 127.13330.2023 «Объекты размещения отходов производства. Основные положения по проектированию» [2]. Свод правил устанавливает требования к проектированию объектов размещения отходов, включая установки по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов [2].

Отходы 1 класса собираются отдельно в специальные контейнеры с твердым внутренним покрытием, обеспечивающим безопасную транспортировку [2]. Методами обезвреживания отходов 1 класса являются: термическая обработка, химическая нейтрализация и цементирование. Термическая обработка происходит при температурах 800-1100 °С в специализированных печах, тем самым разрушая токсичные вещества и уменьшая их объем. Для сжигания

жидких отходов в России применяются турбобарботажные установки «Вихрь» производительностью до 1 т/ч [3]. Химическая нейтрализация происходит за счет контролируемого превращения токсичных веществ в инертные. Цементирование (стабилизация) — метод иммобилизации токсичных компонентов в цементной матрице, широко применяемый для радиоактивных отходов благодаря простоте, экономичности и совместимости с различными типами отходов [3]. Для отходов, содержащих тяжелые металлы, также применяется метод стабилизации/закрепления (solidification/stabilization), снижающий вымываемость токсичных компонентов [3].

Отходы 2 класса опасности (высокоопасные) содержат высокотоксичные вещества: соединения свинца, кадмия, ртути и другие тяжелые металлы [3]. Утилизируются данные вещества 3 способами: химическая нейтрализация, термическое обезвреживание в кипящем слое или специальных камерах, а также физико-химической обработкой реагентным методом с последующим безопасным размещением остатков. Отходы 2 класса опасности подлежат накоплению отдельно от других отходов, их смешивание с иными отходами производства запрещено.

Отходы 3 класса (умеренно опасные) и 4 класса (малоопасные) составляют наибольшую долю промышленных отходов. Для их утилизации применяются следующие методы. Пиролиз (низко- или высокотемпературная термическая обработка без доступа кислорода) позволяет получать метан, синтез-газ и другие энергоносители [4]. Плазменная газификация — инновационная технология, использующая электрически ионизированный газ при температурах до 10 000 °С, обеспечивающая полное разрушение токсичных органических соединений, включая диоксины и фураны [5]. Биологическая деградация работает за счёт микроорганизмов, расщепляющих органические вещества на простые без содержания токсинов. Биodeградация является критическим естественным процессом, особенно эффективным при аэробных или анаэробных условиях [6].

Государство ведет строгий контроль сбора и утилизации отходов с обязательным документальным сопровождением. Современные технологии утилизации опасных отходов 1–4 классов опасности представляют собой комплексный подход, включающий термические, химические, физико-химические и биологические методы. Для отходов 1 класса опасности приоритетными остаются методы термической обработки в специализированных установках и химической нейтрализации с последующей стабилизацией. Отходы 2 класса эффективно обезвреживаются путем химической нейтрализации кислотно-щелочных составляющих и термического уничтожения при высоких температурах.

Наибольшие перспективы для отходов 3–4 классов опасности открываются при применении инновационных технологий, таких как плазменная газификация, позволяющая не только обезвредить отходы, но и получить энергоносители (синтез-газ, водород). Биологические методы деградации эффективны для органических отходов с умеренной и низкой степенью опасности.

В заключение можно отметить, что ключевым фактором повышения эффективности утилизации остается внедрение наилучших доступных технологий в соответствии с требованиями действующего законодательства и нормативных документов. Дальнейшее развитие отрасли должно быть направлено на создание замкнутых циклов обращения с отходами, минимизацию образования вторичных отходов и преобразование опасных отходов в полезные ресурсы, что соответствует принципам циркулярной экономики и устойчивого развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (ред. от 26.12.2024) // Собрание законодательства РФ. 1998. № 26. Ст. 3009.
2. СП 127.13330.2023. Объекты размещения отходов производства. Основные положения по проектированию. — Введ. 2024-01-01. — М.: Минстрой России, 2023. — 22 с.
3. Одарюк В.А. Проблемы утилизации отходов производства и потребления // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика и право. — 2012. — № 2. — С. 154–158. — DOI: 10.17117/ve.2012.02.154.
4. Пименова М.А., Семенов В.В. Особенности термических технологий утилизации промышленных и коммунальных отходов // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. — 2014. — № 2. — С. 215–221.
5. Алексеенко С.В., Братцев А.Н. Экспериментальная плазменная установка для газификации органических отходов // Теплоэнергетика. — 2019. — Т. 66, № 5. — С. 387–394.
6. Елдина Е.В. Способы переработки и утилизации токсичных промышленных отходов // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2004. — № 5. — С. 142–145.

УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Обиднов И.А. (СМ-7-25), Субботин Я.А. (СМ-7-25), Жупанов А.И. (СМ-7-25)

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье рассматриваются влияние глобального климатического кризиса и ужесточение экологических требований, в условиях которых оценка углеродного следа теплоэнергетических предприятий приобретает большую значимость. Основное внимание уделяется анализам источников парниковых газов на таких предприятиях, рассматриваются методы расчёта их углеродного следа и предлагаются возможные решения по его снижению. Особое внимание уделяется таким традиционным мерам как повышению энергоэффективности и модернизации оборудования, так и инновационным подходам, которые включают переход на низкоуглеродные виды топлива и его внедрение цифровых технологий для мониторинга выбросов.

Ключевые слова: углеродный след, теплоэнергетика, парниковые газы, декарбонизация, энергоэффективность.

Теплоэнергетические предприятия (ТЭП) — ключевой элемент энергетической инфраструктуры большинства стран, который обеспечивает тепло-снабжение жилого фонда, социальных объектов и промышленных производств. Наибольшая часть таких предприятий использует органическое топливо такое как уголь, мазут и природный газ, тем самым делая их одними из крупнейших источников выбросов парниковых газов, в первую очередь диоксида углерода (CO_2). В контексте реализации Парижского соглашения и национальных климатических стратегий оценка и снижение углеродного следа ТЭП становятся приоритетными задачами как для регуляторов, так и для самих энергетических компаний.

Под углеродным следом понимают совокупность прямых и косвенных выбросов парниковых газов, выраженных в CO_2 -эквиваленте, связанных с деятельностью организации на всех этапах её жизненного цикла. В случае теплоэнергетики основной вклад вносит сжигание топлива, однако учитываются также выбросы, возникающие при добыче и транспортировке топлива, производстве оборудования, утилизации отходов и других сопутствующих процессах [1,2].

Основными источниками парниковых газов на теплоэнергетических предприятиях являются котельные агрегаты, где происходит сжигание топлива. Удельные выбросы CO_2 напрямую зависят от вида используемого топлива: при сжигании угля они достигают 94–100 т CO_2 /ТДж, мазута — 73–78 т CO_2 /ТДж, природного газа — 56–58 т CO_2 /ТДж. Помимо CO_2 , в атмосферу выделяются метан (CH_4) и закись азота (N_2O), которые обладают более высоким потенциалом глобального потепления [3].

Выбросы также формируются на таких этапах подготовки топлива как дробление, сушка, транспортировка, эксплуатации вспомогательного оборудования и утилизации золошлаковых отходов. Особенно велика углеродная нагрузка у устаревших котельных, которые ещё не прошли реконструкцию и работают с низким КПД.

Согласно международному стандарту GHG Protocol, выбросы разделяются на три категории:

Score 1 — прямые выбросы, которые возникают из деятельности, контролируемой организацией. Например, выбросы от собственной генерации энергии (пара, тепла), от производственных процессов, от обращения с отходами;

Score 2 — косвенные выбросы от электроэнергии, тепла или пара, которые компания покупает и использует. Хотя компания не контролирует выбросы напрямую, но, используя энергию, она косвенно отвечает за выброс CO₂;

Score 3 — любые другие косвенные выбросы из источников, которые не находятся под прямым контролем компании. Эта категория охватывает все выбросы, связанные не с самой компанией, а с теми, за которые организация косвенно отвечает в рамках цепочки ценности [4].

Для большинства российских ТЭП наибольший вклад в общий углеродный след вносит именно Score 1, поскольку основная часть тепловой энергии до сих пор производится за счёт сжигания ископаемого топлива. При этом Score 3 всё чаще привлекает внимание регуляторов и инвесторов, особенно в рамках требований ESG-отчётности.

Одним из наиболее перспективных направлений по снижению углеродного следа является поэтапный переход на природный газ, который наименее углеродоёмкий среди ископаемых видов топлива. В более отдалённой перспективе возможен переход на водородные смеси или биотопливо, однако на сегодняшний день такие решения ограничены высокой стоимостью и недостаточной развитостью инфраструктуры [5].

Одним из важных факторов является повышение энергоэффективности действующих объектов, а именно модернизация систем автоматизации, внедрение частотно-регулируемых приводов, реконструкция тепловых сетей и применение современных теплоизоляционных материалов. Данные решения позволяют существенно снизить удельный расход топлива и объём выбросов [5,6].

Особую роль в управлении углеродным следом играет цифровизация. Современные системы мониторинга, датчики, IoT-устройства и аналитические платформы, обеспечивают возможность отслеживать параметры горения в реальном времени, выявлять неэффективные режимы работы и корректировать технологические процессы. Это способствует не только снижению экологической нагрузки, но и повышению экономической устойчивости предприятий [6].

Таким образом, декарбонизация теплоэнергетики представляет собой комплексную задачу, имеющую экологическое, экономическое и социальное измерение. Её успешное решение требует согласованных действий со стороны государства, бизнеса и научного сообщества. Реализация комплексных мер по снижению углеродного следа позволит выполнить международные климатические обязательства и обеспечить устойчивое развитие энергетической отрасли в долгосрочной перспективе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ОСТ Р 59783-2022. Энергосбережение и энергоэффективность. Методика определения углеродного следа продукции и организаций. — Москва: Стандартинформ, 2022.
2. Федеральный закон № 296-ФЗ от 02.07.2021 «Об ограничении выбросов парниковых газов в Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. — 2021. — № 27. — Ст. 5158.
3. Приказ Минприроды России от 27.05.2022 № 371 «Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов» [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации. — Зарегистрировано в Минюсте России 29.07.2022 № 69451. — Режим доступа: <http://pravo.gov.ru>.
4. Марченко О.С., Соловьёва Н.В. Декарбонизация энергетики России: вызовы и возможности // Энергетическая политика. — 2023. — № 4. — С. 22–31.
5. Легкий А.Д., Карапузова Н.Ю., Веселова Н.М., Жупанов А.И. Модернизация схемы каталитического дожигателя // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. — 2024. — № 3(96). — С. 67–76. — DOI: 10.35211/18154360_2024_3_67.
6. СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. — Введён приказом Минстроя России от 22.12.2020 № 907/пр. — Актуален для расчётов энергоэффективности в 2021–2025 гг.

СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ)

Серикова А.Д. (БЖД25(с)-32)

Научный руководитель – ассоциированный профессор (доцент) кафедры Инженерия и промышленные технологии Исаева Ж.Б.,

ТОО «Инновационный Евразийский университет»

Аннотация: Павлодарская область относится к главным индустриальным регионам Казахстана, промышленное развитие значительно воздействует на окружающую среду. В статье указаны и рассмотрены источники антропогенного воздействия, влияющих на качество атмосферного воздуха, водных ресурсов и почв, а также на здоровье населения. Проанализированы современные методы по обеспечению экологической безопасности и снижению негативного воздействия промышленности.

Ключевые слова: Экологическая безопасность, Павлодарская область, загрязнение, промышленность, мониторинг, контроль.

Павлодарская область представляет собой индустриальный и экономически развитый регион северо-восточной части Республики Казахстан. Большая часть территории области находится в пределах юга Западно-Сибирской равнины в среднем течении р. Иртыш занимает 124,8 тыс. км², что составляет 4,6 % площади Казахстана. Из-за большой протяжённости территории и различий в рельефе и геологическом строении природные условия Павлодарской области отличаются большим разнообразием. Почвенно-климатические условия региона заметно отличаются от соседних северных, центральных и восточных областей более сухим климатом и низким плодородием почв. В экологическом отношении область является одной из наиболее опасных по развитию эрозионных процессов, что связано с преобладанием каштановых почв лёгкого механического состава.

Промышленное развитие является ключевым фактором социально-экономического роста региона, но и создает проблемы. Павлодарская область занимает важное место в промышленной структуре Республики Казахстан благодаря высокой концентрации энергетических, металлургических и химических предприятий. Одновременно высокая плотность промышленных объектов усиливает нагрузку на природную среду, что делает вопросы экологической безопасности одним из приоритетных направлений регионального развития [1].

Наибольшее воздействие на состояние окружающей среды оказывает загрязнение атмосферного воздуха. Существенная часть выбросов связана с работой теплоэлектроцентрали, использующих угольное топливо, а также с деятельностью крупных промышленных предприятий. В воздушный бассейн региона поступают оксиды азота и серы, углеродсодержащие соединения и пылевые частицы. Это приводит к ухудшению качества воздуха в населённых пунктах и формированию неблагоприятных условий для проживания населения. Все чаще встречаются онкозаболевания и психические расстройства населения из-за загрязнения воздуха [3, 4]. Рост выбросов загрязняющих ве-

ществ в атмосферу происходит из-за устаревшей технологии сжигания на тепловых электростанциях высокозольных углей с гидрозолоудалением, а также несовершенство систем пыле- и газоочистки ряда предприятий области.

Восточно-Казахстанская и Павлодарская области являются крупными центрами цветной металлургии, горнодобывающей промышленности, тепло- и гидроэнергетики. Деятельность этих отраслей оказывает отрицательное влияние на экологическое состояние реки и прилегающих территорий. Ситуация с водными ресурсами остаётся напряжённой. Иртыш и его притоки широко используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для сброса промышленных и коммунальных сточных вод [5]. Река Иртыш является основным источником воды и одновременно принимает значительные объёмы очищенных и недостаточно очищенных стоков. Основными источниками загрязнения поверхностных и подземных вод являются предприятия горнодобывающей и перерабатывающей отраслей, включая заброшенные рудники и шахты, открытые горные выработки, отвалы, хвостохранилища и промышленные стоки металлургических, химических, энергетических и машиностроительных предприятий. Промышленные и коммунальные сбросы изменяют химический состав воды и влияют на функционирование водных экосистем, снижая их устойчивость к антропогенному воздействию. Особенность системы водоотведения заключается в том, что большинство промышленных предприятий Павлодара, а также городов Аксу и Экибастуза, где сосредоточены основные промышленные и энергетические объекты, сбрасывают свои стоки в накопители сточных вод. Также особую проблему загрязнения вод представляют выбросы загрязняющих веществ в атмосферу промышленными предприятиями, так как они переносятся в различные расстояния в зависимости от метеорологических условий и в виде кислотных дождей и твердых частиц осаждаются на земную поверхность, загрязняя поверхностные и подземные воды, при карбонатной коре выветривания кислота нейтрализуется, что вредит компонентам биоценозов.

Государственная водная политика должна регулировать использование водных ресурсов и постепенно снижать вредное воздействие на водоёмы. Это достигается через гибкую систему экологических целевых показателей с учётом реальной экологической, экономической и социальной ситуации на конкретном водном объекте.

Особое внимание нужно уделять состоянию земель региона. Размещение золошлаковых отвалов теплоэнергетических объектов, полигонов и складов промышленных и токсичных отходов — например, шлаков и шламов ферросплавов, феррохрома, глинозёма, хвостов обогащения и накопителей производственных остатков — приводит к локальному загрязнению почвы. Такие участки теряют хозяйственную ценность и могут становиться источниками вторичного загрязнения окружающей среды.

Активное экономическое развитие Павлодарской области требует внимательного изучения и охраны растительного и животного мира, а также его восстановления. Это напрямую связано с повышением экологической гра-

мότητας населения, что особенно важно, так как часто природа страдает из-за незнания людей и неосознанного разрушения окружающей среды [6].

Для снижения экологической нагрузки в регионе принимаются меры природоохранного характера. На промышленных объектах внедряются более эффективные системы очистки выбросов, обновляется технологическое оборудование и усиливается производственный контроль. В рамках программы «Алюминий Казахстана» до 2030 года планируется заменить 14 электрофильтров в цехе спекания, один фильтр на печи кальцинации и четыре золоулавливающие установки на ТЭЦ-1. Дополнительно развивается экологический мониторинг, позволяющий получать данные о состоянии воздуха и водных объектов и своевременно реагировать на неблагоприятные изменения. Проведённый анализ показывает, что экологическая безопасность Павлодарской области формируется под воздействием промышленного комплекса региона. Снижение негативного влияния возможно при условии дальнейшей модернизации производства и усиления экологического контроля. Реализация данных мер имеет ключевое значение для сохранения природных ресурсов и обеспечения устойчивого развития региона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Управление индустриально-инновационного развития Павлодарской области [<https://www.gov.kz/memleket/entities/pavlodar-uir/activities/6149>] (Дата обращения: 18.01.2026 г.)
2. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2023 год, Астана, 2024. – С. 344-355.
3. Могилюк С.В., Поух М.М. «Экология Павлодарской области». – Павлодар: ЭКО, 2019. – 84 с.
4. Промышленность, транспорт и уголь: кто травит города Казахстана [https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/promyishlennost-transport-ugol-travit-goroda-kazakhstana-571698/] (Дата обращения: 20.01.2026 г.)
5. Хамзина Ш.Ш., Шарипова З.М., Омаров Г.М. Водные ресурсы Павлодарской области, их охрана и рациональное использование: учебное пособие. – Павлодар: Инновационный Евразийский университет, 2013. – 248 с.
6. Современные вызовы и перспективные решения в области продовольственной безопасности и аграрного развития стран Евразии: монография / С.А. Шоба, Р.А. Ромашкин, Н.Г. Рыбальский и др.; под общ. Ред. С.А. Шобы. – М.: ЕЦПБ МГУ: НИА-Природа, 2025. – 210 с.

ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ЛЕССОВЫХ ПОРОД ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ОБВОДНЕНИИ В СВЯЗИ С ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНОГО ОСВОЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ

Степанов С.И. (СУЗ-1-24)

Научный руководитель – д.г.-м.н., зав. кафедрой ГЗС Щекочихина Е.В.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: проанализированы показатели механического состава, минерального состава глинистой фракции и ионно-солевого комплекса лессовых просадочных пород территории между реками Прут и Днестр после длительного взаимодействия с водой в процессе замачивания и фильтрации. Выявлены изменения в структуре и химическом составе, способствующие превращению лессовых макропористых отложений в плотную прочную породу, обладающую водоупорными свойствами, способствующую активизации техногенного подтопления территории.

Ключевые слова: гидротехническое строительство, гранулометрический состав, минеральный состав, лессовые породы, просадочность, выщелачивание, микроагрегатный состав, емкость поглощения, коэффициент агрегированности, тип засоления.

Введение. Строительство гидротехнических объектов и крупных оросительных систем в регионах распространения лессовых просадочных пород в целях рационального использования водных ресурсов довольно часто сопровождается геодинамическими процессами и неблагоприятными экологическими последствиями. В связи с этим, для обоснования водохозяйственных мероприятий важно не только правильно оценить гидрогеологические и инженерно-геологические условия, свойства пород в основаниях проектируемых сооружений, геологические процессы и явления, но и составить прогноз изменения природных условий в результате строительства и эксплуатации.

Территория междуречья Прута и Днестра, расположена в зоне недостаточного увлажнения, и характеризуется почти повсеместным распространением лессовых просадочных отложений, которые являются основанием многих инженерных сооружений, в т. ч. гидротехнических. Основными неблагоприятными факторами для возведения объектов гидротехники и мелиорации являются возможные деформации сооружений при замачивании грунтов оснований вследствие фильтрации воды из магистралей, прудов – наполнителей, рек и водохранилищ, способствующих подтоплению обширных территорий. Длительное воздействие воды на лессовые породы влечёт за собой изменение в их механическом составе и ионно-солевом комплексе и способствуют развитию процессов подтопления обширных территорий, что негативно отражается на их геоэкологических условиях.

Механический состав. Степень дисперсности пород оценивалась по результатам гранулометрического и микроагрегатного анализов (табл.1).

Минеральный состав. Минеральный состав дисперсной фракции изучался рентгеноструктурными и электро-микроскопическими исследованиями – всего выполнено 27 определений в четырёх инженерно-геологических областях [2,3].

Таблица 1

Микроагрегатный состав лессовых пород инженерно-геологических областей после замачивания и фильтрации воды [1]

Инженерно-геологическая область	Содержание фракций, %			Коэффициент агрегированности глинистой фракции $K_{агр}$
	песок > 0,05 мм	пыль 0,05-0,005 мм	глина < 0,005 мм	
А – I	$\frac{1348}{1675}$	$\frac{6586}{6373}$	$\frac{2063}{1955}$	$\frac{3,07}{2,9}$
А – II	$\frac{50,28}{43,27}$	$\frac{37,25}{45,23}$	$\frac{12,47}{11,50}$	$\frac{3,01}{2,8}$
А – III	$\frac{3392}{2243}$	$\frac{5816}{6680}$	$\frac{8,47}{10,77}$	$\frac{3,18}{4,1}$
Б – I	$\frac{24,76}{37,86}$	$\frac{70,48}{59,64}$	$\frac{4,01}{2,50}$	$\frac{16,88}{10,5}$

Примечание: условные обозначения: в числителе – до замачивания и фильтрации, в знаменателе – после.

В целом дисперсная фракция состоит в основном из двух минералов: монтмориллонита и гидрослюда, что может свидетельствовать в пользу, как аэрального, так и субаэрального генезиса лёссовых пород региона. Изменение вещественного состава оценивалось только по ионно-солевому комплексу пород и их микроагрегатному составу.

Ионно-солевой комплекс. В табл. 2 приведены сведения о ёмкости поглощения и составе обменных катионов лессовых пород природного сложения и после фильтрации воды. Отчетливо наблюдается повышение ёмкости поглощения пород. До взаимодействия с водой обменные катионы были выстроены в основном в ряд: $Mg^{+2} > Ca^{+2} > Na^{+} > K^{+}$, а после фильтрации – в ряд: $Ca^{+2} > Mg^{+2} > Na^{+} > K^{+}$. Если до взаимодействия с водой тип засоления лессовых пород мог быть весьма различный, то после фильтрации воды у образцов стал преобладать сульфатно-содовый кальциево-магниевый [2,4].

Выводы: Испытания лессовых пород в условиях замачивания и фильтрации показали, что длительное взаимодействие с водой ведёт к полной их деградации. Уменьшается содержание крупных фракций, за их счёт повышается содержание более мелких. Легкорастворимые соли вымывается, одновременно слабо и среднерастворимые соединения преобразуются в сильнорастворимые. В породе повышается содержание гидрокарбонатов и гипса, она приобретает содово-кальциевые или содово-магниевое засоление.

Таблица 2

Емкость поглощения и состав обменных катионов лессовых пород
инженерно-геологических областей до и после замачивания и фильтрации воды

Инженерно-геологическая область	Емкость поглощения, мг-экв/100 г сух. породы	Состав обменных катионов, мг-экв/100 г породы			
		K+	Na+	Ca+2	Mg+2
А – I	15,953	0,167	0,696	6,002	7,259
	18,676	0,213	0,521	9,849	5,626
А – II	13,552	0,140	0,533	5,196	7,479
	18,676	0,305	0,353	6,796	5,009
А – III	12,713	0,135	0,677	5,004	7,572
	14,420	0,209	0,335	7,473	6,110

Примечание: условные обозначения см. табл. 1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Изменение состава и свойств лессовых пород при техногенном обводнении / А. Н. Богомолов, Ю. И. Олянский, Е. В. Щекочихина, Т. М. Тихонова, И. Ю. Кузьменко. Волгograd: Изд-во ВолгГАСУ, 2015. 204 с.
2. Олянский Ю. И., Щекочихина Е. В., Калиновский С. А. Прогнозирование процесса послепросадочного уплотнения замедленно просадочных лессовых грунтов при строительстве гидротехнических сооружений // Гидротехническое строительство. 2019. № 8. С. 13–17.
3. Особенности изменения состава и свойств лёссовых грунтов при длительном взаимодействии с водой вследствие техногенеза (на примере междуречья Прута и Днестра) / А.Н. Богомолов, Ю. И. Олянский, Е. В. Щекочихина, И. Ю. Кузьменко, Т. М. Тихонова // Инженерные изыскания 2016. №14, с. 24–34.
4. Геоэкологические аспекты изменения геологической среды территорий на структурно-неустойчивых породах /Ю.И. Олянский, С.В. Кузнецова, Е.В. Щекочихина, О.И. Серебряков // Геология, география и глобальная энергия. 2019.№4(75). С. 246-260.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГАЗОВОГО ОТОПЛЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Субботин Я.А. (СМ-7-25), Жупанов А.И. (СМ-7-25), Обиднов И.А. (СМ-7-25)

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье рассматривается роль природного газа как источника теплоснабжения в жилищном секторе в контексте двух ключевых вызовов современности: повышения энергоэффективности и снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду. Анализируются современные технологические решения, которые существенно повышают КПД газовых систем. Проводится сравнительная оценка экологических показателей газа относительно других видов топлива по критериям выбросов CO_2 , оксидов азота NO_x и твердых частиц. Делается вывод, что природный газ, особенно в сочетании с передовым оборудованием и гибридными системами, остается важным переходным решением на пути к декарбонизации жилищно-коммунального хозяйства, балансируя между надежностью, экономической доступностью и растущими экологическими требованиями.

Ключевые слова: энергоэффективность, экологическая безопасность, газовое отопление, конденсационный котел, выбросы CO_2 , жилые здания, природный газ, декарбонизация, теплоснабжение, гибридные системы.

Системы отопления жилых зданий являются крупным потребителем энергии и источником выбросов парниковых газов [1-2]. В условиях глобальной климатической повестки и стремления к энергетической независимости вопросы выбора оптимального источника тепла становятся как никогда актуальными. Природный газ исторически является доминирующим энергоносителем для отопления во многих регионах. Однако сегодня его роль пересматривается через призму двух взаимосвязанных критериев: энергоэффективности и экологической безопасности.

Энергоэффективность газового отопления определяется в первую очередь КПД теплогенерирующего оборудования [3]. Традиционные атмосферные котлы (КПД 85–90%) теряют значительную часть тепла с уходящими дымовыми газами. Конденсационные котлы – современный стандарт эффективности. Их ключевое преимущество – использование теплоты конденсации водяных паров, содержащихся в продуктах сгорания. Это позволяет достигать КПД 105–110% (относительно низшей теплоты сгорания) и экономить до 15–30% газа по сравнению с традиционными моделями. Дополнительные факторы повышения эффективности: Погодозависимая автоматика — позволяет гибко регулировать температуру теплоносителя в зависимости от температуры на улице, избегая перетопов; Индивидуальный тепловой пункт (ИТП) с зонным регулированием — позволяет настраивать температуру в отдельных помещениях; Качественное утепление здания — самая эффективная газовая система теряет смысл в доме с высокими теплопотерями. Комплексный подход «энергоэффективный ограждающий контур + высокоэффективный котел» дает максимальный результат [4].

При оценке экологичности газа важен сравнительный подход. При сжигании природного газа образуется примерно 0,2 кг CO₂ на кВт·ч, что в 1,5–2 раза меньше, чем при сжигании угля, и на ~25% меньше, чем при использовании жидкого топлива. Однако это все равно парниковый газ, и его выбросы напрямую способствуют изменению климата [1-2]. Современные конденсационные котлы с низкотемпературным сгоранием выбрасывают на 60–70% меньше NO_x, чем старые модели. NO_x являются причиной смога и кислотных дождей. Выбросы твердых частиц (сажа) практически отсутствуют, что является кардинальным преимуществом перед дровами и углем. Риск утечек метана (CH₄) при добыче, транспортировке и распределении газа является серьезной экологической проблемой, так как метан обладает парниковым потенциалом, в десятки раз превышающим CO₂. Минимизация этих утечек – важнейшая задача газовой отрасли.

Природный газ не является «нулевой» технологией с точки зрения выбросов CO₂, но он выполняет критически важную роль «переходного топлива». Газовое топливо является лучшей заменой угля и мазута, чтобы быстро снизить выбросы в регионах, зависящих от твердого топлива. Газовые котлы идеально сочетаются с непостоянными возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ) в гибридных системах («тепловой насос + газовый котел-дублер» или «солнечный коллектор + газовый бойлер»). Они обеспечивают надежность и покрытие пиковых нагрузок. Существующая газораспределительная инфраструктура и парк котлов в будущем могут быть адаптированы для использования биометана (углеродно-нейтрального) или смесей с водородом, что открывает путь к глубокой декарбонизации без полного демонтажа действующих систем [5].

Газовое отопление жилых зданий, основанное на современных конденсационных технологиях и системах автоматического регулирования, демонстрирует высокие показатели энергоэффективности, позволяя рационально использовать ископаемый ресурс. С точки зрения экологической безопасности оно обладает неоспоримыми преимуществами перед твердым и жидким топливом, существенно снижая выбросы основных загрязняющих веществ и парниковых газов в местном масштабе. Таким образом, стратегическое значение природного газа в теплоснабжении на ближайшие десятилетия заключается не в консервации статус-кво, а в его эволюционной роли: как более чистого заменителя угля, как стабилизирующей основы для интеграции ВИЭ и как платформы для перехода на возобновляемые и низкоуглеродные газы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов в Российской Федерации» // Официальный интернет-портал правовой информации. — URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107020031> (дата обращения: 10.03.2026).

2. Приказ Минэнерго России от 28.06.2021 № 249 «Об утверждении Методических указаний по учету выбросов парниковых газов организациями топливно-энергетического комплекса» (Зарегистрирован в Минюсте России 16.09.2021 № 65017) // Официальный интернет-портал правовой информации. — URL:

<http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202109170018> (дата обращения: 10.03.2026).

3. Ковылин, А. В. Применение методов диагностики теплофизических свойств в теплотехнике / А. В. Ковылин // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности : материалы XII Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей, Волгоград, 21–26 апреля 2025 года. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ), 2025. – С. 337-339. – EDN IMBOFN.

4. Ковылин, А. В. Методы диагностики свойств экологически безопасных ограждений зданий / А. В. Ковылин // Современные вопросы безопасности : сборник трудов III Вузовской научно-технической конференции молодых исследователей, Волгоград, 18–19 февраля 2025 года. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2025. – С. 103-104.

5. Перспективы развития водородной энергетики : учебное пособие / И. Г. Киселев, М. Ю. Кудрин, И. А. Корченков, Д. В. Крылов. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2023. — 74 с. — ISBN 978-5-7641-1893-2.

РОЛЬ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СНИЖЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Таскаева А.А. (СМ-7-25), Линтроп Н.О. (ТБм-1-25)
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье рассматривается польза водородной энергетики при декарбонизации традиционных систем газоснабжения Российской Федерации. Анализируются технологические возможности интеграции водорода в существующую газотранспортную инфраструктуру, экологические преимущества замещения природного газа водородсодержащими смесями, а также нормативно-правовые барьеры внедрения водородных технологий. Показано, что частичная замена метана водородом в газораспределительных сетях позволяет снизить удельные выбросы CO₂ на 6,8–7,0 тонн на тонну замещаемого топлива, при этом сохраняя работоспособность существующей инфраструктуры при концентрации водорода до 20% [1]. Рассмотрены проекты ПАО «Газпром» и «Газпром нефть», проведен анализ регуляторных ограничений, связанных с отсутствием нормативов содержания водорода в транспортируемом газе по ГОСТ 5542-2022.

Ключевые слова: водородная энергетика, газотранспортная система, декарбонизация, экологическая нагрузка, низкоуглеродные технологии, Россия.

Мировая энергетика пытается снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду, для предотвращения климатических изменений. В этих условиях водородная энергетика рассматривается как один из ключевых инструментов достижения целей углеродной нейтральности к 2060 году, закрепленных в Энергетической стратегии Российской Федерации до 2035 года [2]. Рассматривается интеграция водорода в существующие газопроводы, чтобы снизить денежные затраты, но при этом перейти к низкоуглеродной экономике.

По данным за 2021 год, объем производства водорода в РФ превысил 5 млн тонн, однако подавляющее большинство (свыше 95%) приходится на «серый» водород, получаемый методом паровой конверсии метана без улавливания CO₂ [3]. Для плавного энергоперехода рассматриваются технологии получения «голубого» (с улавливанием и хранением углерода) и «зеленого» (на базе ВИЭ) водорода.

В 2020 году ПАО «Газпром» создало дочернюю компанию ООО «Газпром водород», для контроля проектов в области низкоуглеродных водородных технологий. «Газпром нефть» уже производит более 100 тыс. тонн водорода на своих технологических площадках, а к 2024 году планирует выйти на уровень 250 тыс. тонн в год с использованием технологий с улавливанием CO₂ [4]. В 2024 году «Газпром» объявил о получении первого образца природного водорода на Ковыктинском месторождении, что в будущем позволит развивать технологии связанные с «белым» водородом.

Интегрировать водород в существующие системы газоснабжения можно тремя способами: транспортировка чистого водорода по модернизированным газопроводам, переназначение магистральных газопроводов под водород и смешивание водорода с природным газом с последующей транспортировкой по действующим трубопроводам. Россия рассматривает последний вариант,

который позволяет использовать существующую инфраструктуру, без масштабных изменений.

Для внедрения водорода необходимо: снизить калорийность смеси (водород обладает в 3 раза меньшей объемной теплотой сгорания по сравнению с метаном), решить проблему повышенной проницаемости водорода через материалы трубопроводов, а также модернизировать газоиспользующее оборудование у конечных потребителей. На данный момент в России ведется разработка специальных композитных материалов, которые выдерживают водородную деградацию, а также горелочные устройства для работы на водородосодержащих смесях.

Экологическим преимуществом водородной энергетики является то, что при сжигании водород образует только водяной пар, исключая выбросы CO_2 , NO_x и SO_x в атмосферу. Расчеты показывают, что замещение 1 тонны природного газа водородом позволяет снизить выбросы углекислого газа на 6,8–7,0 тонн, что делает водородные технологии одним из наиболее эффективных инструментов декарбонизации газовой отрасли [5]. Снижение происходит у конечного пользователя, что позволяет учитывать его в национальных и корпоративных отчетах по углеродному следу.

Согласно исследованиям Соляник В.О., влияние водородной энергетики на глобальные экологические проблемы (парниковый эффект, разрушение озонового слоя) зависит от метода получения водорода: «зеленый» водород на базе ВИЭ демонстрирует минимальный углеродный след (2–5 кг CO_2 /кг H_2), тогда как «серый» водород из метана без улавливания углерода имеет показатель 10–12 кг CO_2 /кг H_2 [6].

Традиционные ингибиторы гидратообразования уступают водороду в экологичности. В сравнении с метанолом, который относится к токсическим веществам 3-го класса опасности и требует строго контроля, водород не наносит вред по водным экосистемам при возможной утечке, хотя и требует контроля как парниковый газ косвенного действия.

Перспективным направлением является снижение зависимости от дизельных генераторов, при помощи развития водородно-метанольных топливных элементов, которые помогут добиться автономного энергоснабжения газотранспортной системы. Вследствие чего сведутся к минимуму выбросы в труднодоступных регионах. Российские исследователи демонстрируют прогресс в создании высокоэффективных катализаторов для прямого преобразования метанола-водорода в электрическую энергию с КПД до 65% [7].

Таким образом, водородная энергетика самый перспективный, но затратный вариант снижения выбросов углерода. В настоящее время главный упор сделан на подмешивания водорода в уже существующие газопроводы. В долгосрочной перспективе необходимо создать отдельные магистрали для чистого водорода, обеспечивая глубокую декарбонизацию промышленности, тяжелого транспорта и балансировку энергосистемы на базе ВИЭ. Реализация этого потенциала позволит России не только снизить экологическую нагрузку собственной энергетики, но и занять лидирующие позиции на формирующемся глобальном рынке низкоуглеродного водорода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Верпаховский Г.А., Сидоров Д.Н., Ткаченко И.А. Экономические эффекты водородной трансформации газотранспортной системы России // Экономика и предпринимательство. 2025. № 1. С. 45–58.
2. Распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 N 1523-р (ред. от 15.02.2025) <Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года> // КонсультантПлюс URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_354840/ (дата обращения: 22.01.2026).
3. Karasevich V.A., Kozlov S.S., Kharlamov V.V. Technological aspects of Russian hydrogen energy development // International Journal of Hydrogen Energy. 2024. Vol. 57. P. 1332–1345.
4. «Газпром нефть» займется развитием водородных технологий // Энергетическая политика России. 2021. № 8. С. 12–15.
5. Оценка экологических эффектов замещения природного газа водородом // Водородная энергетика: технологии и рынки. М.: ИД «Энергетика», 2023. С. 77–89.
6. Соляник В.О. Экологические аспекты развития водородной энергетики // Вестник Сумского государственного университета. 2009. № 3. С. 45–52.
7. Орехова Т.С., Перелыгина А.В., Кисиев Б.А., Бабаянц М.Т. Водородная энергетика в России. Екатеринбург: УрФУ, 2016. 182 с.

ВЛИЯНИЕ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В ГОРОДЕ ЕЛЕЦ

Толстых Е.С. (ТБ/6-25-1-о)

Научный руководитель – старший преподаватель кафедры ТБ Бариева Е.Ф.
Севастопольский государственный университет Высшая технологическая школа «Севастопольский приборостроительный институт»

Аннотация: статья посвящена исследованию несанкционированных свалок на территории г. Елец Липецкой области. Представлены результаты картографирования объектов, оценки их негативного воздействия на окружающую среду и расчёта ущерба, нанесённого почвенному покрову, выполненного в соответствии с нормативной методикой.

Ключевые слова: мусор, несанкционированные свалки, экология, загрязнения.

Несмотря на статус города воинской славы и официального города молодёжи, в Ельце сохраняется проблема несанкционированных свалок, как и в принципе по всей стране. Липецкая область, куда входит Елец, в 2022-2023 годах заняла лишь 61 место в экологическом рейтинге «Зелёного патруля» [1]. Ситуация усугубляется большим потоком туристов, что увеличивает нагрузку на экологию исторического города.

Поток туристов и низкая экологическая грамотность влечет за собой появление стихийных свалок мусора в различных частях города. Но не только они являются причинами, а также обслуживающий региональный оператор, который должен поддерживать в чистоте мусорные контейнеры и площадки. К большому сожалению в таких местах сбора отсутствует полноценное ограждение и покрытие с водоотводом [2].

Глобальной проблемой в городе является отсутствие мусороперерабатывающего завода. Кроме того, самый ближайший мусорный полигон оказался также закрыт [3]. Основным оператором по вывозу мусора является «ТЭКО-Сервис», но, к сожалению, компания уже давно не справляется со своими обязанностями в должной мере, что приводит к непоправимому ущербу окружающей среде [4, 5].

Ведь мусор довольно часто является причиной возникновения пожаров, является источником выделения вредных веществ в первую очередь в почву, а также как следствие отложенного действия является источником появления хронических заболеваний и всевозможных патологий у людей.

В представленном исследовании были выявлены самые большие места со скоплением мусора на общественной дороге, прилегающей к административным зданиям и соответственно местам скопления людей. Это маршрут от МБОУ «Лицея №5» до МБОУ СШ №1 им. М. М. Пришвина и далее до парка 40-летия Великой Октябрьской Социалистической Революции. Именно Так как все-таки наибольший вред выявленные свалки наносят почвам, то в первую очередь необходимо оценить какой ущерб они наносят.

Законодательством внедрена «Методика исчисления размера вреда, причинённого почвам как объекту охраны окружающей среды» [6,7]. Применим ее для расчёта выявленных мест скопления несанкционированного мусора.

Обнаружены несанкционированные свалки, которые можно увидеть на рисунке 1.



Рис. 1. Карта несанкционированных свалок на территории г. Ельца

Расчет общей стоимости вреда, причинённого почвам (руб.), измеряется по формуле:

$$\text{УЩ} = \text{УЩ}_{\text{загр}} + \text{УЩ}_{\text{отх}} + \text{УЩ}_{\text{перекр}} + \text{УЩ}_{\text{сн}} + \text{УЩ}_{\text{уничт}}$$

где, $\text{УЩ}_{\text{загр}}$ – размер вреда от загрязнения почвы, вызванного поступлением загрязняющих веществ. При расчётах составил 151405 руб.

$\text{УЩ}_{\text{отх}}$ – размер вреда в результате порчи почв при их захламлении. При расчётах составил 84240 руб.

$\text{УЩ}_{\text{перекр}}$ - размер вреда в результате порчи почвы при перекрытии ее поверхности. При расчётах составил 105300 руб.

$\text{УЩ}_{\text{сн}}$ - размер вреда в случае порчи почв при снятии и (или) перемещении плодородного слоя почвы. При расчётах составил 78325 руб.

$\text{УЩ}_{\text{уничт}}$ - размер вреда при частичном (полном) разрушении плодородного слоя почвы. При расчётах составил 1133450 руб.

Таким образом, общая стоимость вреда, причинённого почвам, составила 1552720 руб.

Можно сделать вывод, что город Елец Липецкой области нуждается в увеличении частоты вывоза мусора, ведь несанкционированные свалки приносят большой ущерб почве, который составил 1552720 рублей. На региональном уровне необходимо пересмотреть подход к организации контейнерных площадок, в первую очередь своевременный мониторинг всех выявляемых нарушений с последующим наказанием виновных лиц. Кроме того, город действительно нуждается в мусороперерабатывающем комплексе, который смог бы сократить или вовсе избавиться от нежелательных скоплений мусора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В национальном экологическом рейтинге регионов России Липецкая область заняла 61 место // Липецкие СМИ. - URL: <https://dzen.ru/a/ZCVtI50t23HGtNcb> (дата обращения: 20.01.2026)
2. От администрации Ельца требуют ликвидировать свалки // Региональные СМИ. - URL: <https://gorod48.ru/news/1941170/oldest/> (дата обращения: 21.01.2026)
3. Мусорный полигон в Елецком районе закрыт: его владелец заявляет о рейдерском захвате // Региональные СМИ. - URL: <https://gorod48.ru/news/1914126/> (дата обращения: 20.01.2026)
4. Сегодня днём в Ельце снова выявлены жителями нарушения «Тэко Сервисом» обязанности по своевременному вывозу мусора // Городской информационный портал. - URL: <https://news.allelets.ru/news/32357-segodnya-dnyom-v-elce-snova-vyyavleny-zhitelyami-narusheniya-tehko-servisom-obyazannosti-po-svoevremennomu-vyvozu-musora> (дата обращения: 21.01.2026)
5. Из-за действий «ТЭКО-Сервис» Елецкая зона утопает в мусоре // Тамбовские корреспонденты. - URL: <https://bloknottambov.ru/news/iz-za-deystviy-teko-servis-eletskaya-zona-utopaet--1785487> (дата обращения: 22.01.2026)
6. Об утверждении методики исчисления размера вреда, причинённого почвам как объекту охраны окружающей среды: приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 08.07.2010 № 238 (с изменениями на 18 ноября 2021 г.) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/902227668> (дата обращения: 22.01.2026).
7. Шароварина, А. Р. Влияние несанкционированных свалок на окружающую среду на примере рекреационной зоны Фиолент Г. Севастополь / А. Р. Шароварина, Е. Ф. Бариева // Экологическая безопасность в техносферном пространстве: Сборник по материалам Седьмой Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых и студентов, Екатеринбург, 24 мая 2024 года. – Екатеринбург: Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2024. – С. 307-311.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНДЕНСАЦИОННЫХ ГАЗОВЫХ КОТЛОВ

Федорова А.А. (СМ-7-23)

Научный руководитель – доц. кафедры ЭТиТГСВ Кондауров П.П.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: рассмотрены особенности изменения значения коэффициента полезного действия конденсационного котла, в зависимости от тепловой нагрузки его работы

Ключевые слова: конденсационный котел, КПД.

Конденсационные котлы получают дополнительное тепло, охлаждая дымовые газы до точки, когда содержащийся в них пар конденсируется на теплообменнике. Эта энергия добавляется к теплу, полученному от сжигания топлива.

Такой подход организации теплообмена позволяет использовать высшую теплотворную способность газообразного топлива, то есть весь энергетический потенциал, который содержит ископаемое топливо.

Благодаря принципу работы конденсационного котла снижаются расход природного газа и выбросы продуктов сгорания в атмосферу, что способствует улучшению экологической обстановки – одной из ключевых целей современного общества [1].

Ключевое преимущество конденсационных котлов – существенное снижение температуры отходящих газов. Благодаря чему растёт коэффициент полезного действия (КПД) установки.

КПД не является постоянной величиной, поскольку его значение определяется температурой наружного воздуха и, как следствие, тепловой нагрузкой на котёл. Для анализа его динамики в привязке к температурному графику выполнен расчет на примере здания, расположенного в городе Волгограде с водяной системой отопления, работающей по температурному графику 80-60 °С.

КПД при промежуточной нагрузке с поправкой на температуру рассчитывается по формуле:

$$\eta_{gnr,Pint,corr} = \eta_{gnr,Pint} + f_{corr,Pint} \cdot (\theta_{gnr,w,test,Pint} - \theta_{gnr,w,m}), \quad (1)$$

где $\eta_{gnr,Pint}$ – КПД теплогенератора при промежуточной нагрузке по [2];

$f_{corr,Pint}$ – поправочный коэффициент, учитывающий изменение КПД в зависимости от средней температуры воды в теплогенераторе по [3];

$\theta_{gnr,w,test,Pint}$ – средняя температура воды в теплогенераторе (или температура воды, возвращающейся в котел, для конденсационных котлов) при условиях испытания для промежуточной нагрузки по [3];

$\theta_{gnr,w,m}$ – температура воды в обратном трубопроводе, определяется по температурному графику (рис. 1).

Температура воды в обратном трубопроводе при любом режиме регулиро-

вания нагрузки водяных систем отопления, рассчитывается по выражению [4]:

$$\theta_{gnr,w,m} = t_{в.р} + \Delta t'_0 \bar{Q}_0^{0,8} - 0,5\theta' \bar{Q}_0 / \bar{G}_0; \quad (2)$$

где $t_{в.р}$ – расчетная внутренняя температура помещения, °С;

θ' – расчетный перепад температур в отопительной системе.

$$\Delta t'_0 = 0,5(\tau'_{01} + \tau'_{02}) - t_{в.р} \quad (3)$$

где, τ'_{01} – расчетная температура воды в подающем трубопроводе системы отопления, °С;

τ'_{02} – расчетная температура воды в обратном трубопроводе системы отопления, °С;

Относительная тепловая нагрузка, определяется по выражению:

$$\bar{Q}_0 = Q_0 / Q_0' = (t_{в.р} - t_{н}) / (t_{в.р} - t_{н.о}) \quad (4)$$

где, $t_{н}$ – текущая наружная температура, °С;

$t_{н.о}$ – расчетная температура наружного воздуха (наиболее холодная пятидневка) [5], °С.

Температурный напор в системе отопления, определяется по выражению:

$$\theta' = \tau'_{01} - \tau'_{02} \quad (5)$$

При расчетной температуре наружного воздуха $t_{н.о} = -21^\circ\text{С}$ температура воды в подающем трубопроводе системы отопления составляет $\tau'_{01} = 80^\circ\text{С}$ а в обратном трубопроводе $\tau'_{02} = 60^\circ\text{С}$. Внутренняя температура воздуха в помещений $t_{в.р} = 18^\circ\text{С}$.

$$\theta' = 80 - 60 = 20^\circ\text{С};$$

$$\Delta t' = 0,5(80 + 60) - 18 = 52^\circ\text{С};$$

$$\theta_{gnr,w,m} = 18 + 52\bar{Q}_0^{0,8} - 10\bar{Q}_0;$$

$$t_{н} = 18 - (18 - (-21))\bar{Q}_0 = 18 - 39\bar{Q}_0;$$

$$\eta_{gnr,Pint,corr} = 97,5 + 0,2 \cdot (30 - \theta_{gnr,w,m}).$$

Задаваясь несколькими значениями $\bar{Q}_0$, определяется по приведенным формулам значения $\theta_{gnr,w,m}$, $t_{н}$ и $\eta_{gnr,Pint,corr}$. Результат заносится в таблицу 1.

Таблица 1

Зависимость КПД конденсационного котла от относительной тепловой нагрузки

$\bar{Q}_0$	$t_{н}, ^\circ\text{С}$	$\theta_{gnr,w,m}, ^\circ\text{С}$	$\eta_{gnr,Pint,corr}, \%$
0,2	+10,2	30,3	97,4
0,4	+2,4	39,0	95,7
0,6	-5,4	46,6	94,2
0,8	-13,2	53,5	92,8
1,0	-21	60	91,5

На основе полученных данных построен график изменения температуры

воды в обратном трубопроводе (рис. 1) и зависимость КПД конденсационного котлоагрегата от относительной тепловой нагрузки.

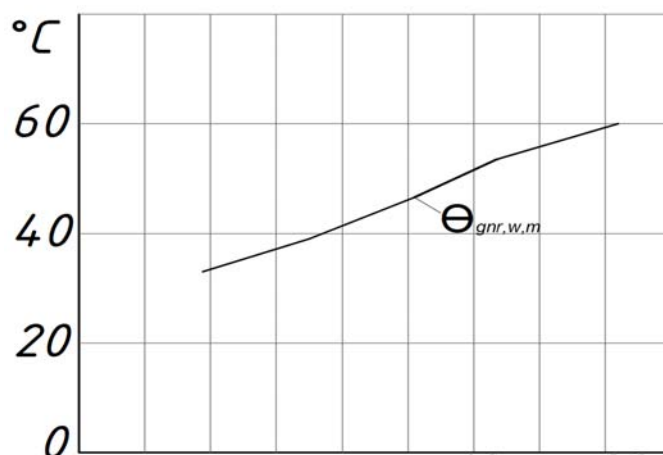


Рис.1. График температуры воды в обратном трубопроводе системы отопления

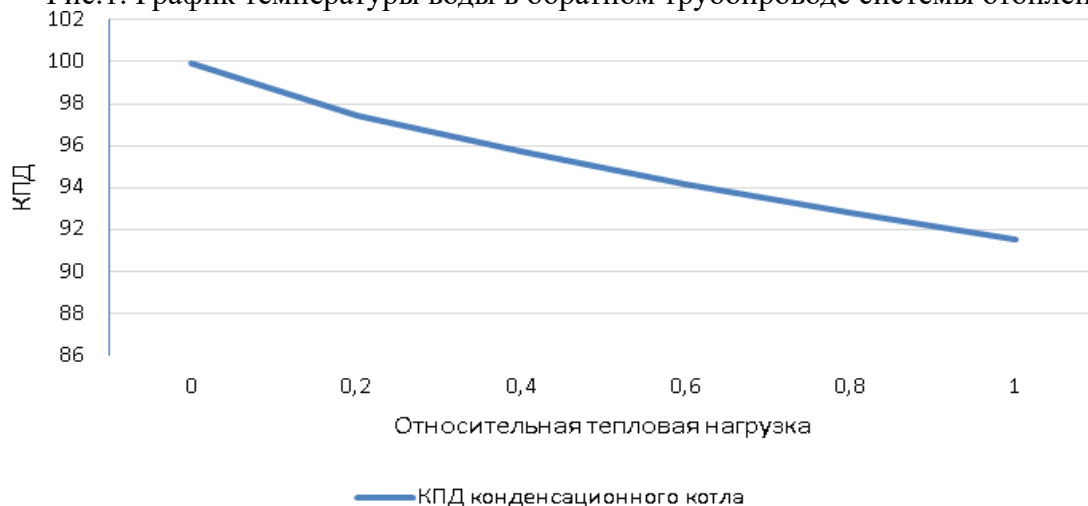


Рис.2. График линейной зависимости КПД от относительной тепловой нагрузки

По результатам выполненных расчётов установлено, чем ниже температура в обратном трубопроводе, тем полнее конденсация и выше КПД, то есть использование котлов в низкотемпературных системах отопления обеспечивает повышение их коэффициента полезного действия.

Таким образом, конденсационный котёл — это эффективное решение для энергосберегающего отопления, но его преимущества раскрываются только при соблюдении условий эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А. Л. Торопов. Настенные газовые котлы автономных систем теплоснабжения. История создания. Основные элементы. Классификация. Часть 2: Конденсационные настенные газовые котлы. — М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2020. — 68 с.
2. Официальный сайт «Все инструменты.ру» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.vseinstrumenti.ru/> — Дата доступа: 08.01.2026.
3. ГОСТ Р 56777-2015 Котельные установки. Метод расчета энергопотребления и эффективности: национальный стандарт: дата введения 2016-07-01 / Министерство промышленности и торговли Российской Федерации. — Москва: СанТехПроект, 2016.
4. СП 131.13330.2025 Строительная климатология. СНиП 23-01 99*: свод правил: дата

введения 2025-08-08 / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – Изд. Официальное. – Москва: Стандартинформ, 2025.

5. А. П. Сафонов. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям / А. П. Сафонов. 3е изд., перераб. М.: Энергоатомиздат, 1985. 232 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ УЧЕТА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Филатов В.А. (ТБм-1-24)

Научный руководитель - д.т.н., проф., зав. кафедрой БЖвСиГХ Азаров В.Н.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье рассмотрены проблемы учета экологических требований при разработке проекта производства работ. Проанализирована роль проекта производства работ в системе организационно-технологической документации строительства. Выявлены недостатки, связанные с формальным включением экологических мероприятий и их слабой интеграцией в технологические решения. Отмечены ограничения нормативного и методического обеспечения учета экологических факторов при организации строительных работ.

Ключевые слова: проект производства работ; экологические требования; строительное производство; охрана окружающей среды; экологическая безопасность; организационно-технологическая документация.

Строительное производство сопровождается образованием отходов, выбросами загрязняющих веществ, шумовым и вибрационным воздействием, а также нарушением почвенного и водного режима территорий, что обуславливает необходимость учета экологических требований при организации и выполнении строительных работ [1]. Законодательство Российской Федерации в области охраны окружающей среды и градостроительной деятельности устанавливает обязательность соблюдения природоохранных требований при осуществлении строительной деятельности, включая этап производства работ [2].

Проект производства работ представляет собой основной организационно-технологический документ, определяющий порядок выполнения строительных процессов, применяемые технологии, средства механизации и условия производства работ [3]. На стадии разработки проекта производства работ принимаются решения, оказывающие прямое влияние на характер и интенсивность воздействия строительных работ на окружающую среду. При этом действующие нормативные документы регламентируют необходимость включения мероприятий по охране окружающей среды в состав проектов производства работ [4].

Практика разработки проектов производства работ свидетельствует о том, что экологические требования зачастую рассматриваются обособленно от технологических решений и не оказывают определяющего влияния на организацию строительных процессов. Отсутствие системного подхода к учету экологических факторов при разработке проекта производства работ снижает эффективность природоохранных мероприятий и ограничивает возможности минимизации негативного воздействия строительного производства на окружающую среду [5]. Указанные обстоятельства обуславливают актуальность анализа современных проблем учета экологических требований при разработке проекта производства работ.

Проект производства работ занимает центральное место в системе организационно-технологической документации строительства и определяет практическую реализацию проектных решений на стадии выполнения строительных работ [3]. В отличие от проектной документации, формирующей общие архитектурно-планировочные и конструктивные решения, ППР ориентирован на конкретные технологические процессы, последовательность их выполнения и условия производства работ, что обуславливает его значимость с точки зрения экологической безопасности строительного производства.

Нормативные требования предусматривают включение в состав проекта производства работ мероприятий, направленных на охрану окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов и предотвращение негативного воздействия строительных работ [4]. При этом экологические требования в ППР должны учитывать специфику строительной площадки, применяемые технологии, используемое оборудование и условия выполнения работ. Фактическая реализация данных требований во многом зависит от степени их интеграции в технологические решения, заложенные в проекте производства работ.

Анализ практики разработки ППР показывает, что экологические мероприятия нередко включаются в состав документации формально и представляют собой обобщённые положения, не связанные с конкретными строительными процессами. Такое положение во многом обусловлено ориентацией ППР на обеспечение сроков строительства и оптимизацию затрат, в то время как экологические аспекты рассматриваются как второстепенные. В результате природоохранные мероприятия не оказывают существенного влияния на организацию строительных работ и не обеспечивают необходимого уровня снижения негативного воздействия [1].

Существенной проблемой является разобщённость экологической информации, формируемой на различных стадиях проектирования. Материалы оценки воздействия на окружающую среду и разделы проектной документации, связанные с охраной окружающей среды, зачастую не находят прямого отражения в проекте производства работ. Отсутствие регламентированного механизма трансформации проектных экологических решений в конкретные технологические мероприятия ППР снижает преемственность экологических требований на этапах строительства [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ // КонсультантПлюс URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 09.01.2026).
2. "Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 30.01.2026) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2026) // КонсультантПлюс URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 15.01.2026).
3. СП 48.13330.2019 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. // Консорциум Кодекс URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084098#7D20K3> (дата обращения: 15.01.2026).

4. Своды правил по проектированию и строительству СП 12-136-2002 "Безопасность труда в строительстве. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ" (утв. постановлением Госстроя РФ от 17 сентября 2002 г. N 122) Дата введения - 1 января 2003 г. // Гарант URL: <https://base.garant.ru/12129183/> (дата обращения: 11.01.2026).

5. Национальный стандарт российской федерации ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ от 01.01.2021 // Консорциум Кодекс URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200174798> (дата обращения: 11.01.2026).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ АСПИРАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Шероварченко С.С.(СМ-7-24)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры ЭТТиВ Карапузова Н.Ю.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в статье представлены результаты экспериментального исследования параметров работы системы аспирации на упаковочном отделении цементного завода. Полученные данные позволяют обосновать технические решения по модернизации аспирационной системы, направленные на повышение её эффективности, улучшение условий труда и снижение профессиональных рисков.

Ключевые слова: аспирация, местный отсос, цементное производство, упаковочное оборудование, интенсивность отсоса.

Большинство технологических операций в цементном производстве сопровождается интенсивным пылевыделением. Концентрация цементной пыли в воздушной среде рабочей зоны нередко превышает установленные санитарно-гигиенические нормативы, что представляет собой один из ключевых факторов риска развития профессиональных заболеваний органов дыхания у персонала.

В ходе исследования проведена оценка технологического оборудования цеха как источника загрязнения воздушной среды. Установлено, что основными локальными источниками пылевыделения в рабочую зону являются башмаки и головки элеваторов, конвейерные линии, узлы пересыпки, просеивающие и упаковочные машины.

Анализ опыта эксплуатации систем обеспыливающей вентиляции, обслуживающих упаковочные отделения, выявил их недостаточную эффективность. Поступление пыли в рабочую зону обусловлено, в первую очередь, выбиванием цементной пыли из технологического оборудования, а также механическими воздействиями на тару — разрывами мешков, их падением и другими аналогичными факторами [1].

С целью улучшения микроклимата и качества воздушной среды в зоне пребывания оператора упаковочной линии, а также разработки мероприятий по повышению эффективности систем местной вытяжной вентиляции, были выполнены замеры концентрации пыли в воздухе рабочей зоны оператора карусельной упаковочной машины и вспомогательного персонала.

Для определения дисперсного состава цементной пыли использована усовершенствованная методика микроскопического анализа с применением программного обеспечения Dust и цифровой обработки отсканированных изображений [2]. Результаты исследований показали, что медианный диаметр частиц (d_{50}) в зоне дыхания упаковщика составляет 30 мкм, в рабочей зоне вспомогательных работ №2 — 13 мкм, а в зоне вспомогательных работ №3 — 7,5 мкм.

Проведённый анализ свидетельствует о том, что дисперсный состав цементной пыли преимущественно представлен респирабельными фракциями,

способными проникать в глубокие отделы дыхательной системы и задерживаться в лёгких.

Исследование динамики изменения концентрации пыли в течение рабочей смены показало, что её уровень первоначально возрастает вследствие накопления пыли, выбиваемой из оборудования. После шести часов работы наблюдается постепенное снижение концентрации, обусловленное снижением производительности технологического оборудования. Экспериментально установлено, что максимальная среднесменная концентрация пыли достигает $10,5 \text{ мг/м}^3$, что превышает предельно допустимую концентрацию для рабочей зоны ($\text{ПДК}_{\text{крз}} = 6 \text{ мг/м}^3$).

Выявлено, что основной причиной повышенного запыления является непосредственное выбивание пыли из технологического оборудования. Второстепенным фактором выступает недостаточная производительность существующих местных отсосов, что обуславливает необходимость определения требуемых объёмов удаляемого воздуха. Для расчёта необходимых расходов воздуха, отсасываемого от оборудования, был принят экспериментальный подход, рекомендованный В.Н. Посохиным[3], согласно которому расчётная интенсивность отсоса соответствует условиям, при которых параметры воздушной среды в зоне дыхания соответствуют нормируемым значениям. Отбор проб воздуха осуществлялся в соответствии с действующими стандартными методиками. Исследования проводились при работающем оборудовании и соблюдении штатных технологических режимов. Регулирование расхода удаляемого воздуха выполнялось с помощью заслонок, установленных на местных отсасывающих устройствах. Рекомендуемые значения интенсивности местного отсоса для карусельной упаковочной машины представлены в табл. 1.

Таблица 1

Рекомендуемая интенсивность местного отсоса от карусельной упаковочной машины

Параметр	ПДКРЗ., мг/м ³	Интенсивность местного отсоса	
		Фактическая	Рекомендуемая
Количество удаляемого воздуха, м ³ /ч	6,0	300	550
Концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	6,0	7,9	4,45

Анализ данных приведенных в табл.1 показал, что после внедрения рекомендуемой интенсивности местного отсоса, концентрация в воздухе рабочей зоны упаковщика цементного производства ниже предельно допустимой, что соответствует нормативным требованиям к качеству воздушной среды рабочей зоны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азаров В.Н., Стефаненко С.И., Лукъянсков А.С., Долгалев А.В. Анализ запыленности воздуха рабочей зоны оператора упаковочной линии цементного производства//Социально-экономические и технологические проблемы развития строительного комплекса региона. Наука.Практика. Образование. Мат-лы III Вероссийск. Науч.-техн. конф.,

г. Волгоград- г.Михайловка, 22-23 октября 2009г.

2. Азаров, В. Н. Дисперсный анализ методом микроскопии с применением ПЭВМ / В. Н. Азаров, А. В. Ковалева, Н. М. Сергина // Экологическая безопасность и экономика городских и теплоэнергетических комплексов : междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 1999. – С. 76.

3. Посохин, В. Н. Местная вентиляция : учеб. пособие / В. Н. Посохин. – Казань : КГАСУ, 2005. – 73 с.

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ ГЛИНОЗЕМА В МОРСКОМ ПОРТУ НАХОДКА

Щербакова О.В. (к.т.н., доц. кафедры ТМиПТМ), Жевненко В.Д. (ЭПМ-241)

Сибирский государственный университет водного транспорта

Аннотация: в статье рассматривается проблема снижения пылеобразования при проведении перегрузочных работ груза глинозема в АО «Находкинский морской торговый порт». Авторами исследуются методы, которые используются в настоящее время в порту при выполнении различных схем перегрузки.

Ключевые слова: перегрузка глинозема, экологическая безопасность в порту, снижение пыли при перегрузочных работах.

АО «Находкинский морской торговый порт» – это старейшее стратегическое предприятие страны, где навигация проходит круглогодично. Его ежегодный грузооборот составляет порядка 11 млн. тонн и имеет тенденцию к росту (рис. 1).



Рис. 1. АО «Находкинский морской торговый порт»

Среди номенклатуры грузов преобладают навалочные грузы, в частности глинозем, перегрузка которого активно началась в декабре 2018 года.

Глинозем – это кристаллический порошок белого цвета, получаемый из руд, содержащих алюминий. Глинозем предназначен для производства алюминия [1]. Из-за особенности гранулированного состава этот груз сильно пылит при проведении перегрузочных работ, поэтому необходимо соблюдать требования экологической безопасности для исключения нарушения экосистемы морского порта.

Как известно, использование пылезащитных систем играют важную роль в снижении пылеобразования в портовых зонах, где осуществляется обработка пылящих грузов [2].

На данном предприятии выполняют схему грузопереработки глинозёма по варианту судно-вагон. Что отличает классическую схему перегрузки, от предложенной, в морском порту?

Груз прибывает на судне балкере с закрытыми трюмами, далее необходи-

мо произвести разгрузку глинозема из трюмов, в полувагоны. На этом этапе используют порталный кран с грейфером, который будет загружать далее груз в вагон. При такой схеме перегрузки наблюдается повышенное образование пыли.

На предприятии, для снижения пыли, успешно реализован совместный проект порта с компаниями РУСАЛ и инжиниринговой компании TTS [1].

Был разработан универсальный мобильный бункерный комплекс для грейферной перевалки глинозема из судов в полувагоны. Отличительной особенностью такой схемы являлось то, что полувагоны устанавливались под установку и были оборудованы мягкими герметичными вкладышами (ВВМР), (рис. 2). Загрузка вагонов проводилась грейфером через специальный бункерный комплекс, который имеет герметичный рукав, что позволяет загружать глинозем в вагоны, исключая появления пыли.

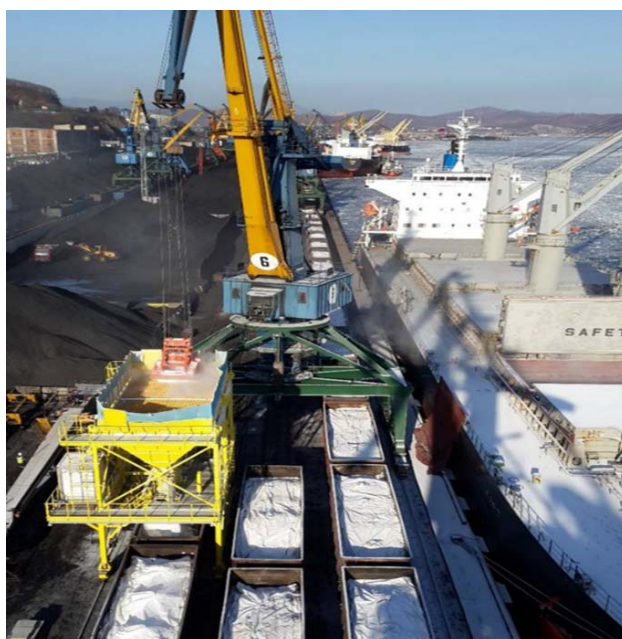


Рис. 2. Перегрузка глинозема в порту

Особенность этой мобильной бункерной установки заключается в том, что она имеет систему пылеподавления FLEX - FLAP с автоматизированной системой управления, позволяющей также остатки пыли в бункере после очистки из фильтрующей установки собирать в специализированный закрытый мягкий контейнер, то есть имеет замкнутый цикл очистки от пыли, что несомненно является передовым в вопросе борьбы с пылью при проведении перегрузочных работ.

Несмотря на такое, современное оборудование, к сожалению нельзя полностью исключить появление пыли в порту при перегрузке глинозема из трюма судна в бункер установки. Это можно объяснить тем, что крановщик-оператор, на порталном кране грейфером загружает глинозем в бункер.

Грейфер должен опускаться как можно ниже над установкой, чтобы при высыпании груза уменьшить появление пыли, поэтому часть пыли улетучивается.

Пример использования современной бункерной установки, в качестве пы-

лезащитной системы в АО «Находкинский морской торговый порт», при перегрузке глинозема, показывает, что существуют уже системы способные в большей мере решать проблему пылепоглощения, тем самым доказывая, внедрение современных технологий способствует соблюдению экологических норм, требований и стандартов, что отражается на репутации морских портов, работающих с таким грузом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гунькова, О. В. Технология перегрузки глинозема в портах России / О. В. Гунькова, И. В. Тарасова // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 2. Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. С. 204-206.
2. Флемер, Е. А. Защита окружающей среды при перегрузке в порту пылящих грузов / Е. А. Флемер, В. М. Хохряков // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности : материалы XII Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей, Волгоград, 21–26 апреля 2025 года. Волгоград: Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), 2025. С. 282-284.

УДК 004.056

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МОНИТОРИНГЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Алексеев А.В. (ИБО-24), Семенов Д.Е. (ИБО-24)

Научный руководитель – старший преподаватель кафедры экономики Гаврилова Т. В.

«Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова» - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии»

Аннотация: искусственный интеллект становится ключевым инструментом в мониторинге информационной безопасности. Он повышает эффективность обнаружения угроз, снижает ложные срабатывания и ускоряет реагирование, обеспечивая устойчивость цифровых систем.

Ключевые слова: искусственный интеллект; мониторинг безопасности; киберугрозы; машинное обучение; SIEM-системы.

Масштаб цифровизации в последние годы привёл к стремительному росту числа и сложности киберугроз. Компании всё чаще становятся объектами целевых атак, утечек данных и злоупотреблений инсайдеров.

В этой связи особую актуальность приобретают методы искусственного интеллекта (ИИ), которые способны автоматически анализировать большие массивы информации [1, 2].

Применение ИИ на практике:

- современные платформы безопасности всё чаще интегрируют искусственный интеллект;
- IDS/IPS с элементами ИИ способны выявлять нетипичные сетевые взаимодействия и блокировать атаки в реальном времени;
- SIEM нового поколения используют ИИ для сопоставления событий из разных источников и выявления скрытых инцидентов;
- инсайдерские угрозы анализируются с помощью поведенческих моделей, которые отслеживают нетипичные действия сотрудников;
- Big Data аналитика в сочетании с ИИ помогает находить закономерности в огромных массивах логов и сетевых пакетов [3, 4].

В то же время решения на основе открытого кода крайне ограниченно востребованы в сфере кибербезопасности и биометрии — их используют лишь 0,4–1% организаций. Это связано как с рисками утечки и компрометации корпоративных данных, так и с наличием скрытых угроз в открытых репозиториях. По данным «Лаборатории Касперского», в популярных хранилищах исходного кода выявлено более 20 тысяч вредоносных пакетов, что делает использование опенсорс-решений небезопасным для критически важных информационных систем.

На этом фоне особый интерес представляют отечественные коммерческие разработки в области SIEM, интегрирующие искусственный интеллект. Одним из наиболее показательных примеров является система MaxPatrol SIEM

от компании Positive Technologies. Она стала одной из первых SIEM-платформ, в которую был встроен модуль машинного обучения, выполняющий роль *second opinion* («второго мнения») при анализе инцидентов ИБ.

Ключевой элемент платформы — Behavioral Anomaly Detection (BAD). Этот модуль включает около 30 моделей машинного обучения, разработанных на основе более чем двадцатилетнего опыта компании в расследовании киберинцидентов. BAD анализирует события, действия пользователей и процессы в контексте общей картины и присваивает каждой обнаруженной аномалии уровень риска (*risk score*). Такой подход позволяет аналитикам быстрее определять приоритеты реагирования и снижает когнитивную нагрузку специалистов.

Кибератаки имеют не только технические, но и значительные экономические последствия. По данным НИУ ВШЭ, прямые убытки компаний от атак составляют миллиарды рублей ежегодно, не считая косвенных потерь в виде снижения репутации [5].

Внедрение ИИ снижает расходы на ручной анализ инцидентов и позволяет быстрее локализовать угрозы. Хакимов А. А. отмечает, что интеллектуальные системы уменьшают зависимость от человеческого фактора и оптимизируют распределение ресурсов. В результате повышается экономическая устойчивость бизнеса и доверие клиентов к его цифровым сервисам [2].

Ключевые преимущества применения искусственного интеллекта в мониторинге ИБ:

- значительное сокращение числа ложных срабатываний;
- быстрое обнаружение ранее неизвестных угроз;
- автоматизация рутинных задач специалистов SOC;
- масштабируемость решений при росте объёмов данных.

Positive Technologies подчёркивает, что ИИ позволяет распознавать атаки быстрее и точнее человека [6].

Однако, несмотря на успехи, внедрение ИИ связано с рядом ограничений:

- имеется зависимость от качества и полноты обучающих выборок;
- существует риск обхода алгоритмов злоумышленниками;
- необходимы высокие вычислительные затраты;
- есть сложность интерпретации решений ИИ.

Однако уже можно сказать, что искусственный интеллект — это неотъемлемая часть в мониторинге информационной безопасности. Искусственный интеллект повышает эффективность в обнаружении угроз и снижает издержки компаний. Будущее информационной безопасности в сфере технологий напрямую связано с развитием ИИ.

При этом искусственный интеллект всё ещё остается инструментом, для которого нужен подходящий специалист. Именно человек остается тем, кто подводит итог и принимает верное решение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дударев К. С., Пермяков О. В., Суслов А. В. Искусственный интеллект в сфере кибербезопасности // Integral URL: https://e-integral.ru/ru/nauka/article/86419/view?utm_source=chatgpt.com#article-info (дата обращения: 01.12.2025).
2. Хакимов А.А. Роль искусственного интеллекта в кибербезопасности // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 11(116). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/16310> (дата обращения: 01.12.2025).
3. Рост числа и изощренности киберугроз меняет платформы SIEM // OSP.ru URL: <https://www.osp.ru/articles/2025/01/13059228> (дата обращения: 01.12.2025).
4. Татарникова, Т. М., Богданов, П. Ю. (2021). Обнаружение атак в сетях интернета вещей методами машинного обучения. Информационно-управляющие системы, (6), 42-52. <https://doi.org/10.31799/1684-8853-2021-6-42-52>.
5. Туровец Ю. В., Фокина А. И. ИИ для кибербезопасности: тренды и востребованность // ИСИЭЗ НИУ ВШЭ URL: <https://issek.hse.ru/news/959103067.html> (дата обращения: 01.12.2025).
6. Искусственный интеллект в киберзащите // Хабр URL: <https://habr.com/ru/companies/pt/articles/904936/> (дата обращения: 01.12.2025).

ТЕНДЕНЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ МЕССЕНДЖЕРАХ

Дьякова В.Н., Горбатова Ю.В. (ИСТ-1-24)

Научный руководитель – ассистент кафедры ЦТУАС Щербаков А.Г.

Волгоградский государственный технический университет

Институт архитектуры и строительства

Аннотация: в работе упорядочены наиболее характерные риски для пользователей мессенджеров: атаки социальной инженерии, нарушение безопасности, утечки через механизмы резервного копирования и раскрытие метаданных. Показано, что устойчивость коммуникаций обеспечивается не одной технологией, а сочетанием решений: сквозным шифрованием сообщений, усилением процедур входа и контроля устройств, а также криптографической защитой резервных копий.

Ключевые слова: информационная безопасность, утечки данных, сквозное шифрование, метаданные, аутентификация, резервные копии.

1. Введение

Мессенджеры фактически стали универсальной средой обмена личной и рабочей информацией: через них пересылают документы, обсуждают организационные вопросы и передают персональные данные. По этой причине инциденты безопасности в таких сервисах затрагивают сразу два уровня: конфиденциальность переписки и сохранность учётной записи. При этом практические атаки чаще ориентированы не на «взлом» алгоритмов шифрования, а на получение доступа к аккаунту и обход пользовательских процедур безопасности [1].

Цель статьи - определить основные причины утечек и компрометации данных в мессенджерах и предложить комплекс мер снижения рисков за счёт комбинирования технологий: E2EE для защиты содержания, MFA и контроля устройств для защиты доступа, а также шифрования резервных копий для безопасного восстановления переписки.

Предлагаемый способ снижения рисков заключается в применении комбинированной схемы защиты: (1) сквозное шифрование (E2EE) для защиты содержания, (2) усиленная аутентификация и контроль устройств для защиты доступа, (3) шифрование резервных копий для безопасного восстановления.

2. Типовые угрозы и модель нарушителя

Выделяются несколько сценариев: (1) фишинг и социальная инженерия (поддельные формы входа, вредоносные ссылки и вложения) [1]; (2) захват аккаунта, включая SIM-swap и перехват одноразовых кодов, а также компрометацию почты или облачной учётной записи [1]; (3) утечки через резервные копии и синхронизацию при недостаточной криптографической защите данных [4]; (4) компрометация конечного устройства (вредоносное ПО, доступ к локальному хранилищу и уведомлениям).

Для объяснения этих рисков целесообразно рассматривать несколько типов нарушителей: внешнего злоумышленника; сетевого наблюдателя; варианты взлома; а также риски инфраструктуры хранения и восстановления. Такой разбор подчёркивает, что даже при наличии E2EE уязвимыми могут оставаться

ся процессы аутентификации и восстановления данных [1, 2]. Далее рассмотрим набор мер, который адресует перечисленные сценарии.

3. Сквозное шифрование и развитие криптопротоколов

E2EE рассматривается как базовый механизм защиты контента: сообщение и вложения должны быть читаемы только участниками диалога, тогда как сервер выполняет функцию доставки без доступа к содержанию [2]. Это уменьшает последствия взлома инфраструктуры сервиса и снижает ценность сетевого перехвата.

Следует учитывать, что E2EE не предотвращает чтение сообщений, если злоумышленник уже действует в рамках авторизованной сессии. Поэтому современные мессенджеры дополняют шифрование механизмами верификации ключей/собеседника и контролем подключения новых устройств [1, 2].

4. Усиленная аутентификация и контроль устройств

Взлом учётной записи остаётся одним из наиболее «практичных» способов атаки, поэтому заметная тенденция - усиление процедур доступа и управления сессиями [1]. Наиболее применимые меры включают многофакторную аутентификацию, подтверждение входов и подключений новых устройств, просмотр и завершение активных сессий, а также фишинг-устойчивые методы входа (passkeys/WebAuthn), снижающие риск передачи секрета на поддельном ресурсе [1]. Предлагается: внедрить «двухконтурную» защиту доступа: (1) фишинг-устойчивый вход (passkeys/WebAuthn) + MFA; (2) контроль сессий и устройств (подтверждение нового устройства, список активных сессий и быстрое завершение всех подключений при подозрении на захват) [3].

5. Резервные копии: удобство восстановления как источник риска

Восстановление истории сообщений повышает удобство при смене устройства, однако именно резервные копии, особенно облачные, часто становятся слабым звеном: нарушение безопасности аккаунта хранения или утечка данных из облака приводит к раскрытию всей переписки [4]. Актуальная тенденция - шифрование резервных копий таким образом, чтобы доступ к хранилищу сам по себе не давал возможности прочитать содержимое. Для этого критичны защита ключей и контролируемые процедуры восстановления [4].

Предлагается: защищать восстановление переписки: (1) шифровать резервные копии на стороне пользователя; (2) операции с бэкапом (включить/выключить/сменить ключ) выполнять только после усиленной проверки.

6. Метаданные и снижение наблюдаемости коммуникаций

Даже при E2EE остаётся служебная информация: факт общения, временные характеристики, параметры доставки и сетевой контекст. Эти данные могут быть информативны сами по себе и использоваться для анализа связей и поведения [5]. Полностью исключить метаданные затруднительно, поэтому практический фокус смещается на минимизацию собираемых данных: сокращение логов и сроков хранения, ограничение объёма служебной информации и меры, уменьшающие риск установления связи между событиями активности [1, 5]. Предлагается: снизить риск утечек через метаданные за счёт:

(1) минимизации логов и сроков хранения по умолчанию.

Заключение

Наиболее частые причины утечек в мессенджерах связаны с социально-инженерными атаками и захватом аккаунтов, небезопасными механизмами резервного копирования и раскрытием метаданных. Сквозное шифрование остаётся основой защиты содержимого, однако устойчивость достигается только при сочетании E2EE, усиленной аутентификации и контроля устройств, шифрования резервных копий и практик минимизации метаданных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Enisa threat landscape / [Электронный ресурс] // Enisa threat landscape 2025 : [сайт]. — URL: https://www.enisa.europa.eu/sites/default/files/2026-01/ENISA%20Threat%20Landscape%202025_v1.2.pdf (дата обращения: 30.01.2026).
2. Alatawi M. SoK: An Analysis of End-to-End Encryption and Authentication Ceremonies in Secure Messaging Systems / M. Alatawi, N. Saxena // WiSec '23: Proceedings of the 16th ACM Conference on Security and Privacy in Wireless and Mobile Networks (Guildford, United Kingdom, May 29 – June 1, 2023). – New York, NY : Association for Computing Machinery, 2023. – P. 187–201. – DOI: 10.1145/3558482.3581773.
3. The Messaging Layer Security (MLS) Protocol : RFC 9420 : Standards Track / R. Barnes, B. Beurdouche, R. Robert, J. Millican, E. Omara, K. Cohn-Gordon. – Published: July 2023. – RFC Editor. – DOI: 10.17487/RFC9420.
4. Davies G. T. et al. Security analysis of the WhatsApp end-to-end encrypted backup protocol // Annual International Cryptology Conference. – Cham : Springer Nature Switzerland, 2023. – C. 330-361.
5. Brigham E. Poster: No safety in numbers: traffic analysis of sealed-sender groups in Signal / E. Brigham, N. Hopper // arXiv preprint. – 2023. – arXiv:2305.09799. – Published: 16 May 2023. – DOI: 10.48550/arXiv.2305.09799

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Подкуйко А. С. (ИБО-24), Чанкина В. А. (ИБО-24)

Научный руководитель – старший преподаватель кафедры экономики Гаврилова Т. В.
«Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова» - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии»

Аннотация: в статье рассматривается роль информационной безопасности в экономической устойчивости предприятий. Анализируются ключевые угрозы, их влияние на показатели и конкурентоспособность, а также меры защиты информации. На данных об утечках и ущербе от кибератак в российских компаниях за 2020–2024 гг. показано значение информационной безопасности для устойчивого развития в цифровой экономике.

Ключевые слова: Информационная безопасность, экономическая устойчивость, киберугрозы, конфиденциальная информация, управление рисками, стратегия безопасности, экономический ущерб, защита данных.

Инвестиции в информационную безопасность рассматриваются как стратегически важные, поскольку позволяют минимизировать риски и обеспечить долгосрочную стабильность предприятия.

Ущерб от подобных инцидентов сложно заранее оценить: последствия зависят от характера похищенной информации и могут варьироваться от незначительных до критических, вплоть до подрыва репутации и полной потери бизнеса.

По данным исследований, в 2021 году потери российских компаний от кибератак составили около 1,1 трлн рублей. При этом средняя сумма убытков в одной российской компании в 2020 году составила около 300 тыс. руб., в крупном бизнесе - почти 900 тыс. руб., в финансово-кредитном секторе потери только одной организации составили свыше 500 тыс. руб. [1].

В таблице 1 представлены данные о размере ущерба, понесенного российскими компаниями от кибератак в 2020-2021 гг.

Таблица 2

Размер ущерба от кибератак в российских компаниях (2020-2021 гг.)

Показатель	2020 г.	2021 г.	Изменение
Общий ущерб	~600 млрд руб.	~1,1 трлн руб.	+83,3%
Доля пострадавших компаний	~20%	~25%	+5%
Крупный бизнес	62%	67%	+5%
Малый и средний бизнес	46-47%	50%	+3-4%
Средняя сумма убытков на одну компанию	~300 тыс. руб.	~350 тыс. руб.	+16,7%
Средняя сумма убытков в крупном бизнесе	~900 тыс. руб.	~1 млн руб.	+11,1%

Наибольшая доля утечек информации приходится на банковский и финансовый сектор (35%), за ним следуют высокотехнологичный сектор (28%) и промышленность и транспорт (22%).

В таблице 2 представлены данные о доле компаний, использующих различные меры защиты информации.

Таблица 3

Доля компаний, использующих различные меры защиты информации

Мера защиты	Доля компаний, %
Установка антивируса	95
Проведение политики информационной безопасности	65
Ограничение доступа сотрудников в Интернет	60
Обучение информационной безопасности	45
Требования обязательной аттестации	30
Выделение бюджета на информационную безопасность	55

Источник: составлено автором по данным [2]

Для эффективного предотвращения инцидентов информационной безопасности в компании необходимо создание специализированной структуры или отдела, отвечающего за эти процессы. Исследование компании «Код безопасности» показало, что осознанность в необходимости выделенного ИБ-отдела возрастает с увеличением размера организации: в 71% крупных российских компаний за информационную безопасность отвечает специализированный отдел или специалист, в компаниях среднего размера - 49%, а среди малых предприятий - только 44% [1].

В таблице 3 представлены данные о соотношении затрат на информационную безопасность и потенциальных потерь от нарушений информационной безопасности.

Таблица 4

Соотношение затрат на ИБ к потенциальным потерям у бизнеса различного масштаба

Размер бизнеса	Средние затраты на ИБ (тыс. руб./год)	Потенциальные потери от нарушений ИБ (тыс. руб./год)	Соотношение затрат к потенциальным потерям
Малый бизнес	100-300	300-500	1:2
Средний бизнес	300-700	500-1500	1:3
Крупный бизнес	700-2000	1500-5000	1:3.5
Крупные корпорации	2000-10000	5000-50000	1:5

Источник: составлено автором по данным [3]

Для обеспечения информационной безопасности предприятия необходимо использовать комплекс организационных, технических и программных мер защиты. Важную роль играет также организация работы с конфиденциальными документами, включая их регистрацию, хранение, выдачу и уничтожение [4, 5].

Заключение

В условиях активной цифровизации бизнеса защита данных становится важнейшим аспектом, необходимым для обеспечения экономической стабильности компании.

Растущее число кибератак и значительные убытки, которые они могут причинить, а также актуальные внутренние риски, побуждают организации создавать многоуровневые системы безопасности, которые включают в себя технологии, внутренние регламенты и обучение сотрудников.

Инвестиции в защиту информационных ресурсов оказываются оправдан-

ными, так как они способствуют снижению рисков финансовых потерь и помогают сохранять конкурентные позиции на рынке в долгосрочной перспективе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Магомедов М.А., Боваева Д.Н., Баташев Р.В. Механизмы экономической безопасности предприятия: стратегии минимизации рисков и повышения устойчивости в условиях рыночной экономики // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2024. – № 12 (170). – С. 50-60.
2. Парфенов К.Е., Стахно Р.Е. Информационная безопасность в системе экономической безопасности предприятия // Научный вестник МГТУ ГА. – 2016. – № 10. – С. 122-126.
3. Дорофеев А.В., Марков А.С. Менеджмент информационной безопасности: основные концепции // Вопросы кибербезопасности. – 2014. – № 1 (2). – С. 67-73.
4. Акинфеева Е.В. Информационная безопасность как фактор эффективной деятельности компании // Вестник МИРБИС. – 2019. – № 4 (20). – С. 79-87.
5. Логинова Е.А. Информационная безопасность – основа экономической безопасности организации // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 12. – С. 151-154.

УДК 629.331-592.004.5

ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОТКАЗНОСТИ ТОРМОЗНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Глиневский Е.С. (ТЭРА-2Н)

Научный руководитель – к.т.н., доц. кафедры ТЭРА Полуэктов М. В.

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: в статье рассматривается роль тормозных механизмов в обеспечении пассивной и активной безопасности современных транспортных систем, а также его роль в обеспечении экологической устойчивости. Обозначена роль экспертной оценки качества тормозных механизмов в контексте предиктивного технического обслуживания.

Ключевые слова: безопасность, тормозные механизмы, экспертная оценка.

Тормозная система является важнейшей системой автомобиля с позиции обеспечения безопасности дорожного движения. Так по данным [1] свыше 40% ДТП по техническим причинам связаны с неудовлетворительной работой тормозных механизмов или тормозного привода. Поэтому любое исследование, направленное на повышение безотказности тормозной системы автомобиля, является актуальным и практически значимым.

В данной работе поставлены следующие задачи:

Разработка прогностических моделей: Переход от констатации неисправности к прогнозированию остаточного ресурса [2]. Задача состоит в создании алгоритмов, которые на основе данных датчиков (температура дисков, толщина накладок, давление в системе) предсказывают момент достижения критического износа.

Оптимизация контроля в эксплуатации: Разработка методик экспертной оценки, учитывающих неопределенности (качество запчастей, агрессивность среды) с применением теории нечетких множеств.

Обеспечение нормативных показателей.

Системы Brake-by-Wire (электронное управление): В настоящее время эти системы становятся массовыми. Они заменяют традиционную гидравлическую связь электроникой, что исключает риск отказа из-за утечки тормозной жидкости или завоздушивания магистралей.

Интеллектуальный мониторинг (IoT): Тормозные колодки теперь оснащаются встроенными датчиками, которые в реальном времени передают данные об износе, температуре и вибрациях в бортовой компьютер. Это позволяет перейти к обслуживанию «по состоянию», а не по регламентному пробегу.

Композитные и вентилируемые материалы: Ведущие производители (например, Brembo) внедрили композитные диски и улучшенные системы охлаждения, что практически исключает риск «затухания» (перегрева) тормозов при экстремальных нагрузках.

Роль экспертной оценки в обеспечении безотказности:

Выявление «скрытых» факторов риска: эксперты анализируют влияние условий (реагенты, экстремальные температуры, пыль) на деградацию мате-

риалов. Это позволяет скорректировать регламентные интервалы, которые в заводских инструкциях часто усреднены.

Профилактика техногенных инцидентов: через методы неразрушающего контроля (ультразвуковая дефектоскопия, тепловизионный анализ) эксперт выявляет микротрещины в дисках или закисание поршней еще до того, как они приведут к отказу системы.

Оптимизация фрикционных пар: экспертная оценка позволяет подобрать материалы колодок и дисков под конкретные задачи (например, для горной местности или карьерной техники), что увеличивает срок службы узла в 1,5–2 раза).

Для дальнейшего повышения безотказности тормозных механизмов в современных условиях научное и инженерное сообщество предлагает перейти от пассивных систем контроля к активному предиктивному управлению жизненным циклом.

Основные предложения разделены на четыре направления:

1. Переход к концепции «Цифрового двойника»

Предлагается создавать для каждого автомобиля динамическую цифровую модель тормозной системы.

Что это даст: модель в реальном времени сопоставляет фактические данные с датчиков (давление, температура, замедление) с эталонными параметрами.

Результат: выявление скрытых дефектов (например, микротрещин диска или деградации тормозной жидкости) до того, как они приведут к отказу.

2. Внедрение гибридных экспертных систем

Предлагается интеграция методов динамических байесовских сетей и нейросетей для принятия решений.

Что сделать: разработать программные комплексы для техосмотра, которые анализируют не только текущие параметры, но и «историю болезни» автомобиля (стиль езды, климатические зоны).

Результат: исключение человеческого фактора при оценке остаточного ресурса. Эксперт получает готовый расчет вероятности отказа на следующие 5 000–10 000 км.

3. Совершенствование нормативно-правовой базы (РФ)

На законодательном уровне предлагается:

Введение обязательного мониторинга для коммерческого транспорта: законодательно закрепить обязательную установку датчиков износа колодок и состояния тормозной жидкости с передачей данных в телеметрические платформы (аналог «Платона» или ЭРА-ГЛОНАСС для контроля технического состояния).

Дифференцированный техосмотр: установить периодичность проверки тормозов в зависимости от интенсивности эксплуатации и данных встроенных систем самодиагностики.

Анализ публикаций по данной теме показал, что при эксплуатации транспортных средств ориентируются преимущественно на средние показатели

пробегов и трудоемкостей, что ведет в одних случаях к недоиспользованию ресурса элементов, а в других к повышению риска аварийной ситуации [3].

В заключение хотелось бы сказать, что в настоящее время повышение безотказности тормозных механизмов перешло из плоскости чисто механического совершенствования в область интеллектуального управления надежностью [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГИБДД РФ/МВД РФ: Ежемесячные отчеты «Показатели состояния БДД». Итоговый отчет за 2025 год.
2. ГОСТ Р 27.601-2025. Надежность в технике. Управление надежностью. Предиктивное техническое обслуживание и мониторинг состояния. — Москва: Российский институт стандартизации, 2025. — 42 с.
3. Безопасность колесных транспортных средств: технический регламент Таможенного союза (ТР ТС 018/2011): [в ред. от 2025 г.]. — Москва: Стандартиформ, 2025. — 560 с.
4. «Повышение надежности и долговечности тормозных систем автомобилей» (Тавадиев Р.М., 2023–2024). Российское исследование, сфокусированное на конструктивных аспектах гидроцилиндров и узлов тормозной системы.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ВОДИТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ОСНОВАМ ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ

Гузеева В.Ю. (САД-4-221), Мочалина М.В. (СТМ-1-251)

Научный руководитель – к.т.н., доц. кафедры БЖД Томаровщенко О.Н.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Химико-технологический институт

Аннотация: дорожно-транспортный травматизм представляет собой комплексную социальную и экономическую проблему. В условиях, когда эффективность помощи критически зависит от действий очевидцев в первые минуты после происшествия, уровень подготовки водителей становится ключевым фактором. В статье обоснована необходимость перехода от разовой формальной подготовки водителей основам оказания первой помощи к модели непрерывного поддержания навыков. Предложена многоуровневая система мер, направленная на формирование устойчивой компетентности и снижение бремени дорожного травматизма.

Ключевые слова: первая помощь, дорожно-транспортные происшествия, социально-экономический ущерб, обучение водителей.

Дорожно-транспортные происшествия остаются одной из ведущих причин смертности и инвалидизации населения в мировом масштабе. Ситуация осложняется также социально-экономическими потерями. По различным оценкам, прямой и косвенный ущерб от ДТП достигает 2–3% валового внутреннего продукта (ВВП) страны, что в абсолютном выражении составляет сотни миллиардов рублей ежегодно. Потери складываются из затрат на лечение и реабилитацию пострадавших, выплат по страхованию, снижения производительности труда, а также социальных выплат семьям погибших и ставших инвалидами [1, 2].

Показатели уровня аварийности, официально закреплённые в рамках формы федерального статистического наблюдения «Сведения о дорожно-транспортных происшествиях» (форма «№ ДТП»), которая формируется на ежемесячной основе в соответствии с положениями приказа Росстата от 04.06.2021 г. № 305, опубликованы на официальном интернет-ресурсе Госавтоинспекции. На иллюстративных материалах (рис. 1) представлены количественные статистические показатели, отражающие число лиц, пострадавших в результате дорожно-транспортных происшествий на территории РФ за временной промежуток с января по ноябрь 2025 года [3]. Особенностью дорожного травматизма является высокая доля смертельных исходов на догоспитальном этапе. Значительная часть пострадавших погибает на месте происшествия или по пути в медицинское учреждение, не дождавшись квалифицированной помощи. В этой связи решающую роль играет первая помощь, оказываемая очевидцами. Исследования подтверждают, что грамотные и своевременные действия на месте ДТП способны предотвратить до 30 % смертей и существенно снизить тяжесть последствий травм. Обучение первой помощи является обязательным элементом программы подготовки во-

дителей в автошколах, но его содержание и форма часто носят формальный характер, сводясь к заучиванию теоретических ответов для сдачи экзамена в ГИБДД.

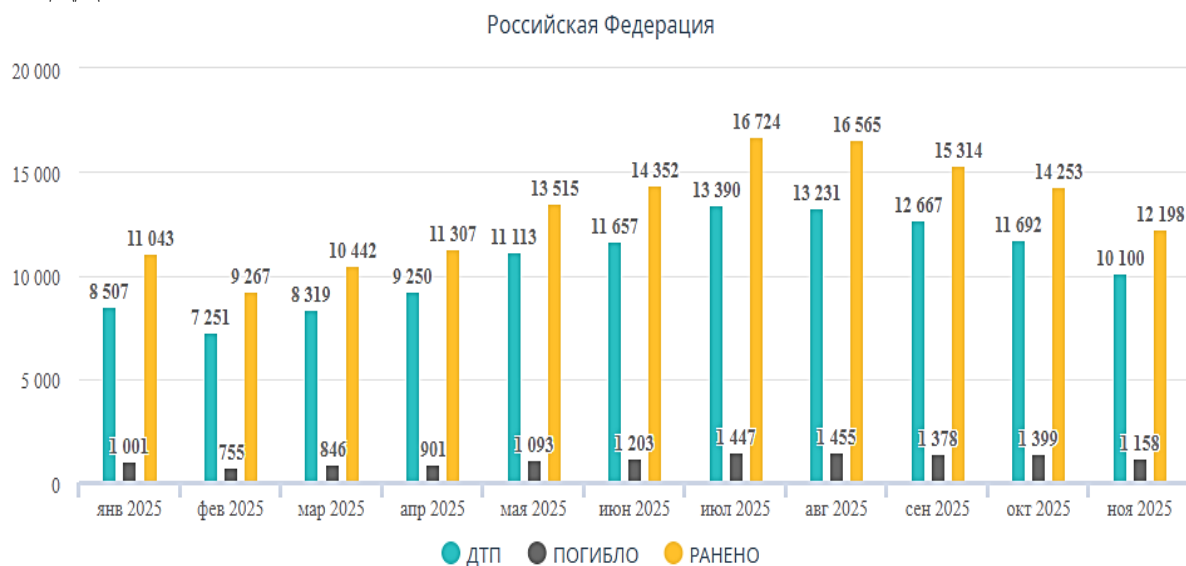


Рис. 1. Статистика пострадавших в ДТП в РФ в период с января по ноябрь 2025 г.

Практическая отработка навыков сердечно-легочной реанимации, остановки кровотечений и иммобилизации минимальна. Как следствие, у кандидатов в водители не формируется мышечная память и психологическая готовность к действиям в чрезвычайной ситуации. Результатом является низкий уровень фактического оказания помощи на дорогах. Согласно данным исследований, водители автотранспорта оказывают первую помощь лишь в 7–8 % случаев ДТП, в то время как потребность в неотложных мероприятиях возникает у 65 % пострадавших. Статистика отражает глубокие социальные барьеры (страх причинить вред, боязнь юридической ответственности, психологический шок и, главное, отсутствие уверенности в собственных навыках). Низкое качество обучения и быстрая утрата навыков после получения водительского удостоверения имеют прямые экономические последствия. Расчеты показывают, что стоимость экстренной госпитализации, длительного стационарного лечения, сложных хирургических операций и последующей многолетней реабилитации на порядки превышает затраты на организацию качественного, регулярного практического обучения для миллионов водителей. Более того, предотвращение одного случая тяжелой инвалидности сохраняет для экономики не только прямые расходы на лечение, но и потенциал человека как налогоплательщика и потребителя на десятилетия вперед. Таким образом, инвестиции в систему поддержания навыков первой помощи следует рассматривать не как расходы, а как высокоэффективные инвестиции в человеческий капитал и общественное здоровье с высокой нормой социально-экономической отдачи [4,5].

Гибель работника, особенно в дорожно-транспортном происшествии на служебном транспорте, приводит к значительным экономическим потерям, которые затрагивают семью погибшего, предприятие-работодателя и общест-

во в целом. При этом согласно Постановлению Правительства РФ от 24.12.2021 N 2464 работодатель обязан обеспечить обучение работников [5, 6] по оказанию первой помощи пострадавшим. Помимо прямых компенсаций, компания сталкивается со значительными непрямыми затратами, которые часто недооцениваются. Замена опытного специалиста требует расходов на рекрутинг, обучение и стажировку нового работника. До его полноценного ввода в должность страдает производительность. Расследование несчастного случая силами компании и контролирующими органами, остановка работ, подготовка документов и возможные судебные издержки отвлекают значительные ресурсы. Серьезные инциденты с летальным исходом негативно влияют на статистику компании, что может привести к значительному повышению тарифов на страхование гражданской ответственности и страхование от несчастных случаев. Травматизм и гибель людей наносят ущерб имиджу компании как надежного работодателя и партнера, что может повлиять на отношения с клиентами, инвесторами и потенциальными сотрудниками [2, 7].

На государственном уровне гибель каждого работника в ДТП формирует совокупный социально-экономический ущерб. Экономика безвозвратно теряет навыки, знания и производительный потенциал гражданина. Государственный бюджет перестает получать НДФЛ и страховые взносы с заработка погибшего, а также возникает необходимость в выплате пенсий по потере кормильца и иных социальных пособий его семье.

В случае ДТП со служебным транспортом, в котором пострадали сотрудники, убытки работодателя складываются из прямых выплат пострадавшим и сложного, зачастую ограниченного, процесса взыскания части этих сумм с виновника аварии. Ключевой принцип заключается в том, что по закону первичную ответственность перед пострадавшими (сотрудниками и третьими лицами) несёт работодатель как владелец источника повышенной опасности. Впоследствии он может попытаться компенсировать свои расходы с виновного работника.

Первоочередной мерой для решения сложившихся проблем должна стать ревизия и стандартизация учебных программ. Необходимо законодательно утвердить единый, практико-ориентированный минимум навыков первой помощи для водителей, где не менее 70% учебного времени отводится отработке действий на современных тренажерах (манекенах, имитаторах ран). Далее, ключевым шагом является введение нормы об обязательном периодическом подтверждении компетенций. Наиболее реалистичной представляется модель, при которой краткий (4-6 часов) практический курс с проверкой навыков становится обязательным условием для обмена или продления водительского удостоверения, например, раз в 5 лет, что создаст правовой механизм для постоянного обновления знаний. Финансирование может быть смешанным: часть стоимости курса может включаться в госпошлину за услугу (обмен прав), часть – компенсироваться за счет системы обязательного страхования.

Крайне важным является внедрение экономических стимулов для водителей. Страховые компании, как прямые заинтересованные стороны в снижении тяжести последствий ДТП, могли бы предоставлять скидки на полисы ОСАГО и КАСКО для водителей, регулярно прошедших подтверждение навыков, что создаст персональную финансовую мотивацию и сделает систему экономически саморегулируемой.

Таким образом, проблема быстрой утраты навыков первой помощи водителями имеет глубокие социальные корни и значительные экономические издержки. Ее решение лежит не в ужесточении разового экзамена, а в построении продуманной системы непрерывного поддержания компетенций. Предложенная многоуровневая модель, сочетающая законодательное регулирование, экономическое стимулирование и технологическую поддержку, направлена на трансформацию водителя из пассивного наблюдателя в уверенного и способного первого участника спасательных действий. Реализация такой политики требует консолидированных усилий государства, профессионального сообщества, страхового рынка и самих граждан. Инвестиции в эту сферу являются стратегическими, так как их результатом станет не только экономия бюджетных средств, но и сохранение главной ценности – человеческой жизни.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Помогаева, Н. С. Особенности обучения навыкам оказания первой помощи при дорожно-транспортных происшествиях / Н. С. Помогаева // Вестник Тюменского института повышения квалификации сотрудников МВД России. 2025. № 1(24). С. 92-97.
2. Горынина, О. С. Актуальные вопросы подготовки водителей транспортных средств основам оказания первой помощи / О. С. Горынина // Актуальные вопросы административно-правовой деятельности органов внутренних дел: сборник статей профессорско-преподавательского состава, курсантов и слушателей, Орел, 23 ноября 2023 года. – Орел: Орловский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации имени В.В. Лукьянова, 2023. С. 36-39.
3. Госавтоинспекция. Официальный сайт // URL: <http://stat.gibdd.ru> / (Дата обращения: 12.01.2026)
4. Ермаков, А. Р. Эффективность обучения практическим навыкам первой помощи при ДТП - оценка опыта европейских стран / А. Р. Ермаков // Образование и право. 2025. № 9. С. 226-229.
5. Роль первой помощи в снижении травматизма и смертности от дорожно-транспортных происшествий на региональном уровне / О. Г. Рипп, Б. С. Будаев, И. С. Кичул, Л. П. Банзарова // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2022. № 1. С. 503-513.
6. Оценка эффективности обучения по охране труда работников на основе опережающих индикаторов травматизма / Е. В. Климова, А. Ю. Семейкин, О. Н. Томаровщенко [и др.] // Безопасность жизнедеятельности. 2024. № 12(288). С. 3-8.
7. Томаровщенко, О. Н. Обучение персонала с учетом стажа работы и уровня когнитивного контроля для обеспечения безопасности труда / О. Н. Томаровщенко, И. А. Иванченко // Вестник аграрной науки Дона. 2025. Т. 18, № 1(69). С. 95-110.

БЕЗОПАСНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ ПРИ ПОСЕЩЕНИИ ПАМЯТНЫХ МЕСТ

Давыдова А.В. (СМ-3-24)

Научный руководитель — к.т.н., доц. кафедры СиЭТС Артемова С.Г.
Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: Статья посвящена рассмотрению факторов влияющих на безопасность передвижения на транспорте. Особое внимание уделяется передвижению при посещении исторически важных мест.

Ключевые слова: транспортная безопасность, транспортная инфраструктура, места боевой славы.

В последние годы в нашей стране наблюдается всплеск популярности внутреннего туризма, причем военно-патриотическое направление становится одним из наиболее распространенных направлений в туризме. Для поездок в больших случаях выбирают легковой автомобиль, это обусловлено высокой мобильностью передвижения, что в особенности важно для отдаленных от города и инфраструктурно не развитых мест. Именно поэтому, для передвижения и безопасного отдыха, важно уделять особое внимание к выполнению мер по повышению уровня безопасности в сфере транспорта.

Стоит отметить, что ДТП неизбежны при дорожном движении. Если обратиться к статистике аварийности и числу пострадавших в Европе и России, то можно увидеть, что в нашей стране число погибших в авариях значительно превышает европейские показатели [1]. По данным Всемирной организации здравоохранения каждый год при ДТП число пострадавших достигает десятки миллионов, а более 1 млн. человек погибает.

Для изменения ситуации в сторону уменьшения показателей пострадавших следует обращать больше внимания в сторону обеспечения безопасности при передвижении. При обеспечении безопасности на автомобильной дороге важно опираться на факторы, которые создают опасные условия во время дорожного движения. Также водитель тоже должен учитывать критерии, которые влияют на безопасность передвижения, такие как факторы окружающей среды (погодные условия, время суток), технические характеристики автомобиля и состояние дорожного покрытия. К тому же, необходимо строго следовать ПДД, предписаниям дорожных знаков и указаниям сотрудников, регулирующих движение.

Нередко именно неблагоприятные погодные условия становятся источником аварийных ситуаций. Важно понимать, что метеорологические факторы не зависят от человека, но они напрямую влияют на видимость и управляемость транспортным средством [2]. Опасность в движении может возникнуть в связи с интенсивными осадками(ливнями, снегопадами), порывами ветра, туманом и гололедом. Эти условия являются потенциальными источниками опасности.

Для раскрытия темы статьи разделим факторы, которые влияют на безопасность дорожного движения, на группы:

Состояние водителя и других участников движения

Психофизиологическое состояние водителя, пассажира или пешехода, находящихся на дороге. Опыт и стиль вождения ТС, а также соблюдение ПДД всеми участниками движения.

Техническое состояние транспортного средства

Исправность и функционирование всех систем (тормозной, осветительной, рулевой и т.д.), а также общий износ и пробег транспорта.

Дорожные условия и инфраструктура

Качество дорожного покрытия, а также его особенности(дефекты, параметры проезжей части), освещение и наличие дорожных знаков, разметок и светофоров.

Погодные условиях

Сильные осадки(дождь, снег и т.д.), туман, гололед, низкое солнце и другие условия, которые могут повлиять на видимость, устойчивость ТС и длину тормозного пути.

Каждый из этих факторов может послужить причиной возникновения ДТП, привести к столкновению и опрокидыванию ТС, повысить риск наездов на пешеходов и велосипедистов [3]. При этом они могут воздействовать как совместно друг с другом, так и по отдельности.

Во время совместного воздействия идет влияние двух и более факторов, например, при неисправности осветительных приборов в темное время суток по неосвещенной трассе, совместно с нестабильным психофизическим состоянием водителя, существует риск возникновения ДТП.

При раздельном воздействии в пример можно привести погодные условия, например, метель или снегопад, которые в дальнейшем могут привести к затору на автодороге. Также в качестве примера можно сказать о предметах посреди дороги, если вовремя не заметить их и не прибегнуть к действиям осуществления безопасности в этот момент, тогда это может привести к дорожно-транспортному происшествию.

Можно сказать, что каждый из факторов может усугублять друг друга. При недостаточно качественном состоянии дорожного полотна такие как неровности или дефекты могут повлиять на техническое состояние транспортного средства, повредить подвеску или пробить шину, что в дальнейшем, конечно же, повлияет на безопасность движения. Подобные случаи могут привести к заносу, выезду на полосу встречного движения и к ДТП.

В связи с вышенаписанными словами следует сделать вывод, что низкий уровень безопасности в дорожном движении — это совокупность негативных факторов. И что для их минимизирования требуется совершенствование системы обеспечения безопасности дорожного движения. Как правило, меры по повышению безопасности применяются комплексно друг с другом. В комплекс могут входить следующие мероприятия:

1. улучшение качества трассы(устранение дефектов, регулярный ремонт, техническое обслуживание);
2. улучшение инфраструктуры(обеспечение надлежащего освещения до-

рог, установка информационных указателей);

3. усиление надзора за техническим состоянием ТС;

4. профилактика соблюдения ПДД и безопасного вождения.

Комплексный подход позволяет всестороннее решать проблему по обеспечению безопасности.

В заключении отмечу, что при посещении исторических мест важно учитывать каждый фактор, влияющий на безопасность. Но особое внимание стоит уделять фактору зависящим от дорожных условий, это в большей степени обусловлено частой удаленностью от городской инфраструктуры, что требует особой концентрации и внимания к повышению дорожной безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тулина, А.В. Состояние аварийности на федеральной автомобильной дороге Р-21 «Кола» в период с 2015 по 2019 год / А.В. Тулина // Качество жизни: современные вызовы и векторы развития : Материалы Международного форума, Петрозаводск, 24–28 октября 2022 года / Редколлегия: В.М. Кирилина, Т.С. Кравцова. – Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет, 2022. – С. 22-25.

2. Балтобаева, А. Т. Изучение влияния метеорологических условий на количество ДТП в зимнее время года на федеральных автомобильных дорогах /А. Т. Балтобаева, Е. В. Печатнова // Техника и технология транспорта. – 2022. – № 2(25).

3. Сунгатуллина, К.А. Условия и факторы, влияющие на безопасность дорожного движения на современном этапе / К.А. Сунгатуллина // Вестник НЦБЖД. – 2022. – № 2(52). – С. 126-135.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ НА БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Рыжов А. Д. (ТЭРА-2Н)

Научный руководитель – к.т.н., доц. кафедры ТЭРА Полуэктов М. В.

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: в статье рассматривается влияние технического состояния лакокрасочного покрытия на пассивную и активную безопасность автотранспортных средств, а также его роль в обеспечении экологической устойчивости. Обоснована необходимость внедрения комплексной экспертной оценки покрытий как элемента предиктивного технического обслуживания.

Ключевые слова: безопасность, лакокрасочное покрытие, экспертная оценка, устойчивое развитие, коррозионная стойкость, жизненный цикл автомобиля

Лакокрасочное покрытие (ЛКП) автотранспортного средства чаще всего воспринимается как декоративное покрытие, придающее автомобилю блеск и яркость. Также ЛКП рассматривается в качестве средства, защищающего кузов автомобиля от коррозии. Однако в современных условиях, характеризующихся высокой интенсивностью движения и совершенными динамическими показателями автомобилей, ЛКП становится элементом, влияющим и на безопасность автотранспортного средства. Влияние это не так очевидно, поэтому в имеющихся публикациях почти не отражено [1] и выражается в следующих факторах: повреждения ЛКП способствуют коррозии элементов, ведущей, в свою очередь, к снижению их прочностных характеристик; деградация покрытия может нарушать работу систем активной безопасности, основанных на оптических и радиолокационных датчиках; наконец, разрушение некачественных покрытий в процессе эксплуатации сопровождается выделением микрочастиц и токсичных соединений, что противоречит принципам устойчивого развития. Поэтому исследование влияния состояния ЛКП на безопасность транспортных средств является актуальной задачей.

Основная функция ЛКП – барьерная защита металлических элементов кузова от воздействия агрессивных внешних факторов: влаги, кислорода, солей, ультрафиолетового излучения [2]. При нарушении целостности покрытия вследствие сколов, царапин, микротрещин начинается локальная коррозия [3], которая особенно интенсивно развивается в условиях городской среды, где широко применяются противогололёдные реагенты. Со временем коррозионные процессы ослабляют несущие элементы кузова, снижая его жёсткость и способность эффективно поглощать энергию удара при дорожно-транспортном происшествии. Это напрямую влияет на уровень пассивной безопасности: даже при наличии подушек безопасности и ремней, разрушенный кузов не может обеспечить расчётную защиту пассажиров. Таким образом, состояние ЛКП оказывается косвенным, но значимым фактором, определяющим исход аварийной ситуации.

Не менее важна роль ЛКП в контексте активной безопасности. Современные автомобили всё чаще оснащаются системами ADAS (Advanced Driver

Assistance Systems), включающими адаптивный круиз-контроль, автоматическое экстренное торможение, системы распознавания дорожной разметки и объектов. Эти системы используют данные от камер, радаров и лидаров, чувствительных к оптическим и спектральным свойствам поверхности автомобиля. Некачественно восстановленное или повреждённое ЛКП может искажать отражение сигналов, вызывая сбои в работе датчиков. Например, матовая или шероховатая поверхность кузова после неквалифицированного ремонта может рассеивать лазерный луч лидара, приводя к ошибкам в определении расстояния до препятствия. Аналогично, изменение цвета или глянца покрытия может повлиять на распознавание транспортного средства другими участниками движения, включая автономные системы. В этих условиях ЛКП перестаёт быть лишь защитным слоем и становится частью информационной среды, взаимодействующей с цифровыми системами автомобиля.

Экологический аспект также нельзя игнорировать. Многие традиционные лакокрасочные материалы содержат растворители, пигменты на основе тяжёлых металлов и другие компоненты, которые при разрушении покрытия попадают в окружающую среду. Особенно актуальна проблема микропластика, образующегося при естественном износе полимерных покрытий. Устойчивое развитие транспортной отрасли требует минимизации подобных выбросов, что достигается за счёт применения более долговечных и экологически безопасных материалов, а также своевременного контроля состояния покрытия. В этом контексте экспертная оценка ЛКП становится не просто диагностическим мероприятием, а инструментом управления жизненным циклом транспортного средства.

Внедрение современных методов неразрушающего контроля, таких как ультразвуковая толщинометрия, спектрофотометрия, цифровая микроскопия и анализ адгезии покрытия – позволит повысить эксплуатационные характеристики лакокрасочного покрытия за счёт раннего выявления начальных признаков его деградации (снижения эластичности, образования микротрещин, ухудшения УФ-стойкости) без демонтажа деталей. Это обеспечит переход от реактивного ремонта к предиктивному обслуживанию, что не только продлит срок службы автомобиля и снизит совокупные эксплуатационные затраты, но и уменьшит экологический след, связанный с производством и утилизацией автокомпонентов.

Важно отметить, что для обеспечения надёжности такой диагностики необходима стандартизация методик оценки. В настоящее время в Российской Федерации действует национальный стандарт ГОСТ 34667.8-2021 «Материалы лакокрасочные. Защита стальных конструкций от коррозии при помощи лакокрасочных систем» [4], регламентирующий защиту стальных конструкций от коррозии, однако он в основном ориентирован на промышленные объекты, а не на транспортные средства. Требуется разработка специализированных нормативов, учитывающих особенности эксплуатации автомобилей, включая динамические нагрузки, температурные колебания и взаимодействие с бортовыми электронными системами. Кроме того, данные, полученные в

ходе экспертной оценки, могут быть интегрированы в цифровые платформы управления автопарками или использоваться при формировании «цифрового двойника» транспортного средства, что открывает новые возможности для мониторинга технического состояния в реальном времени.

Таким образом, лакокрасочное покрытие в современных условиях выходит далеко за рамки декоративной и даже чисто антикоррозионной функции. Его техническое состояние напрямую влияет на пассивную и активную безопасность автомобиля, а также на экологическую устойчивость транспортной системы в целом. Игнорирование этого фактора ведёт к недооценке рисков, связанных с эксплуатацией транспортных средств. Внедрение регулярной и комплексной экспертной оценки ЛКП — важный шаг на пути к безопасному, ресурсоэффективному и экологически ответственному транспорту будущего.

В рамках продолжения настоящего исследования планируется получить конкретные значения таких характеристик, как толщина покрытия, степень адгезии, уровень УФ-стойкости, эластичность, спектральные и оптические параметры поверхности, а также концентрация микрочастиц и токсичных соединений при деградации ЛКП, что позволит построить эффективную экспертную систему предиктивного контроля ЛКП автотранспортных средств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Особенности эксплуатации автотранспортных средств в условиях агрессивной окружающей среды / А. А. Абакаров, Н. А. Филиппова, А. С. Дадилов, Ш. Д. Гечекбаев // Вестник Донецкой академии транспорта. – 2025. – № 1. – С. 5-12.
2. ГОСТ 9.401–91. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к климатическим факторам внешней среды. – М.: Изд-во стандартов, 1991.
3. Черкасова, Т. Г. Эксплуатационная надежность антикоррозионной защиты в промышленно развитом регионе / Т. Г. Черкасова // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2012. – № 3 (91). – С. 163-164.
4. ГОСТ 34667.8–2021. Материалы лакокрасочные. Защита стальных конструкций от коррозии при помощи лакокрасочных систем. Часть 8. Разработка технической документации на новые работы и обслуживание. – Введ. 2022–03–01. – М.: Российский институт стандартизации, 2021.

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

УДК 69:004.08

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ КООРДИНАТОР СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Горбатова Ю.В. (ИСТ-1-24)¹, Борисов М.А. (ЭМФобПИ223)²

Научный руководитель - ассистент кафедры «Цифровые технологии в урбанистике, архитектуре и строительстве» Щербаков А.Г.-

¹ Волгоградский государственный технический университет.

² Волгоградский государственный аграрный университет.

Аннотация: в работе рассматривается подход к предиктивному управлению безопасностью в строительстве, основанный на использовании ИИ-координатора как мультиагентной системы анализа процессов на строительной площадке. В отличие от традиционного контроля нарушений, предлагаемый подход ориентирован на выявление взаимосвязей между графиком работ, логистикой и условиями производства. Риск при этом рассматривается не как единичное событие, а как процесс, формирующийся во времени под воздействием совокупности отклонений от нормального хода работ. Описан механизм, при котором агент безопасности использует целостный контекст, сформированный ИИ-координатором, для выявления предпосылок опасных ситуаций и подготовки рекомендаций для руководителя проекта.

Ключевые слова: строительная безопасность, мультиагентная система, ИИ-агент, управление рисками; поддержка принятия решений.

1. Введение

На строительных площадках обеспечение безопасности, как правило, ограничивается контролем соблюдения инструкций и фиксацией нарушений. Такой подход ориентирован на уже произошедшие события и не предполагает анализа условий, в которых риск начинает формироваться.

Опасные ситуации, как правило, не возникают внезапно. Обычно им предшествует несколько мелких, самих по себе неопасных событий. К ним относятся вынужденные простои, спешка из-за сжатых сроков, изменение последовательности работ, а также рост физической и психологической нагрузки на персонал. Накопление таких отклонений создаёт условия для существенного повышения вероятности нарушения требований безопасности.

Классические методы управления безопасностью не ориентированы на выявление подобных предпосылок и, как правило, не учитывают динамику строительного процесса. Это обуславливает необходимость перехода к предиктивному управлению безопасностью, основанному на анализе контекста и взаимосвязей между процессами.

2. Предлагаемый подход

Формирование целостного контекста безопасности средствами ИИ-координатора. Реализация предиктивного управления безопасностью требует целостного представления о ходе строительных процессов. Потенциально опасные ситуации, как правило, формируются на пересечении временных, логистических и поведенческих факторов, что делает необходимым объединение разнородных данных в едином аналитическом контексте. Для решения

данной задачи применяется ИИ-координатор как интеллектуальная система, основанная на мультиагентной архитектуре. В рамках этой архитектуры отдельные агенты анализируют конкретные аспекты строительного процесса, тогда как координатор объединяет полученную информацию и формирует обобщённое представление о текущем состоянии системы [1, 3]. В контексте обеспечения безопасности ИИ-координатор интегрирует данные о ходе выполнения работ, изменениях графика и текущих условиях на строительной площадке. В результате агент безопасности работает не с отдельными сигналами, а с целостным и структурированным контекстом, который позволяет оценивать динамику риска и прогнозировать его возможное развитие [1].

Механизм предиктивного анализа: от событий к процессу формирования риска. Предиктивный подход к обеспечению безопасности предполагает переход от анализа отдельных инцидентов к выявлению условий, при которых формируется риск. В этом контексте опасность рассматривается агентом безопасности не как единичное событие, а как процесс, развивающийся во времени под влиянием изменений в ходе строительных работ. В поле анализа включаются факторы, которые сами по себе не являются нарушениями требований техники безопасности, но при определённом сочетании способны приводить к увеличению уровня риска. К числу таких факторов относятся отклонения от планового режима работ, изменения последовательности операций и рост нагрузки на персонал. Их совокупное проявление может свидетельствовать о постепенном выходе текущего хода работ за пределы безопасного сценария, даже при отсутствии формально зафиксированных нарушений [2]. Оценка подобных ситуаций осуществляется на основе модели нормального хода строительных процессов, сформированной по данным о типовых сценариях выполнения работ. Текущие условия сопоставляются с ожидаемым поведением системы, что позволяет выявлять отклонения, значимые именно в рассматриваемом контексте [2, 3]. В результате анализ риска приобретает выражено контекстно-зависимый характер. Агент безопасности фиксирует не только факт отклонения, но и его место в общем процессе, продолжительность и динамику изменения, что позволяет заранее выявлять неблагоприятные тенденции и прогнозировать рост вероятности опасных ситуаций.

Принятие решений на основе скоординированного анализа: роль человека и системы. Результаты анализа, полученные агентом безопасности, передаются ИИ-координатору и сопоставляются с данными, поступающими от других агентов системы. На основе такого сопоставления формируются возможные сценарии дальнейших действий, отражающие различные варианты развития ситуации. Каждый из сформированных сценариев учитывает соотношение между сроками выполнения работ, доступными ресурсами и уровнем безопасности. Это позволяет рассматривать риск не изолированно, а в контексте конкретных управленческих решений, принимаемых в рамках строительного процесса [2]. При этом ИИ-координатор не принимает окончательных решений самостоятельно. Люди сохраняют важную роль в этом процессе, используя рекомендации системы, опираясь на свой профессиональ-

ный опыт. Таким образом, ИИ-координатор переносит фокус с фиксации нарушений в прошлом на прогнозирование потенциально опасных сценариев, которые могут произойти, и поддержку управленческих решений на высоком качественном уровне. Сохранение ведущей роли человека обеспечивает ответственное и информированное использование интеллектуальных технологий безопасности. Таким образом, предиктивный подход к обеспечению безопасности, основанный на межагентной координации и контекстном анализе, рассматривается как перспективное направление для снижения уровня рисков и повышения устойчивости строительных процессов [1, 3].

Заключение

В работе показана целесообразность перехода от традиционного контроля соблюдения требований охраны труда к предиктивному управлению безопасностью на строительной площадке, при котором основное внимание уделяется условиям формирования риска во времени.

Предложена концепция ИИ-координатора на основе мультиагентной архитектуры, обеспечивающего интеграцию разнородных данных о ходе выполнения работ и формирование целостного контекста, используемого агентом безопасности.

Показано, что результаты агента безопасности, интегрированные ИИ-координатором с данными других агентов, могут использоваться для формирования сценариев управленческих действий, отражающих баланс между сроками, ресурсами и уровнем безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. AMAS: Adaptively Determining Communication Topology for LLM-based Multi-Agent System [Электронный ресурс] // arXiv. – 2025. – URL: <https://arxiv.org/abs/2510.01617> (дата обращения: 12.01.2026).
2. SimCity: Multi-Agent Urban Development Simulation with Rich Interactions [Электронный ресурс] // arXiv. – 2025. – URL: <https://arxiv.org/abs/2510.01297> (дата обращения: 12.01.2026).
3. MAGIC-MASK: Multi-Agent Guided Inter-Agent Collaboration with Mask-Based Explainability for Reinforcement Learning [Электронный ресурс] // arXiv. – 2025. – URL: <https://arxiv.org/abs/2510.00274> (дата обращения: 15.01.2026)

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ СРЕДЫ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ ПО ЗАМЕНЕ ПЕРЕКРЫТИЙ В ЗДАНИЯХ С КИРПИЧНЫМИ СТЕНАМИ

Кокарев Д.А. (080301/O2201)

Научный руководитель – ст. преп. каф. строительства зданий и сооружений Чугунов А.С.
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет
Институт строительства, природообустройства и ландшафтной архитектуры

Аннотация: в статье предложено устройство, позволяющее создать условия безопасного труда, при проведении работ по замене перекрытий. Безопасность труда достигается за счет применения устройств, предотвращающих обрушение кирпичных стен, вызванное изменением первоначальной расчетной схемы кирпичных стен в следствие демонтажа перекрытий. В статье проанализированы аналоги устройства, а также описано экспериментальное тестирование устройств, с целью подтверждения эффективности их применения.

Ключевые слова: безопасность труда при строительстве, временное усиление, замена перекрытий, устойчивость кирпичных стен.

При реализации комплекса строительных работ, направленного на замену перекрытий в зданиях, являющихся объектами культурного наследия или ветхого фонда, а также имеющих кирпичные стены, может возникнуть угроза жизни и здоровью работников, которые принимают участие в строительных работах. Угроза может быть вызвана возможным обрушением кирпичных стен после демонтажа «старых» перекрытий и до возведения «новых» перекрытий.

Актуальность временного усиления кирпичных стен при демонтированных перекрытиях подтверждается рядом несчастных случаев, приведенных на сайте Следственного комитета РФ [1]. Один из таких случаев – это гибель работника в результате завала его остатками кирпичной стены после ее обрушения по причине изменения расчетной схемы, вызванной демонтажем «старого» перекрытия на строительном объекте, расположенном по адресу: г. Санкт-Петербург, пр. Энгельса, дом 124.

Для предотвращения обрушения кирпичных стен после осуществления демонтажа перекрытий необходимо сохранить первоначальную расчетную схему кирпичных стен, имеющую вид шарнирно-опертого стержня. После демонтажа перекрытий кирпичные стены становятся отдельно стоящими, что соответствует расчетной схеме в виде консольно-заделанного стержня. В соответствии с п.п. 7.1 – 7.3 [2] гибкость кирпичной стены λ при такой расчетной схеме увеличится, что уменьшает коэффициент продольного изгиба φ , а это, в свою очередь, приводит к снижению устойчивости кирпичной стены вплоть до ее возможного обрушения.

Рассмотренные в [3] методы усиления, являются аналогами, а металлическая конструкция в [4] – прототипом предлагаемого устройства. Применение аналогов является либо нецелесообразным с экономической точки зрения для временного усиления кирпичных стен, либо может наблюдаться только при работах нулевого цикла. Прототип же может использоваться только для вре-

менного усиления железобетонных колонн, а также его применение ограничено постоянной длиной, что делает невозможным применение прототипа при разных величинах пролета.

Предлагаемое устройство (рис. 1) [5, 6] обладает свойством переменности длины, а, следовательно, и универсальностью, так как может использоваться при разных величинах пролета.

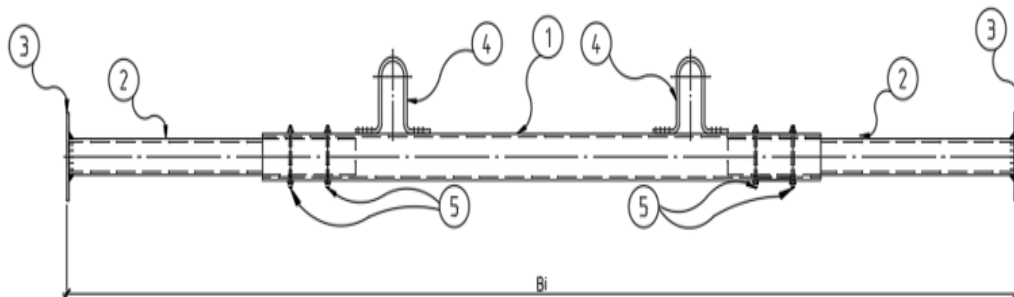


Рис. 1. Принципиальная схема устройства для реализации конструктивного решения временного усиления кирпичных стен при демонтированных перекрытиях: 1 — неподвижная часть из профильной трубы квадратного сечения; 2 — подвижные части из профильной трубы квадратного сечения меньшего размера, соединяемые с неподвижной частью по средствам телескопического соединения; 3 — упорные пластины для передачи распорного усилия на кирпичные стены; 4 — монтажные петли для строповки устройства, используемые при монтаже или демонтаже; 5 — шпильки для фиксации подвижной части в неподвижной части

Размеры сечений устройства определяются согласно [7]. В случае если перекрытия выполнены по балкам, упорные пластины после демонтажа конструкций перекрытия заводятся в гнезда, предусмотренные для установки балок в кирпичных стенах. Если же в местах крепления устройства нет гнезд, то его крепление к кирпичным стенам осуществляется при помощи распорных анкеров, которые продеваются через отверстия, предусмотренные в упорных пластинах.

С целью обоснования корректности работы устройств и целесообразности их использования было осуществлено тестирование устройств в экспериментальной форме (рис. 2), которое проходило в городе Санкт-Петербурге. Одним из результатов экспериментального тестирования стали данные (табл. 1 — 2) о деформациях или отклонениях кирпичной стены от вертикали, вызванные ветровой нагрузкой и температурным перепадом.



Рис. 2. Устройство в процессе экспериментального тестирования

Таблица 1

Величины деформаций кирпичной стены при ветровом воздействии

Вид исследования	Тестируемая система	Деформации стены в мм при скорости ветра			
		10 м/с	15 м/с	20 м/с	25 м/с
1	2	3	4	5	6
Численный эксперимент, верх стены	По середине между устройствами				
	Устройство	1,9	3,7	4,3	6,2
	«Старое» перекрытие	3,1	5,9	8,3	11,1
	Отсутствие перекрытий	28,7	59,6	92,1	120,8
Натурное тестирование, верх стены	В плоскости устройств/ Между устройствами				
	Устройство	0/1	1/4	2/4	3/6
	«Старое» перекрытие	2/3	4/5	6/8	8/11
Натурное тестирование, середина стены	В плоскости устройств/ Между устройствами				
	Устройство	0/0	0/2	1/2	1/3
	«Старое» перекрытие	2/2	4/3	6/4	8/7
примечание: числовые значения, выделенные жирным, являются недопустимыми деформациями кирпичной стены					

Таблица 2

Отклонения кирпичной стены от вертикали из-за температурного перепада

Тестируемая система	Деформации стены в мм при температуре воздуха			
	0°C	10°C	20°C	30°C
«Старое» перекрытие	0	2	4	5
Устройство	0	1	2	3

Тестирование в экспериментальной форме валидировало корректность работы и целесообразность применения устройств, следовательно устройства могут быть применены для обеспечения безопасной среды на строительной площадке при замене перекрытий в зданиях с кирпичными стенами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Следственный комитет РФ: офиц. сайт. Москва. Обновляется в течение суток. URL: <https://sledcom.ru/> (дата обращения 26.12.2025).
2. СП 15.13330.2020. Каменные и армокаменные конструкции: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2020 г. № 902/пр и введен в действие с 01 июля 2021 г. / исполнитель – АО «НИЦ «Строительство» – Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций им. В.А. Кучеренко (ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко). – М., 2021.
3. Кокарев, Д.А. Технология замены перекрытий в зданиях с кирпичными стенами, обеспечивающая их устойчивость / Д.А. Кокарев, А.С. Чугунов // Город XXI века. Мировые тренды и региональные особенности: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Орёл, 19 – 20 декабря 2024 года. – Орёл: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2025. – С. 648-654. – EDN NTFCRR.
4. Броневицкий, А.П. Временное усиление конструкций при реконструкции зданий / А.П. Броневицкий // Наука и техника. – 2017. – Т. 16, № 2. – С. 137-143. – DOI 10.21122/2227-1031-2017-16-2-137-143. – EDN ZDUUBF.
5. Патент на полезную модель №233455 U1 Российская Федерация, МПК E04G 25/04. Устройство для временного усиления кирпичных стен при демонтаже перекрытий: заявл. 13.03.2025: опубл. 21.04.2025 / А.С. Чугунов, Д.А. Кокарев; заявитель ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет». – EDN XMZPEB.
6. Патент на промышленный образец №149712 Российская Федерация. Временное

фиксирующее устройство для горизонтальной опоры кирпичных стен: заявл. 20.05.2025: опубл. 21.10.2025 / А.С. Чугунов, Д.А. Кокарев; заявитель ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет». – EDN RFZTYO.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025619220 Российская Федерация. Выбор и определение сечений устройства, обеспечивающего устойчивость кирпичных стен при демонтированных перекрытиях: заявл. 31.03.2025: опубл. 14.04.2025 / Д.А. Кокарев, А.С. Чугунов; заявитель ООО «КБ«АРКА». – EDN BCPSXW.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ ОХРАНЫ ТРУДА И СНИЖЕНИЮ ТРАВМАТИЗМА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Костецкая О.В. (2531-5401.1), Блыщ А.А.(2531-5401.1)

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры гражданской безопасности
Мохнатко И.Н.

Мелитопольский государственный университет

Аннотация: работа посвящена анализу проблем охраны труда на предприятии и путям их решения. Охрана труда является одним из ключевых аспектов устойчивого и эффективного функционирования любого предприятия и представляет собой систему сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включая правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Ключевые слова: охрана труда, травматизм, предприятие, финансирование мероприятий.

Как показывает практика, существенную долю всех опасных происшествий и связанных с ними несчастных случаев, профессиональных заболеваний, которые происходят на производстве, можно вовремя предотвратить, если работники предприятий будут своевременно и качественно обучены по охране труда, а также обладать профессиональной компетентностью, которая соответствует всей сложности и опасности выполняемой ими работы.

В качестве основных мер по организации безопасных условий труда еще до начала трудовой деятельности следует отметить проведение инструктажей, обучение безопасным приемам выполнения работ. Также важным аспектом является и то, что, в обязанность как всех работников, так и руководителей организаций, работодателей, индивидуальных предпринимателей входит прохождение обучения по охране труда и проверка знаний требований охраны труда.

В результате постоянного развития, а также обновления технологий, различного рода технических средств, машин, механизмов, оборудования, средств защиты и изменений принципов устройства оборудования, необходимо проведение своевременного и качественного обучения работников предприятий по вопросам охраны труда, которое играет важную роль в организации безопасного производства работ.

Однако данные тенденции развития технологий в какой-то степени также являются определенной проблемой для работников производства, поскольку им, довольно за короткий срок, приходится освоить большой объем новой информации, связанной с безопасным выполнением всех технологических процессов. Важно отметить, что допускаются случаи, когда руководителями предприятий не уделяется должного внимания качественному проведению инструктажей с работниками, а также практическому обучению сотрудников. С учетом данной проблемы необходимо изменить подход к обучению работников безопасным методам производства работ, а также проведению инструктажей для них, акцентируя внимание на основных ключевых моментах и наличии опасных факторов, которые могут возникнуть при осуществлении

трудовой деятельности. При проведении инструктажей для работников предприятий стоит предложить изменить форму изложения, то есть проводить инструктаж не только словесно, но и добавлять соответствующее видео и аудио сопровождение, также приветствуется показ наглядных схем и моделирование ситуаций.

Совершенствование технологических процессов необходимо проводить за счет замены оборудования с конструктивными недостатками и высокой изношенностью. Постоянный мониторинг технического состояния оборудования, зданий и сооружений, инструментов и средств защиты работника обеспечивает своевременное выявление дефектов и повреждений, способствуя предотвращению аварий и несчастных случаев, тем самым продлевая срок службы оборудования, повышает общую безопасность и эффективность работы предприятия. Такой контроль позволяет планировать и проводить своевременный ремонт и техническое обслуживание, тем самым минимизируя простой и экономические потери предприятия.

Одной из ключевых проблем высокого риска травматизма на предприятии является воздействия вредных и опасных производственных факторов, определяемых спецификой выполняемых работ. Зачастую, наблюдаются такие ситуации, когда у работников предприятий, при увеличении производственного стажа, появляется снижение порога опасности, ответственности и притупление бдительности, в ходе производства работ. По сути, работник, в данном случае, сам «оптимизирует» свой рабочий процесс, игнорируя требования, которые предъявляются к конкретному рабочему месту или профессии по безопасному выполнению технологических процессов.

Решение обозначенной проблемы кроется, как правило, в качественном проведении обучения и информировании работников обо всех возможных последствиях нарушений требований безопасности, и как результат - осознание работником последствий из-за пренебрежения комплексом требований по охране труда [1]. Необходимо также обозначить, что для организации работ, согласно предъявленным требованиям, важную роль играет достаточная обеспеченность ресурсами предприятия.

Таким образом, все вышеотмеченные факторы, выступают первостепенными причинами высокого уровня аварийности и травматизма на производстве, решением которых является строгое соблюдение режима труда и отдыха в соответствии с Трудовым кодексом Российской Федерации [2].

Также необходимо соблюдать основные принципы охраны труда, выступающие в качестве эффективного инструмента, который позволяет, во-первых, гарантированно защищать сотрудников предприятий от вредных и опасных факторов, влияющих на здоровье, во-вторых, снизить расходы на обеспечение производственного процесса, а также исключить серьезные экономические убытки, вследствие потери рабочего времени.

Одной из ключевых проблем охраны труда на предприятии является недостаточное финансирование мероприятий по охране труда [3]. Необходимо отметить, что предотвращение и профилактика несчастных случаев позволяет

экономить суммы, многократно превышающие расходы на эти мероприятия. Обоснование бюджета предприятия на мероприятия по охране труда целесообразно проводить методом «Затраты против Убытков» и оперировать не только расходами, но и предотвращенными убытками. В таблице 1. Представлен пример предотвращения убытков в зависимости от категории затрат.

Таблица 1

Предотвращения убытков в зависимости от категории затрат

Категория затрат	Предотвращения убытков
Прямые затраты	Компенсации, больничные листы, штрафы от надзорных органов, судебные издержки.
Косвенные затраты	Потеря рабочего времени (травмированного работника), простой оборудования, расходы на обучение замещающего работника, снижение производительности.
Нематериальные убытки	Ухудшение имиджа учреждения снижение мотивации и лояльности персонала, потеря доверия партнеров.

Проблема производственного травматизма на рабочих местах требует системного и комплексного подхода. Только при условии полной поддержки со стороны высшего руководства, должного финансирования по охране труда и глубокого вовлечения всех сотрудников в процесс обеспечения безопасности, возможно достижение нулевого травматизма и создание по-настоящему безопасной и эффективной производственной среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197 - ФЗ. — Текст : электронный // Норматив Контур : [сайт]. — URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=503582> (дата обращения: 28.01.2026).
2. Анисимов, И.М. Ключевые проблемы охраны труда / И.М. Анисимов, А.И. Фомин // Охрана труда и социальное страхование. - 2016. - № 5. - С. 1431.
3. Приказ Минтруда РФ от 29.10.2021 N 771Н «Об утверждении примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней». — Текст : электронный // Норматив Контур : [сайт]. — URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=408448> (дата обращения: 28.01.2026).

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

Малюта С.И. (к.т.н., доцент кафедры гражданской безопасности)
Мелитопольский государственный университет

Аннотация: одним из основных способов обеспечения безопасности при выполнении строительных работ является обозначение опасных зон и их ограждение. Выполнение данных мероприятий позволяет существенно снизить травматизм, повысить безопасность работ. Для ограждения опасных зон разработаны и используются ряд временных защитных сооружений. В статье рассмотрено и предложено перспективное техническое решение временного защитного ограждения.

Ключевые слова: секция, стойка, опора, съемная решетка ограждения, С-подобные захваты.

Известно множество технических решений временных защитных ограждений [1,2]. Недостатками данных известных ограждений является сложность конструкции, а также обусловленная ею недостаточная функциональность. Данные недостатки заключаются в том, что присоединение ограждений секций друг к другу осуществляется с помощью хомутов и болтового соединения, что предполагает использование специального инструмента и значительных затрат времени.

На кафедре гражданской безопасности Мелитопольского государственного университета разработано временное защитное ограждение, в котором за счет нового сочетания конструктивных элементов, их новой формы и взаимосвязи между ними обеспечивается присоединение отдельных элементов ограждений друг к другу без использования инструмента и дополнительных хомутов, болтов, шайб и гаек.

Данное временное ограждение включает, по меньшей мере, одну секцию, которая содержит стойки с опорами, на которых закреплена съемная решетка ограждения, одна из стоек которой в верхней части выполнен С-подобный захват, который имеет зев m меньше диаметра стойки d , а на противоположной стойке выполнен цилиндрический участок диаметром d_1 , равным зеву m С-подобного захвата, и расположенный ниже него.

В результате данного технического решения обеспечивается возможность присоединения секций ограждения друг к другу без использования инструмента и дополнительных конструктивных элементов, вставляя стойку следующей секции цилиндрическим участком в С-подобный захват предыдущей и опуская ее вниз. Таким образом, реализация заявленных различий позволяет существенно упростить конструкцию ограждения и повысить его функциональность.

Техническая сущность и принцип работы предлагаемого устройства представлены на рисунке 1.

Предложенное временное ограждение состоит из отдельных секций, каждая из которых включает стойки 2 и 5, между которыми на рамке 4 закреплена решетка 3. Нижние части стоек 2 и 5 установлены в отверстия (на фигуре не

показаны) подставок 1. Стойки 2 отдельных секций оснащены С-подобными захватами 6, а на стойках 5 - выполнены цилиндрические участки 7.

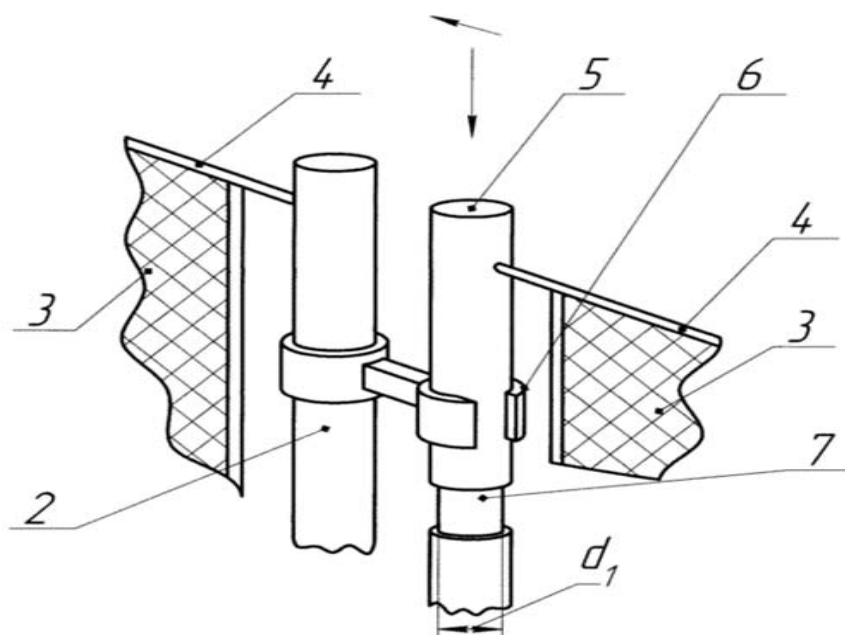


Рис. 1. Схема временного ограждения

Описанное выше временное ограждение используется следующим образом.

Перед использованием ограждения на поверхности, где оно должно быть установлено, размещаются подставки 1. После чего, в первую пару из них стойками 2 и 5 закрепляется первая секция. Следующая секция участком 7 стойки 5 помещается в зев захвата 6 и опускается вниз в отверстие подставки 1. Подобным образом устанавливаются следующие секции ограждения. Временное ограждение может образовывать как разомкнутый, так и замкнутый контур.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Патент № 12166 Российская Федерация МПК E04H 17/00 (1995.01), Временное ограждение зон проведения работ: № 99111138/20: заявлено 25.05.1999: опубл. 16.12.1999/ Лукашевский К.А., Дардыкина Н.В., Губанов А.В., Поляков Г.З., Кондратов И.Е.
2. Патент № 132829 Российская Федерация МПК E04H 17/00 (2006.01), Временное ограждение: № 2013123480/03: заявлено 23.05.2013: опубл. 27.09.2013, бюл. №27/ Кухарук А. В., Коновалов С. А.
3. Патент № 229793 Российская Федерация МПК E04H 17/14 (2006.01), Временное ограждение: № 2023133698: заявлено 14.12.2023: опубл. [30.10.2024](#) Бюл. № [31](#)/ Мalyота С.И., Мазилин С.Д., Мохнатко И.Н., Скачек В.В., Лысенко Ю.А., Грибова Д.В.

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Скупов А.С. (СМ-3-24)

Научный руководитель - к.т.н., доц. Артёмов С.Г.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Аннотация: современные методы строительства с каждым днём становятся только совершенней. Не стоит забывать и о правилах безопасности, ведь это неотъемлемая часть процесса. Обеспечение качественной работы на всех этапах — от проектирования до эксплуатации — является ключевым аспектом, который напрямую влияет на жизнь и здоровье людей, а также на сохранность материальных ценностей. В данной работе обозначена роль проектирования сооружений, проведен анализ правил безопасности, и их применение на практике.

Ключевые слова: безопасность строительства, эксплуатация объектов транспортной инфраструктуры, управление безопасностью, культура безопасности.

Роль проектирования в обеспечении безопасности. Проектирование — основа всей предстоящей работы. От грамотного проекта объекта транспортной инфраструктуры зависит его безопасность. При разработке проектов необходимо учитывать не только архитектурные и эстетические показатели, но и требования по безопасности. Правильное и качественное проектирование позволяет не только учесть все современные требования к безопасности, но и предвосхитить потенциальные риски, связанные с эксплуатацией объекта. В проекте будущего сооружения должны учитываться действующие нормы (СНИП, ГОСТ и др.).

Соблюдение утвержденных законодательством правил важно для соответствия актуальным требованиям качества. Также необходимо проводить оценку рисков при строительстве: климатические, географические, возможные катастрофы (наводнения, землетрясения, ураганы). А благодаря современным технологиям, возможно даже провести компьютерную симуляцию проекта в виде трёхмерной модели. [1] В программе можно визуализировать неблагоприятные обстоятельства для постройки, провести анализ последствий, и усовершенствовать свой проект еще задолго до начала строительства. Отталкиваясь от этих факторов, специалист сможет более точно составить проект объекта транспортной инфраструктуры, и увеличить его надёжность.

Безопасность при строительстве объектов транспортной инфраструктуры. В процессе строительства здания необходимо соблюдать меры безопасности, для предотвращения несчастных случаев и сохранения жизни работников стройки. Требуется осуществление строгого соблюдения правил техники безопасности. Руководителям необходимо проводить инструктажи. Также важно использование средств индивидуальной защиты (СИЗ), таких как каски, защитные очки, перчатки, спец. одежда и спец. обувь.

На объекте должен быть назначен ответственный за безопасность, который будет следить за соблюдением всех правил и норм. Уполномоченный сотрудник должен контролировать весь процесс строительства, а также рабоче-

го процесса строителей. Это нужно для выявления возможных нарушений, и для продуктивного решения возникших проблем. Такой подход увеличивает надежность и безопасность всей работы. Создание безопасной обстановки во время работы – ответственность всех работников стройки и их руководителей. Чтобы рабочий процесс был безопасным важно правильно организовывать место работы, подъезды для спец. техники, и регулирование этих маршрутов. Нужно ограждать места опасных работ, для предотвращения несчастных случаев, обозначать опасные участки специальными знаками (рис. 1). А также необходимо осуществлять проверку всей техники и оборудование на корректную работоспособность [2].

В случае, если все-таки чрезвычайные или аварийные ситуации произошли на предприятии, каждый работник должен быть ознакомлен с планом действий. Назначается ответственное лицо для защиты участка и рабочей силы в случае непредвиденных обстоятельств.



Рис. 2. Предупреждающие знаки для обеспечения безопасности в процессе строительства

Эксплуатация объектов транспортной инфраструктуры. После завершения строительства настает этап эксплуатации, и тут тоже требуется трепетное и внимательное отношение к вопросам безопасности. Ведь теперь от качества выполненной работы зависят здоровье и жизни людей. На этом этапе обеспечение безопасности становится особенно актуальным, так как от состояния и функционирования всех систем зависят не только эффективность эксплуатации, но и здоровье и безопасность людей. И для того, чтобы быть уверенным в надежности строения, необходимы регулярные проверки безопасности и обслуживание здания.

Поддержание полной и актуальной документации по эксплуатации здания способствует более эффективному управлению им. Все проверки по вышеперечисленным критериям записываются в журналах учета. Это позволяет отслеживать историю эксплуатации объекта транспортной инфраструктуры и выявлять системные проблемы на ранней стадии. Регулярные отчеты о проведенных работах и состоянии здания формируют базу для принятия управленческих решений по дальнейшей эксплуатации [3].

Обучение и культура безопасности. Создание культуры безопасности — ключ к успешному управлению рисками. Культура безопасности включает в

себя общий подход к безопасности на всех уровнях организации. Работники должны понимать важность соблюдения норм безопасности, а также быть вовлечены в процесс выявления и устранения потенциальных угроз. Регулярные инструктажи на тему безопасности помогут поддерживать осведомленность и готовность к реагированию на нештатные ситуации.

Обучение работников по вопросам безопасности позволяет им осознавать потенциальные опасности и принимать меры для их предотвращения. Инструктажи можно проводить в виде групповых лекций (общий инструктаж); специфичное обучение для данного работников дорожной отрасли и рода деятельности (опасные материалы, травмоопасное оборудование и т.д.).

Чтобы работники охотнее соблюдали меры безопасности, некоторые компании вводят систему мотивации. Внедрение системы наград за отличные результаты в области безопасности, такие как улучшение показателей по травматизму и безаварийный труд, может значительно повысить уровень заинтересованности и ответственности сотрудников.

Также можно проводить регулярные встречи, на которых обсуждаются актуальные вопросы безопасности, ситуации на объекте и возможные улучшения, позволяет поддерживать высокий уровень осведомленности среди работников. Сотрудники же, в свою очередь, дают обратную связь руководителям, что можно изменить, доработать. Так формируется коллективный труд по улучшению безопасности, и общая вовлеченность в дело.

Заключение. Безопасность при строительстве и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры является многогранной и серьезной задачей, требующей слаженной и коллективной работы на всех этапах. От качественного проектирования до формирования культуры безопасности среди работников — каждый шаг играет значимую роль в обеспечении защиты жизни и здоровья людей, а также сохранности объектов инфраструктуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инженерная безопасность при проектировании зданий и сооружений: учебно-методическое пособие / Т. Г. Серeda, С.Н. Костарев; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова. – Пермь: ИПЦ «ПрокростЪ». – 174 с.
2. СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве». // URL: <https://gktgs.ru/assets/files/snip/snip-12-04-2002-bezopasnost-truda-v-stroitelstve-chast-2-stroitelnoe-proizvodstvo.pdf>
3. Безопасность жизнедеятельности при строительстве объектов транспортной инфраструктуры: учеб. пособие / В.В. Колотушкин, С.Д. Николенко; Воронежский ГАСУ – Воронеж, 2014. – 194 с.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 711.424

БЛАГОУСТРОЙСТВО ОБЩЕСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Десятниченко Е.В. (2-СТФ-24СТФ-102М)

Научный руководитель — к.э.н., доцент Гужова О.А.

Строительно-технологический факультет, кафедра «Стоимостной инжиниринг и техническая экспертиза зданий и сооружений»

Аннотация: в статье рассматриваются проблемы благоустройства общественных территорий в условиях плотной застройки. Анализируются проблемы, связанные с ограниченным пространством под благоустройства, ухудшением экологической обстановки и снижение качества общественной жизни. На примере конкретных проектов показаны практические решения, которые позволяют создать привлекательные общественные пространства, не смотря на ограничение в территории. Исследование показывает, что плотная застройка только стимулирует на нахождения новых решений благоустройства территорий.

Ключевые слова: благоустройство территорий, общественные пространства, вертикальное озеленение, плотная застройка.

Современные города — это плотно застроенные пространства, где традиционно основное внимание уделялось строительству зданий и инфраструктуры в ущерб качеству открытых, незастроенных зон. Это привело к появлению невыразительных дворов, пустых площадей и однообразных тротуаров. Сегодня горожане стремятся не просто к существованию, а к жизни в среде, способствующей здоровью, социальной активности и комфорту. В условиях сложившейся плотной застройки улучшение общественных пространств становится важной задачей.

Города сталкиваются с недостатком территорий, пригодных для традиционного озеленения и организации общественных пространств. Это приводит к следующим последствиям:

Ухудшение экологической обстановки — сокращение зелёных насаждений снижает качество воздуха, усиливает перегрев городской среды и повышает уровень шума.

Снижение качества общественной жизни — малое количество удобных и доступных мест для отдыха, общения и активности жителей.

Существует противоречие между растущей потребностью горожан в комфортной, экологичной среде и физическими ограничениями городской планировки, поскольку традиционные методы организации парков и скверов требуют свободных горизонтальных площадей, которых практически не осталось. Однако современные подходы к городскому развитию предлагают эффективные решения, основанные на принципах многофункционального использования пространства, вертикального развития и тактического урбанизма.

Рассмотрим несколько примеров благоустройства территорий с высокой градостроительной плотностью.

Вертикальное озеленение – это прием, который применяется для оформления фасадов зданий, глухих торцевых стен зданий и сооружений, опорных стенок и фундаментов, беседок, откосов, а также для создания «зеленых экранов» в целях защиты от ветра и изоляции отдельных участков и площадок [1]. Благодаря особенностям своего устройства, зелёные стены представляют естественный природный барьер от дорожного шума, пыли, кроме того, растения создают дополнительный слой изоляции, помогают регулировать температуру, создавая тень [2]. Визуально они маскируют неприглядные виды — будь то соседние здания, парковки или технические зоны — и создают эстетичный фон для городских пространств.

К ним относятся:

Модульные панели: оснащены встроенными карманами для грунта и автоматическими системами полива и подкормки.

Шпалеры: решётчатые конструкции для опоры быстрорастущих лиан (например, девичьего винограда или жимолости).

Каскадные системы: подвесные контейнеры, создающие эффект сплошного зелёного водопада.



Рис. 1. Музей на набережной Бранли, Париж, Франция

Уникальное решение фасадного озеленения с использованием технологии гидропоники разработал французский ботаник Патрик Блан. Вместо традиционных для современных вертикальных садов вазонов с почвогрунтами он применил инертный искусственный материал – полимерный войлок, служащий для укоренения растений. К корням растений подается – в режиме рециркуляции – питательный раствор, содержащий необходимые для роста растений минеральные вещества [3].

Вертикальное озеленение преобразует унылые поверхности в яркие, запоминающиеся элементы. Таким образом, ограничения в горизонтальном пространстве стимулируют развитие вверх, а практическая необходимость порождает новые художественные решения.

Преобразование заброшенных и небезопасных городских территорий — это процесс превращения неиспользуемых зон (под мостами, в промзонах, на пустырях) в функциональные и эстетически привлекательные пространства. В основе этого подхода лежат два важных момента: улучшение освещения для повышения безопасности и создания нужной атмосферы, а затем — наполнение пространства активностями, которые выгодно подчеркивают его прошлое, сохраняя его "брутальную" эстетику и превращая ее в основу для новых функций, таких как уличные тренажеры, скейт-парки и зоны для граффити. В результате, ранее непривлекательные места становятся точками притяжения для молодежи, а их индустриальный облик превращается в сильную сторону.



Рис. 2. Общественная тропа The Bentway под автомагистралью Гардинер в Торонто, Канада

The Bentway в Торонто — это образцовый проект, который превратил заброшенное пространство под эстакадой Гардинер в многофункциональный общественный парк. Его индустриальный облик подчеркивают бетонные опоры, используемые для освещения и искусства. Особенностью этого места является круглогодичное использование: летом здесь проходят мероприятия и работают велосипедные маршруты, а зимой заливают каток.

Делая выводы, хочется отметить, что плотная городская застройка не должна быть препятствием для создания качественных общественных пространств. Современные методы, такие как вертикальное озеленение и эффек-

тивное использование пустующих участков, открывают новые возможности для превращения даже самых сложных городских территорий в более привлекательные, экологически чистые и активные места для жизни.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мурзагулова Г.Ф., Кутлияров Д.Н. Вертикальное озеленение стен жилых зданий и сооружений. - Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2019. - С. 200 – 203.

2. Грознова В.А., Гольцман М.А. Вертикальное озеленение в ландшафтной архитектуре // Тенденции развития науки и образования. – 2024. - №115-13. - С. 79 – 81.

3. Литвинова А. И., Евстигнеева Н. А., Евстигнеева Ю. В. Вертикальное озеленение городских пространств // Биосфера. - 2022. - №1. - С. 52-59.

МОБИЛЬНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЛЮДЕЙ СТАРШЕГО ВОЗРАСТА В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА: ОЦЕНКА ЭКСПЕРТОВ (НА ПРИМЕРЕ Г.ВОЛГОГРАДА)

Петрянкина М.М. (аспирант кафедры философии, социологии и психологии)
Научный руководитель – д-р. филос.н., доц., зав. кафедрой ФСиП Карчагин Е.В.
Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Аннотация: настоящая работа представляет собой анализ данных полуструктурированных интервью с экспертами в части мобильной безопасности людей старшего возраста при взаимодействии с цифровыми технологиями городского общественного транспорта. Данные выявлены в ходе экспертного опроса в рамках масштабного исследования, касающегося цифровизации городского общественного транспорта.

Ключевые слова: мобильная безопасность, цифровизация городского транспорта, социология города, социология транспорта.

Ускоренная цифровизация всех сфер жизнедеятельности людей наряду с увеличением продолжительности жизни создает новые риски для уязвимых групп населения, в частности, лиц старшего возраста. Одной из недостаточно изученных проблем является их мобильная безопасность в повседневных практиках использования городского транспорта, где физические и цифровые барьеры накладываются друг на друга. Теоретическую основу для анализа подобных проблем представляет исследование [1]. Эмпирические данные подтверждают актуальность проблемы, международное исследование [2] показывает, что страхи перед кражей гаджетов или сбоями инфраструктуры могут серьезно ограничивать мобильность людей старшего возраста в общественном транспорте.

Данная работа представляет собой анализ мнений экспертов в области социологии, градостроительства, городского транспорта и цифровых технологий, касающихся вопросов мобильной безопасности. Цель исследования – на основе анализа мнений экспертов определить возможные барьеры и эффективные стратегии обеспечения мобильной безопасности для людей старшего возраста в цифровой транспортной системе. Научная новизна: впервые мобильная безопасность раскрывается на эмпирическом материале экспертных интервью в российском региональном центре, в отличие от обзоров, фокусирующихся на мобильных технологиях целом [3].

Экспертное интервью – это эффективный способ получения информации о проблеме исследования без необходимости сбора большого объема данных [4]. Выборка составила 6 экспертов в области социологии, городского транспорта, градостроительства, цифровых технологий. Критериями отбора выступали профессиональный статус и опыт. Интервью проводилось с помощью блока открытых вопросов, ответы на которые в последствии объединялись по тематическим категориям.

В результате синтеза данных интервью было обнаружено, что понятие мобильной безопасности складывается из нескольких критериев. В первую очередь, это психологическое доверие к технологиям, «уверенность, что

средства не спишутся ошибочно, а информация на табло является достоверной»; второе – это физическая безопасность и удобство, которые выражаются в виде низкопольного транспорта и корректной работы инфраструктуры, а также защита от сбоев, что выражается в доступности альтернативных способов оплаты и получения информации при отказе цифровых систем. При рассмотрении проблем мобильной безопасности людей старшего возраста на первое место выходят психологические барьеры, затем следуют сопротивление новому и приверженность привычкам: «оплата у водителя, общение с кондуктором», следом идут страх ошибок и негативного опыта: боязнь двойного списания оплаты за проезд, отказ терминала, и когнитивная перегрузка: «сложность освоения приложений». Цифровое доверие формируется через личный контакт и обратную связь, что согласуется с выводами о восприятии рисков в транспорте среди людей старшего возраста в США [5]. Цифровое доверие формируется через личный контакт и обратную связь. Наиболее эффективными каналами формирования доверия являются передача опыта от человека человеку и помощь близких родственников. Некорректная работа систем подрывает доверие к цифровым технологиям. Бесперебойная работа, понятный и удобный интерфейс, читабельный экран и качественное звуковое сопровождение способны повысить чувство безопасности и защищенности. Большинство экспертов считают, что целенаправленного обучения именно транспортным технологиям «нет или его недостаточно». Таким образом, анализ ответов экспертов-практиков позволяет сгруппировать элементы мобильной безопасности в три группы: визуальные (мелкий неконтрастный шрифт, бликующие табло), акустические (тихий или отсутствующий звуковой сигнал терминала оплаты) и физические (несоответствие уровня пола транспортного средства и остановки). Последний является значимым элементом мобильной безопасности, но не решаемым цифровизацией. Большинство экспертов сходятся во мнении о необходимости сохранения альтернативы цифровым технологиям, возможности оплаты наличными, предоставление информации на нецифровых носителях. По крайней мере такая возможность должна сохраняться на переходный период. Полное их устранение увеличивает риски цифрового исключения и нарушает права пассажиров, которые по разным причинам не пользуются цифровыми технологиями. Учет мнений уязвимых групп должен достигаться еще на этапе разработки технологий. В настоящее время существуют различные виды приложений или сервисов. Например, в г. Волгограде это 2ГИС, Яндекс.Карты, сайт карты Волна. Такая разрозненность и необходимость разбираться с работой множества сервисов может создавать когнитивные барьеры у людей старшего возраста. Главная идея экспертов заключается в разработке единого простого решения, приложения или социальной карты, объединяющего все транспортные сервисы, такие как планирование поездки, оплата проезда, получение справочной информации, контроль баланса карты. Эксперты видят потенциал в волонтерском движении, интерактивных курсах, использовании регионального ТВ, как основных каналов обучения.

Основные угрозы мобильной безопасности носят социотехнический ха-

ракти. Безопасность обеспечивается не сложными технологиями, а простыми, надежными и предсказуемыми системами, встроенными в поддерживающий социальный контекст. Цифровизация городского транспорта должна следовать логике инклюзивной модернизации, где технологии адаптируются к человеку, а не наоборот.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карчагин, Е. В. Социотехнические барьеры цифровизации городского транспорта для лиц старшего возраста: теоретико-методологический аспект / Е. В. Карчагин, М. М. Петрянкина // *Primo Aspectu*. – 2025. – № 4(64). – С. 36-40. – DOI 10.35211/2500-2635-2025-4-64-36-40.
2. Perceptions of safety during everyday travel shaping older adults' mobility in Bengaluru, India / N. Mandayam... [et al.] // *BMC Public Health*. 2024. Vol. 24. Art. № 19455. DOI: 10.1186/s12889-024-19455-0.
3. Mobile Privacy and Security for Older Adults: A Systematic Review // National Library of Medicine National Center for Biotechnology Information URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41524149/> (дата обращения: 11.01.2026).
4. Чернова Ж.В. Методологические аспекты экспертных интервью: подходы, возможности и ограничения // *Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены*. 2023. № 5. С. 74-90. <https://doi.org/10.14515/monitoring.2023.5.2418>.
5. Older adults' travel experience with public transit: Ph.D. / A. Gu; University of Wisconsin-Milwaukee.- Milwaukee, 2024. 248 p.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОТТЕДЖНЫХ ПОСЁЛКОВ

Шириазданова Р. Р.

Научный руководитель — к.э.н., доцент О.А. Гузова

Строительно-технологический факультет, кафедра «Стоимостной инжиниринг и техническая экспертиза зданий и сооружений»

Аннотация: в данном исследовании рассматриваются актуальные проблемы управления коттеджными поселками, вызванные неэффективным менеджментом, отсутствием прозрачности в финансовых операциях, пренебрежением интересами жителей и их ограниченным вовлечением в принятие решений. Выявлены ключевые проблемы содержания коттеджных посёлков. Рассмотрены различные механизмы для повышения эффективности регулирования, включая использование современных технологий, а также модернизации уже существующих методов, на примере системы «Умного освещения» и единой цифровой платформы по управлению жилыми комплексами.

Ключевые слова: оптимизация эксплуатации, коттеджные поселки, технология «умный дом», утечка ресурсов, инфраструктура, система «Philips Hue», коммуникации, энергосберегающие технологии, утилизация отходов, жилой комплекс, пропускная система, автоматизация систем.

Загородное строительство и жизнь в коттеджных посёлках пользуется большим спросом на современном этапе. Изменение образа жизни, потребность в более комфортных условиях жизни и желание находиться ближе к природе приводит к тому, что население отдаёт предпочтение частным домам, а не квартирам.

Коттеджный поселок — это сеть загородных домов, которые имеют общую инфраструктуру, предназначенную для постоянного или временного проживания. Коттеджные комплексы могут варьироваться по размеру, архитектурному стилю, уровню благоустройства и целевой аудитории.

Проблемы эксплуатации коттеджных посёлков:

1. Проблемы в управлении обусловлены низкой компетентностью руководящего состава, отсутствием ясной организационной структуры и недостаточным мониторингом исполнения договорных обязательств.

2. Недостаточная открытость в финансовых потоках и управленческих решениях способна порождать общественное недовольство и подрывать доверие граждан.

3. Пренебрежение позицией местного населения при выработке управленческих решений чревато возникновением протестных настроений и конфликтных ситуаций.

4. Недостаточная активность жителей в управлении и общественной жизни коттеджного поселка способна препятствовать эффективному разрешению проблем и успешной реализации необходимых преобразований.

Оптимизация эксплуатации коттеджных поселков подразумевает использование различных технологий и подходов, направленных на улучшение результативности управления, повышение качества жизни жителей и сокращение расходов. На рисунке 1 представлены следующие методы оптимизации эксплуатации:

1. Внедрение современных технологий

Датчики потребления воды, электроэнергии и газа являются необходимыми механизмами для выявления утечек, что особенно важно для безопасности и контроля затрат на ресурсы

Например.

Smart Meter - «умные» счетчики электроэнергии. Которые подразумевают дистанционный учет водных ресурсов организациям сферы ЖКХ. Речь идет о объединении приборов учета, оснащенных радиомодулями в единую беспроводную сеть. Подобная сеть позволяет не только собирать данные, но и при необходимости передавать их на пункт контроля и диспетчеризации. Также жильцы могут отслеживать потребление в реальном времени через мобильное приложение [1].

Philips Hue - это интеллектуальная экосистема освещения для дома, состоящая из подключенных ламп, светильников, лент, световых пятен, датчиков и элементов управления, совместимых с более чем 750 приложениями. Она полностью изменяет представление об освещении, создавая уникальное освещение для каждого дома [2].

2. Улучшение коммуникации с жителями

- Создание платформ для обратной связи.

- Регулярные собрания и опросы.

3. Финансовое управление и прозрачность

- Разработка четкого бюджета на эксплуатацию и обслуживание поселка.

- Прозрачность финансовых операций.

4. Устойчивое развитие и экология

- Внедрение энергосберегающих технологий (например, солнечные панели, системы рекуперации тепла).



Рис. 1. Применение солнечных панелей, интеллектуальных счётчиков, умного освещения

- Организация эффективной системы сбора и утилизации отходов, а также программы по раздельному сбору мусора способствуют улучшению экологической ситуации в поселке.

Цифровое решение МТС для жителей коттеджного посёлка «Моя Ильинка» позволяет: получать новости и регулярные отчеты о событиях в поселке, оплачивать счета и отправлять через приложение показания счетчиков, возможность подачи заявок на вызов мастеров в режиме онлайн и организации пропускной системы, система интеллектуального видеонаблюдения (рис. 2)

[3].



Рис. 2. Коттеджный посёлок «Моя Ильинка»

Оптимизация эксплуатации коттеджных поселков требует комплексного подхода и внедрения различных методов, направленных на улучшение качества жизни жителей и повышение эффективности управления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Smart meter – умные счётчики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ruzkabel.ru/smart-meter-umnyie-schyotchiki/> (дата обращения: 17.02.25)
2. Для потребителей. Signify [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.signify.com/ru-ru/our-offers/for-consumers> (дата обращения: 17.02.25)
3. Коттеджный посёлок «Моя Ильинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ilyinka63.ru> (дата обращения: 17.02.25)

Научное электронное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Сборник трудов I Вузовской научно-технической конференции
молодых исследователей, 10—12 февраля 2026 г., Волгоград**

Публикуется в авторской редакции

Верстка Е.А. Нетепа
Разработка обложки Е.А. Нетепа

Минимальные систем. требования:
PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; 2-скоростной дисковод CD-ROM;
Adobe Reader 6.0

Тираж 10 экз.
Подписано в свет 10.03.2026.
Гарнитур «Таймс». Уч.-изд. л. 16,0. Объем данных 4,9 Мбайт

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
Издательство ВолгГТУ
400005, г. Волгоград, просп. им. В.И. Ленина, 28, корп.1
400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1