

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ
МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ:
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

*Сборник материалов
XX международной научно-практической конференции молодых ученых*

16-17 апреля 2026 года

В двух томах

Том первый

Минск
УГЗ
2026

УДК 614.8.084
ББК 68.90
О-13

Организационный комитет конференции:

Председатель – *д-р тех. наук, профессор, начальник УГЗ И.И. Полевода.*

Сопредседатель – *канд. тех. наук, начальник Сибирской ПСА ГПС МЧС России И.Ю. Сергеев.*

Члены комитета:

д-р тех. наук, доц., гл. науч. сотр. ИТМО НАН Беларуси В.И. Байков;

д-р хим. наук, проф., зав. лаб. огнетушащих в-в НИИ ФХП БГУ В.В. Богданова;

канд. тех. наук, доц., нач. каф. ПБ УГЗ С.С. Ботян;

канд. тех. наук, доц., нач. каф. ХБРиЯЗ УГЗ М.М. Журов;

канд. физ.-мат. наук, доц., зав. каф. ЕН УГЗ А.В. Ильюшонок;

канд. тех. наук, доц., проф. каф. ЛЧС УГЗ В.В. Кобяк;

канд. филол. наук, доц., проф. каф. СЯ УГЗ Т.Г. Ковалева;

канд. тех. наук, доц., нач. каф. ПАСТ УГЗ А.А. Морозов;

канд. тех. наук, доц., зам. нач. УГЗ – нач. НИИ ПБиЧС В.Н. Рябцев;

канд. ист. наук, доц., зав. каф. ГН УГЗ В.Н. Сергеев;

канд. тех. наук, доц., нач. каф. ОНиПД УГЗ А.В. Суриков;

канд. тех. наук, доц., нач. каф. ГЗ УГЗ М.М. Тихонов;

нач. каф. УЗЧС УГЗ В.А. Хроколов.

Технический редактор – *канд. тех. наук, доц., нач. ОНиИД УГЗ Д.С. Нехань.*

Технический секретарь – *старший научный сотрудник ОНиИД УГЗ Д.В. Александров.*

Редакционная коллегия:

канд. тех. наук, доц., зав. каф. ПрБ УГЗ В.А. Бирюк;

канд. юр. наук, доц., доц. каф. ОНиПД УГЗ Е.Ю. Горошко;

канд. физ.-мат. наук, доц., вед. науч. сотр. ОНиИД УГЗ А.С. Платонов.

канд. ист. наук, доц., проф. каф. ГН УГЗ А.Б. Богданович;

Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы : сб. материалов
О-13 XX международной научно-практической конференции молодых ученых.: В 2-х томах. Т. 1. – Минск :
УГЗ, 2026. – 352 с.
ISBN 978-985-590-292-9

В сборнике представлены материалы докладов участников XX международной научно-практической конференции «Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы», состоявшейся 16-17 апреля 2026 года.

Материалы сборника посвящены: обеспечению безопасности жизнедеятельности; пожарной безопасности и предупреждению техногенных чрезвычайных ситуаций; лесным природным пожарам и борьбе с ними; современным технологиям ликвидации чрезвычайных ситуаций; научно-техническим разработкам в области аварийно-спасательной техники и оборудования; гражданской защите; радиационной безопасности и экологическим аспектам чрезвычайных ситуаций; правовым, образовательным и психологическим аспектам безопасности жизнедеятельности; практике профессиональной иноязычной коммуникации.

Издание предназначено для курсантов (студентов), слушателей магистратуры и адъюнктуры (аспирантуры) учреждений образования и научных учреждений.

Тезисы представлены в авторской редакции.

Фамилии авторов набраны курсивом, после авторов указаны научные руководители.

УДК 614.8.084
ББК 68.90

ISBN 978-985-590-292-9

© Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным
ситуациям Республики Беларусь», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ № 1 «ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ»

<i>Makarov A.Yu., Nehan D.S., Kovaleva T.G.</i> Results of supervisory events at the facilities of the penitentiary system of the Republic of Belarus	9
<i>Авдеенко В.Е., Мартыненко Т.М.</i> Прогнозирование и предупреждение последствий усиления ветра для населенных пунктов и объектов инфраструктуры (на примере Могилевской области Республики Беларусь)	11
<i>Авдеенко В.Е., Мартыненко Т.М.</i> Организационные мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий усиления ветра	13
<i>Балпыков Ж.Б., Мартыненко Т.М.</i> Оценка устойчивости ослабленных металлических конструкций стандартного сечения с учетом концентрации напряжений и остаточных деформаций	16
<i>Балпыков Ж.Б., Мартыненко Т.М.</i> Оценка устойчивости ослабленных стержней стандартного сечения с учетом концентрации напряжений и остаточных деформаций	19
<i>Белоокий А.Ю., Миканович Г.В.</i> Геометрия лесного пожара: расчет по фото	22
<i>Бунто И.А., Бунто О.В.</i> Исследование влияния рабочей жидкости на температуру срабатывания спринклерного оросителя с номинальной температурой срабатывания 93 °C	24
<i>Гараев Ю.В., Вашкевич Д.А., Камлюк А.Н., Лихоманов А.О.</i> Зависимость кратности пены от параметров процесса пенообразования на сетках пеногенерирующих устройств	26
<i>Грузд И.Е., Качурин А.С.</i> Анализ причин и динамика возгораний сельскохозяйственной техники	28
<i>Грузд И.Е., Качурин А.С.</i> Анализ и пути повышения пожарной безопасности в жилом секторе сельской местности Республики Беларусь при эксплуатации печного отопления и электрооборудования	30
<i>Грузд И.Е., Пасовец В.Н.</i> Техническое обеспечение пожарной безопасности сельскохозяйственной техники	31
<i>Грузд И.Е., Пасовец В.Н.</i> Методология установления причин пожаров на сельскохозяйственной технике	33
<i>Грузд И.Е., Пасовец В.Н.</i> Перспективы применения нанокompозитов в узлах трения сельскохозяйственной техники	35
<i>Демидов Н.Д., Данилова Т.В., Елфимов Н.В.</i> Исследование термической стабильности эпоксидных огнезащитных составов, модифицированных углеродными наноструктурами	37
<i>Ивлев Ю.П.</i> Расчет огнестойкости конструкций многослойных бесчердачных покрытий на основе профилированных листов (с шагом прогонов 3 метра)	39
<i>Избавитель М.Д., Мартыненко Т.М.</i> Статистический анализ разрушения зданий при воздействии снеговых нагрузок	42
<i>Избавитель М.Д., Мартыненко Т.М.</i> Влияние снеговой нагрузки на риск разрушения кровли	44
<i>Избавитель М.Д., Мартыненко Т.М.</i> Механизм формирования снегового мешка на кровли здания, методы расчета и влияние на безопасность конструкций	47
<i>Исмаилова Э.И., Казакова С.А., Зарипова С.Н.</i> О пожарной безопасности в жилом секторе сельской местности	49
<i>Кайбичев И.А.</i> Анализ обстановки с пожарами в Смоленской области с помощью индикатора кауфмана	51
<i>Канатов А.Т., Кузнецова Н.Н.</i> Взрывы газообразных продуктов пиролиза и пробежка пламени	54
<i>Лавренюк М.А., Садовский Г.А., Говор Э.Г., Курский И.А.</i> Особенности определения расчетного времени эвакуации людей с ограниченной мобильностью	55
<i>Леменков М.Д., Шабельник Д.С.</i> Роботизированный мобильный комплекс ликвидации аварийных утечек жидкости при чрезвычайных ситуациях в нефтегазовых хранилищах	59
<i>Любкин А.А., Кузнецова Н.Н.</i> Классификация вспышек и взрывов на пожаре	61
<i>Макеев Д.В., Беседина С.В.</i> Дифференциальные уравнения при прогнозировании и предупреждении чрезвычайных ситуаций	63
<i>Меженев В.А.</i> Проблемы расчета дальности подачи огнетушащих веществ из лафетных пожарных стволов при проектировании систем пожаротушения	65
<i>Мисюкевич Н.С.</i> Проблема ложных сигналов о пожаре	67
<i>Мухамеджанов В.Н.; Фридрих О.А., Фоменко А.В.</i> Влияние конструктивного исполнения ячеек литий-ионных аккумуляторов на пожарную опасность бытовых приборов	69
<i>Оспанов К.К., Байжанова С.К., Акильжанов А.Е.</i> Анализ частоты реализации аварийных ситуаций на установке гидроочистки дизельного топлива	72
<i>Павлов Д.Д., Кузьмин А.В.</i> Организация и ведение аварийно-спасательных работ при аварии со	75

взрывом на нефтехимическом предприятии (на примере ООО «ПОЛИМИКС КАЗАНЬ»)	
<i>Прищепов К.А., Качурин А.С.</i> Экологические последствия крупных пожаров и стратегии восстановления территории	80
<i>Рассадников Д.Н., Романюк Е.В.</i> Огнепреградитель «ерш» как средство предотвращения распространения пожара в производственных аспирационных системах лакокрасочных производств	82
<i>Рева О.В., Криваль Д.В.</i> Особенности термодеструкции конструкционного полиамида, модифицированного комплексным антипиреном	84
<i>Рева О.В., Коваль В.В., Чашев Е.Д.</i> Придание огнестойкости технической целлюлозе для производства гофрокартона	86
<i>Рокало Д.И., Говор Э.Г., Курский И.А.</i> Системы анализа рисков и автоматизации проектирования противопожарных мероприятий с использованием BIM-технологий и методов искусственного интеллекта	88
<i>Слюсарева А.П., Шакирова А.И.</i> Математическое моделирование в задачах пожарной безопасности и прогнозирования чрезвычайных ситуаций	91
<i>Статкевич М.А., Осяев В.А.</i> Адаптация интегральной модели пожара для расчета опасных факторов пожара в помещениях сложной геометрической формы	93
<i>Судиловский Д.С., Скакалин Г.Д., Журов М.М.</i> Экспериментальные исследования параметров и кинетики горения пропана в воздухе	95
<i>Тетерюков А.В.</i> Сопоставление результатов компьютерного моделирования горения скатных крыш с экспериментальными исследованиями	97
<i>Фирсов А.Г., Загуменнова М.В., Малемина Е.Н., Гончаренко В.С.</i> Обеспечение пожарной безопасности атомных электростанций	99
<i>Хандошко К.А., Ширяева Е.В.</i> Пожарная безопасность холодильных предприятий: современные риски и технические решения	101
<i>Чашев Е.Д., Осяев В.А.</i> Учебная площадка по обследованию чердачных пространств при проведении пожарно-профилактической работы в жилом фонде	103
<i>Шайымов С.С.</i> Современные подходы к обеспечению пожарной безопасности и предупреждению чрезвычайных ситуаций в городской среде	105
<i>Юркевич Р.И., Ботян С.С.</i> Анализ подходов к оценке пожарной опасности современных фасадных систем в Республике Беларусь	107

СЕКЦИЯ № 2 «УПРАВЛЕНИЕ ЗАЩИТОЙ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧС»

<i>Корикова П.Е., Шемятихина Л.Ю.</i> Особенности осуществления контрольно-надзорной деятельности в области пожарной безопасности в сельских поселениях	111
<i>Алешкевич Д.М., Ребко Д.В.</i> Программный комплекс для определения аварийно-опасных деревьев на основе методов компьютерного зрения и нейронных сетей	113
<i>Апанасевич М.О., Бугай А.Н.</i> Оценка влияния радиационной обстановки на выполнение задач по охране государственной границы	114
<i>Бабинцев Е.А., Сафонова Н.Л.</i> Нейросетевые методы и искусственный интеллект в прогнозировании чрезвычайных ситуаций: от данных к превентивным решениям	116
<i>Березин А.А., Шемятихина Л.Ю.</i> Разграничение полномочий между публичными органами власти по обеспечению безопасности населения и территорий при ЧС	119
<i>Бугай Е.В., Шемятихина Л.Ю.</i> Совершенствование социально-экономической защиты населения и территорий при чрезвычайных ситуациях	121
<i>Бунас А.Г.</i> Специфика чрезвычайных ситуаций на объектах калийной промышленности и методы их прогнозирования	123
<i>Соляnnиков А.А., Горшков А.Г., Горшкова Ю.Н.</i> Особенности подготовки специальных формирований гражданской обороны	126
<i>Соколов Г.П., Дементьева Ю.А.</i> Использование искусственного интеллекта для прогнозирования динамики развития и тушения пожаров: теоретические основы и практическая реализация	129
<i>Соколова А.А.</i> Моделирование и аварийное реагирование при ликвидации последствий радиационной аварии	132
<i>Кайбичев И.А.</i> Прогноз обстановки с пожарами в Псковской области с помощью индикатора KST	135
<i>Калимуллина И.Ф., Сагиров Э.А.</i> Методика прогнозирования факторов эмиссии поллютантов транспортных потоков в системе мониторинга и управления экологическими рисками	138
<i>Капбасова Г.А., Молдахметов А.Д.</i> Индексная оценка пожарной уязвимости маршрутов как элемент концептуальных основ обеспечения пожарной безопасности при железнодорожных перевозках	139

опасных грузов

<i>Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Стрельцов О.В.</i> Анализ последствий чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации в 2015-2025 гг.	141
<i>Котюков М.В., Пекарская О.А.</i> Использование методов математического моделирования в создании сложных комплексных моделей прогнозирования чрезвычайных ситуаций	143
<i>Кузьменок И.Н., Булавка Ю.А.</i> Роль человеческого фактора в формировании аварийных ситуаций на автозаправочных станциях	145
<i>Леонтьев А.В.</i> Показатели защищённости производственных объектов в условиях вечной мерзлоты	148
<i>Матюшин Ю.А., Загуменнова М.В., Фирсов А.Г.</i> Мониторинг чрезвычайных ситуаций и происшествий на объектах жизнеобеспечения населения России в 2022-2025 гг.	151
<i>Мозгов Н.С.</i> Информационная поддержка в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям при принятии управленческих решений	154
<i>Надточий О.В., Фирсов А.Г., Загуменнова М.В., Преображенская Е.В.</i> Результаты мониторинговых исследований обстановки с чрезвычайными ситуациями и их последствиями	156
<i>Новицкий А.В.</i> Механизмы осуществления информационно-аналитической работы в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь	158
<i>Сабиров А.Р., Левина Е.Ю.</i> Барьеры реализации дистанционного метода оценки рисков ЧС	161
<i>Сагимбай А.С.</i> Эволюция организационной структуры управления на пожаре с учетом сетевого анализа	163
<i>Титов С.А., Прытков Л.Н.</i> Аварийные ситуации на атомных электростанциях в России за период с 2015 по 2024 год	165
<i>Удавцова Е.Ю., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Маторина О.С.</i> Особенности воздействия опасных факторов чрезвычайных ситуаций по федеральным округам Российской Федерации	167

СЕКЦИЯ № 3 «ТЕХНОЛОГИИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ПОЖАРНАЯ, АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ»

<i>Амерханов Т.Р., Малый В.П.</i> Создание эффективного устройства замедления динамики охлаждения воды в пожарном трёхходовом разветвлении в условиях экстремально низких температур	170
<i>Беркимбаева А.О., Алькина А.Б., Мусайбеков А.Г.</i> Экспозиционный учёт и индексная оценка риска при тушении пожаров	172
<i>Бунто О.В., Бунто И.А., Ивановский А.П.</i> Роботизированные установки пожаротушения	177
<i>Герин И.П., Герин А.П., Александров Д.В.</i> Анализ существующих пожарных соединительных головок	179
<i>Герин А.П., Демьянов В.В., Морозов П.В.</i> Современные технологии и искусственный интеллект	181
<i>Герин И.П., Герин А.П., Александров Д.В.</i> Сравнительный анализ соединительных пожарных головок: европейский стандарт STORZ и разработка Богданова	184
<i>Гладкий А.В., Демьянов В.В., Морозов П.В.</i> Применение беспилотных авиационных систем при ликвидации чрезвычайных ситуаций	186
<i>Гонтарев С.А., Шилов И.А.</i> Анализ огнетушащих составов и веществ, применяемых при тушении пожаров в электроустановках под напряжением	188
<i>Соляnnиков А.А., Горшков А.Г.</i> Противопожарное водоснабжение зданий и сооружений	192
<i>Демчук П.А., Ивановская М.А.</i> Процедура тушения пожаров на судах	193
<i>Демьянов В.В., Рогальский Д.Я.</i> Пожарная безопасность и предупреждение чрезвычайных ситуаций	195
<i>Казутин Е.Г.</i> Остаточный ресурс пожарного аварийно-спасательного автомобиля	200
<i>Камлюк Н.Д., Тычинская А.С.</i> Применение БЛА в МЧС	202
<i>Ковалев К.П., Кукалевич Д.В., Смиловенко О.О., Мартыненко Т.М.</i> Устройство для подачи и очистки пожарного шланга	203
<i>Козлов В.И., Ершов В.И., Павлов Е.В.</i> Военно-транспортная авиация в решении задач МЧС России	205
<i>Коксин Р.В., Наумкина И.В.</i> Оптимизация системы материально-технического обеспечения при ликвидации чрезвычайных ситуаций	207
<i>Колесникович М.Н., Смиловенко О.О.</i> Волнорез	209
<i>Колесникович М.Н., Смиловенко О.О.</i> Волнорез	211
<i>Конон И.Е., Гончаров А.А., Смиловенко О.О., Мартыненко Т.М.</i> Цепное устройство для повышения проходимости пожарных автомобилей	213
<i>Коробочка Д.Н., Пивоваров А.В.</i> Интеллектуальные системы мониторинга термических рисков в структуре многофункционального сиз спасателя-пожарного «RESCUEHAND»	214
<i>Корускевич И.А., Пивоваров А.В.</i> Механизмы распространения теплового разгона в модулях литий-ионных аккумуляторных батарей	216

Кузнецов Д.А., Морозов А.А. Определение оптимальных геометрических параметров переносного углового устройства для крепления пожарных стволов	219
Куркуль А.Н., Стужинский Д.А., Рябенко Д.С. Технология распределенной радиосети «волновая сеть» и перспективы ее применения для организации сетей оперативной связи при чрезвычайных ситуациях и ликвидации их последствий	221
Латинский М.В., Пивоваров А.В. Применение способа «плечевая петля» при проведении аварийно-спасательных работ в непригодной для дыхания среде	223
Леванчук А.Н., Лебедев С.М. Мобильные технические средства, используемые для противодействия развития чрезвычайной ситуации биологического характера	226
Леменков М.Д., Шабельник Д.С. Автономный программируемый многофакторный пожарный извещатель с GSM-связью на микроконтроллере ARDUINO	228
Максимов П.В., Низдиева Д.А., Богданова В.В. Моделирование профиля сужающегося и расширяющегося сопла с цилиндрическим центральным телом для эффективного газодинамического охлаждения потока аэрозоля на выходе из генератора	231
Мардас Д.А., Василевич Д.В. Гидравлический аварийно-спасательный инструмент	234
Машиара А.И., Шилов И.А. Влияние тепловых и конвективных потоков на тушение пожаров на газонефтяных скважинах	235
Остапова М.В., Сытдыков М.Р. Факторы, ограничивающие применение беспилотных авиационных систем при резервуарных пожарах	240
Пинчук П.А., Ребко Д.В. Актуальность разработки методических рекомендаций по ликвидации последствий ветровалов в городских условиях ограниченного пространства	242
Працукевич Н.В., Короткевич С.Г. Материалы современных цистерн пожарных автомобилей в Республике Беларусь и странах Азии	244
Проценко Т.В., Ивахнюк Г.К. Огнепреграждающий механизм локализации пожаров пролива ГСМ с использованием базальтовой сетки	246
Прытков Л.Н., Киселев В.В. Сравнительный анализ тактико-технических характеристик пожарных автолестниц АЛ-32	248
Рак А.С., Шилов И.А. Научные основы эффективной тактики охлаждения железобетонных конструкций при пожарах	250
Рева О.В., Говор Т.А. Структура никелевых покрытий для антикоррозионной защиты деталей пожарной аварийно-спасательной техники	255
Романчук С.А., Бабич В.Е. Современные тенденции в создании дыхательных аппаратов со сжатым воздухом	257
Селезнева И.А., Унуковская А.И. Обеспечение безопасности при радиационном и химическом заражении: организация наблюдения и контроль	259
Селивончик В.О., Смиловенко О.О., Мартыненко Т.М. Анализ методов доставки плавучих средств спасения с помощью мультироторных систем	261
Симанов С.Е., Павлов Е.В., Шишкина Е.А. Перспективное технологическое оборудование для робототехнических комплексов специального назначения	263
Скакалин Г.Д., Судиловский Д.С., Журов М.М. Результаты натурных испытаний гетерофазного пожарного аспирационного ручного ствола	265
Судиловский Д.С., Лосик С.А. Момент силы в аварийно-спасательной технике	268
Гук А.С., Иванова В.С., Унуковская А.И. Применение беспилотных авиационных систем (БАС) для мониторинга и тушения пожаров	270
Федорец Т.Л., Шевчук М.А., Смиловенко О.О. Изоляция горящего слоя: новый подход к тушению резервуаров	272
Чернышова А.Г., Касперов Г.И. Распределение потенциально опасных водных объектов по АТЕ Беларуси	274
Шведова П.Р., Урбанович О.В. Влияние уровня тревожности и стресса на получение травм	276
Шель В.П., Мартинович Н.В. Исследование содержания оксида углерода в организме сотрудников пожарно-спасательных подразделений при выполнении работ по тушению пожаров	278
Шеховская А.А., Коваль Ю.Н., Мартинович Н.В. Обеспечение ликвидации техногенных чрезвычайных ситуаций в районах крайнего севера: опыт апробации полимерных сорбентов в экспедициях и реализация грантовых проектов	280
Ясикова Д.Д., Качурин А.С. Роль адаптивной физической культуры в реабилитации населения, пострадавшего от техногенных катастроф (на примере зон радиационного загрязнения Беларуси)	282
Якушев Е.В., Бусел М.О. Проблемы обеспечения пожарной безопасности высотных зданий и многофункциональных комплексов в условиях плотной городской застройки	284

СЕКЦИЯ № 4 «ГРАЖДАНСКАЯ ЗАЩИТА. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ»

<i>Апанасевич М.О., Бугай А.Н.</i> Обеспечение собственной радиационной безопасности в органах пограничной службы Республики Беларусь	287
<i>Глазунов Я.А., Сафонова Н.Л.</i> Применение вероятностных методов и анализа деревьев отказов для моделирования экологических рисков чрезвычайных ситуаций	289
<i>Губко А.И., Лебедев С.М.</i> Потенциальные дозиметрические маркеры воздействия ионизирующего излучения для ЭПР-дозиметрии	291
<i>Мельниченко Н.В., Егоров Р.С., Пулято О.В.</i> Взаимодействие технических средств радиационного контроля с информационными системами таможенных органов Республики Беларусь	293
<i>Малёмина Е.Н., Загуменнова М.В., Чечетина Т.А., Фирсов А.Г.</i> Чернобыльская авария - спустя 40 лет	296
<i>Ильчук Е.А., Ковтун В.А.</i> Некоторые аспекты обеспечения радиационной безопасности при горении объектов природных экосистем в условиях радиоактивного загрязнения местности	298
<i>Кайбичев И.А.</i> Программа прогнозирования количества аварий на атомных электростанциях	301
<i>Ли Ц., Булавка Ю.А., Якубовский С.Ф.</i> Обоснование выбора метода оценки нефтеемкости сорбционных материалов	302
<i>Матус Д.Д., Марцұл И.Н.</i> Психология радиационного ужаса: уроки для гражданской защиты	304
<i>Пантюхов А.П.</i> Система реагирования Минздрава на ядерную аварию	306
<i>Портнова Е.П., Шибаев П.Б.</i> Оценка долгосрочных экологических последствий техногенной аварии в водной экосистеме	309
<i>Прытков Л.Н.</i> Дозиметрический контроль при ликвидации аварий на атомных электростанциях	311
<i>Прытков Л.Н.</i> Термодинамический анализ тушения натриевого теплоносителя	313
<i>Сагадиева А.Р., Шибаев П.Б.</i> Экологическая оценка применения пенных огнетушащих составов на водных объектах	315
<i>Туманик Е.В., Лебедев С.М.</i> Стратегия выбора радиозащитных средств в условиях радиационной аварии	317
<i>Шаяхметова В.А., Шибаев П.Б.</i> Оценка долгосрочных экологических последствий техногенной аварии в экосистеме реки Казанка	319

СЕКЦИЯ № 5 «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРАВОПРИМЕНИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

<i>Литвиненко М.М., Булавка Ю.А.</i> Производственный шум как фактор профессионального риска при холодной обработке металлов	322
<i>Ахрамович А.Е., Макацария Д.Ю.</i> Основы правоприменительной деятельности при осуществлении автобусных перевозок	324
<i>Бруйко А.Н.</i> Об административно-юрисдикционной (юрисдикционной) деятельности внутренних войск министерства внутренних дел при участии в обеспечении режима чрезвычайного положения	326
<i>Василец А.Г., Кацубо С.П.</i> Формирование безопасного и ответственного правового поля для цифровой экосистемы Республики Беларусь: вызовы и решения в сфере регулирования перспективных технологий	328
<i>Воробьев Д.В.</i> О правовой природе принципов охраны и защиты при реализации функций управления подразделениями органов пограничной службы Республики Беларусь в условиях изменения радиационной обстановки	330
<i>Гудков С.А., Надточий О.В., Фирсов А.Г.</i> Актуальные вопросы в области дознания пожаров	333
<i>Маер О.М., Шергина Л.В., Палаш В.Д.</i> Современные тенденции правоприменительной деятельности федерального государственного пожарного надзора	335
<i>Матейчик Д.Г., Горошко Е.Ю.</i> Предложения об устранении причин и условий, способствующих совершению правонарушений (преступлений) в области пожарной безопасности	337
<i>Меженев В.А., Ветлугин И.Г., Большаков Д.А., Бойко И.И.</i> Проблемы стандартизации образовательной деятельности пожарных и спасателей на международном уровне	340
<i>Поплавская О., Шибаев П.Б.</i> Практика привлечения к ответственности за нарушения требований промышленной безопасности: анализ и пути совершенствования	341
<i>Садыкова М.В., Зарипова С.Н.</i> Проблемы нормативно-правового регулирования системы оповещения населения о чрезвычайных ситуациях	343
<i>Терина В.В., Кравцова Е.В., Ступина С.А.</i> Нарушение требований пожарной безопасности, повлекшее уничтожение или повреждение чужого имущества: разграничение административной и уголовной ответственности	345

<i>Требик В.А., Горошко Е.Ю.</i> Вид уголовного преследования за нарушение требований пожарной безопасности: к вопросу о совершенствовании	347
<i>Хоменко С.А., Белянко В.В.</i> Особенности применения вооруженных сил Республики Беларусь для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	349

Секция 1

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

УДК 614.84

RESULTS OF SUPERVISORY EVENTS AT THE FACILITIES OF THE PENITENTIARY SYSTEM OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Makarov A.Yu.

*Nehan D.S., PhD in Technical Sciences, Associate Professor
Kovaleva T.G., PhD in Philology Sciences, Associate Professor*

University of Civil Protection

Abstract. Violations in the field of fire safety at the facilities of the penitentiary system during the conduct of supervisory measures by employees of the State Fire Supervision are highlighted. The features of regulatory legal acts regulating fire safety in relation to facilities of the penal system of the Republic of Belarus are given.

Keywords: fire, fire safety, state fire supervision, facilities of the penal enforcement system, specific fire safety requirements.

Supervision (control) of compliance with fire safety requirements at facilities of the penitentiary system (hereinafter referred to as the PES) of the Republic of Belarus is a specific task of employees of the State fire Supervision Service (hereinafter referred to as the SFS). The specifics of the operation of the PES facilities and their contingent determine the possibility of implementing certain fire safety requirements [1].

When employees of the SFS carry out supervisory measures at the facilities of the PES, in accordance with current legislation, the following issues are to study: compliance with duties in the field of fire safety realized by managers, officials and employees; development and availability of instructions (including general facility instructions) on fire safety; compliance with the established requirements for the maintenance of buildings, structures, premises, outdoor installations and equipment; compliance with the requirements to ensure timely and unhindered evacuation in case of fire, development of evacuation plans in case of fire; carrying out fire work in temporary locations; training of employees on fire safety issues and testing their knowledge in this field; checking the condition of the external and internal fire-fighting water supply; the order of storage of substances and materials; placement and operation of heat generating units and heating devices of industrial (factory) manufacture; equipping facilities with primary fire extinguishing equipment; conducting fire safety briefings; formation of fire brigades, fire brigades, fire technical commissions; development of stands with information on fire safety.

Currently, the requirements [2]-[4] are applied selectively when conducting inspections of PES facilities in the Republic of Belarus. An analysis of 25 control and surveillance cases regarding the supervisory of measures at the facilities of the PES of the Republic of Belarus from 2021 to 2025 indicates the following most common violations in the field of fire safety: the operability and

serviceability of fire alarm systems and fire warning and evacuation management systems are not ensured (in 88% of cases); the number and location of primary fire extinguishing equipment at the facilities do not meet the requirements (in 88% of cases); the general object instruction on fire safety does not meet the requirements (in 43% of cases); it is not possible to freely open locks on doors located on escape routes from the inside without a key according to [1] (in 31% of cases); the fire-fighting water supply is not working properly (in 31% of cases); cluttering of passageways, exits, doors on escape routes (in 31% of cases); training of employees according to fire-technical minimum programs has not been organized, including those responsible for conducting fire-fighting briefings (in 31% of cases); schematic plans for individual evacuation of people in case of fire are not posted in prominent places (in 31% of cases); there are no devices that automatically close fire and smoke-proof doors and curtains (in 31% of cases); the operability of primary fire extinguishing equipment is not ensured (in 31% of cases); the operability and serviceability of external fire escapes is not ensured (in 25% of cases); employees who are members of the fire brigade, as well as those involved in the implementation of the fire evacuation plan, are not provided with self-rescuers (in 19% of cases); the placement of combustible materials under the stairwells, as well as the arrangement of rooms under them (in 19% of cases); it is allowed to finish the floor, walls, ceilings on the evacuation routes with materials having fire-technical characteristics that do not meet the requirements (in 19% of cases); the operation of buildings and premises is not in accordance with their design documentation (in 19% of cases); escape routes and escape exits are not marked with fire safety signs provided for by technical regulations (in 13% of cases).

The analysis of the most common violations in the field of fire safety, including the identified contradictions between the requirements for the maintenance of special contingent and fire safety requirements should be taken into account when developing special requirements for these facilities, based on the experience of foreign countries and the specifics of the operation of the facilities of the Republic of Belarus.

REFERENCES

1. Makarov, A.Yu. The relevance of fire safety at facilities of the penal system of the Republic of Belarus / A. Yu. Makarov, D. S. Nehan // Ensuring the safety of life: problems and prospects : collection of materials of the XIX International Scientific and Practical Conference of young scientists, Minsk, April 16-17, 2025 / UCP ; editorial board: V. A. Biryuk [et al.], Minsk, 2025, pp. 43-45.
2. General fire safety requirements for the maintenance and operation of capital structures (buildings, structures), isolated premises and other facilities owned by business entities. – Decree of the President of the Republic of Belarus, November 23, 2017 No. 7 [Electronic resource]. – Access mode: <https://etalonline.by/document/?regnum=Pd1700007> – Date of access: 11.09.2025.
3. On ensuring fire safety – Resolution of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus, December 21, 2021 No. 82 [Electronic resource]. – Access mode: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W22237750>. – Access date: 31.10.2025.
4. On approval of specific requirements – Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus dated August 22, 2019 No. 561 [Electronic resource]. – Access mode: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21900561>. – Access date: 31.10.2025.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ УСИЛЕНИЯ ВЕТРА
ДЛЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ И ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ (НА
ПРИМЕРЕ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)**

Авдеенко В.Е.

Мартыненко Т.М., кандидат физико-математических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. В работе рассматривается проблема прогнозирования и предупреждения последствий усиления ветра для населенных пунктов и объектов инфраструктуры на примере Могилевской области Республики Беларусь. Проанализирована история развития метеорологических наблюдений в регионе, современная структура сети мониторинга, методики измерения ветровых параметров и динамика экстремальных значений скорости ветра за период с 1959 по 2025 год. Выявлен рост максимальных зафиксированных скоростей ветра (с 32 м/с в конце XX века до 56 м/с в 2015–2025 гг.), что свидетельствует об увеличении экстремальности климатических явлений. Определены основные факторы осложнения обстановки при усилении ветра и предложен комплексный подход к обеспечению устойчивости территорий, включающий инженерно-технические, организационные, предупредительные и технологические мероприятия.

Ключевые слова: усиление ветра, опасное метеорологическое явление, прогнозирование, предупреждение, защита населения, инфраструктура, Могилевская область, мониторинг, ветровые нагрузки.

**FORECASTING AND PREVENTION OF THE CONSEQUENCES OF INCREASED WIND
FOR SETTLEMENTS AND INFRASTRUCTURE (ON THE EXAMPLE OF THE
MOGILEV REGION OF THE REPUBLIC OF BELARUS)**

Avdeenko V.E.

Martinenko T.M., PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The article discusses the problem of forecasting and preventing the consequences of increased wind for settlements and infrastructure on the example of the Mogilev region of the Republic of Belarus. The history of the development of meteorological observations in the region, the modern structure of the monitoring network, methods for measuring wind parameters and the dynamics of extreme wind speed values for the period from 1959 to 2025 are analyzed. An increase in the maximum recorded wind speeds was revealed (from 32 m/s at the end of the 20th century to 56 m/s in 2015-2025), which indicates an increase in the extremity of climatic phenomena. The main factors of complication of the situation with the strengthening of the wind have been identified and an integrated approach to ensuring the stability of the territories has been proposed, including engineering, organizational, preventive and technological measures.

Keywords: increased wind, dangerous meteorological phenomenon, forecasting, warning, protection of the population, infrastructure, Mogilev region, monitoring, wind loads.

Тенденция изменения климата становится причиной возникновения природных чрезвычайных ситуаций, сопровождающихся масштабными разрушениями и человеческими

жертвами. В этих условиях особую актуальность приобретает совершенствование систем прогнозирования и предупреждения последствий опасных метеорологических явлений, среди которых одно из ведущих мест занимает усиление ветра.

Цель настоящей работы – проанализировать современное состояние системы прогнозирования усиления ветра в Могилевской области, выявить динамику экстремальных ветровых нагрузок и предложить комплекс мероприятий по повышению защищенности населенных пунктов и объектов инфраструктуры от последствий опасных ветровых явлений. В Республике Беларусь функционирует Государственная гидрометеорологическая служба, одной из основных задач которой является своевременное получение надежной и исчерпывающей информации, подготовка прогнозов и предупреждений об опасных метеорологических явлениях. Это позволяет обеспечивать организацию работ по защите жизни и имущества населения, а также предотвращению возможного ущерба для экономики. Приземные метеорологические наблюдения осуществляются с целью получения данных в приземном слое атмосферы, включающих инструментальные измерения метеорологических параметров и визуальное определение характеристик атмосферных явлений. В настоящее время такие наблюдения проводятся на 132 стационарных пунктах, из которых 69 пунктов функционируют по программе метеорологической станции, 63 пункта по программе метеорологического поста, 2 пункта на базе авиационных метеорологических станций гражданской авиации. В радиусе 110 км от г. Могилева расположено 10 метеостанций, 8 из которых находятся непосредственно на территории Могилевской области. Это обеспечивает базовый уровень репрезентативности наблюдений для мониторинга ветрового режима в регионе. Согласно классификации, к чрезвычайным ситуациям могут приводить случаи опасного метеорологического явления, при котором наблюдается максимальная скорость ветра 25 м/с и более. Резким усилением считается увеличение скорости более чем на 8 м/с в течение нескольких секунд.

Для эффективного противодействия последствиям усиления ветра требуется системный подход, объединяющий инженерно-технические, организационные, предупредительные и технологические меры. Повышение физической стойкости зданий и сооружений к воздействию ветровых нагрузок, включая усиление несущих конструкций, фундаментов и кровельных покрытий. Укрепление коммунально-энергетических систем: защита линий электропередачи, трубопроводов и других сетей путем их заглубления или усиления опорных конструкций. Регулярная обрезка крон деревьев и удаление аварийных деревьев вдоль линий электропередачи и в непосредственной близости от зданий. Создание и поддержание эффективной системы оповещения населения и органов управления о приближающихся штормовых ветрах с использованием современных средств массовой информации, мобильных приложений и специализированных систем связи. Подготовка персонала объектов экономики, коммунальных служб и аварийно-спасательных подразделений к действиям при штормовых ветрах, включая регулярное проведение учений и тренировок, создание специализированных бригад по ликвидации последствий. Регулярный мониторинг и прогнозирование с использованием метеорологических данных для заблаговременного выявления угрозы штормовых ветров. Своевременная уборка территорий, освобождение кровель, балконов, дворов от предметов, которые могут быть подхвачены ветром и стать источником дополнительных повреждений. Проведение регулярных технических обследований состояния зданий и сооружений, особенно объектов с длительным сроком эксплуатации. Подготовка объектов экономики к работе в аварийных режимах, включая использование резервных источников энергоснабжения и упрощенных технологических схем. Повышение надежности систем управления и связи для гарантированной координации действий всех служб во время чрезвычайной ситуации. Внедрение современных материалов и технологий при новом строительстве и реконструкции, повышающих устойчивость объектов к ветровым нагрузкам.

Проведенный анализ данных метеорологических наблюдений в Могилевской области свидетельствует о существенном росте экстремальности ветровых явлений: максимальная

зафиксированная скорость ветра увеличилась с 32 м/с в конце XX века до 56 м/с в период 2015–2025 гг. Это повышает риски для населения и объектов инфраструктуры и требует адекватного реагирования со стороны органов управления и служб обеспечения безопасности. Существующая сеть метеорологических наблюдений (10 станций в радиусе 110 км от Могилева) обеспечивает базовый уровень мониторинга, однако масштабные разрушения при прохождении сильного ветра указывают на необходимость ее дальнейшего развития. Перспективным направлением является использование данных с ветроэнергетических установок, оснащенных современными средствами измерений. Для снижения ущерба от усиления ветра требуется реализация комплекса инженерно-технических, организационных, предупредительных и технологических мероприятий, направленных на повышение устойчивости зданий, коммуникаций и систем жизнеобеспечения. Особое внимание следует уделить совершенствованию системы оповещения и подготовки населения, а также внедрению современных методов мониторинга и прогнозирования. Реализация предложенных мер позволит повысить защищенность населенных пунктов и объектов инфраструктуры Могилевской области от последствий опасных ветровых явлений, снизить риски возникновения чрезвычайных ситуаций и минимизировать возможный ущерб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Логинов, В.Ф. Изменения климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования / В.Ф. Логинов. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 263 с.
2. Данные метеорологических наблюдений Государственной гидрометеорологической службы Республики Беларусь за период 1959–2025 гг.
3. Шкала Бофорта / Всемирная метеорологическая организация. – Женева: ВМО, 2012. – 15 с.
4. Методические указания по производству и обработке метеорологических наблюдений на станциях и постах. – Минск: Белгидромет, 2020. – 187 с.
5. Отчеты о чрезвычайных ситуациях природного характера на территории Могилевской области / Могилевское областное управление МЧС Республики Беларусь. – 2015–2025 гг.
6. Мельник, В.И. Ветроэнергетика: теория, практика, перспективы / В.И. Мельник. – Минск: Техналогія, 2021. – 342 с.

УДК 614.8:551.55

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ УСИЛЕНИЯ ВЕТРА

Авдеенко В.Е.

Мартыненко Т.М., кандидат физико-математических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. В работе рассматриваются организационные мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий усиления ветра как одного из наиболее опасных метеорологических явлений. Проведена классификация мероприятий по временному признаку, заблаговременные (планирование, подготовка кадров, создание резервов), оперативные (оповещение, приведение органов управления в готовность, ограничительные меры), действия во время чрезвычайной ситуации и восстановительные работы после ее окончания. Внимание уделено системе оповещения населения, подготовке руководящего состава и

персонала объектов экономики, а также координации действий аварийно-спасательных служб. Проанализирована специфика организационных мероприятий на объектах инфраструктуры и даны рекомендации по повышению эффективности противодействия штормовым ветрам. Обосновано, что своевременное и скоординированное выполнение организационных мер позволяет значительно снизить риски для населения и минимизировать ущерб объектам экономики.

Ключевые слова: усиление ветра, штормовое предупреждение, организационные мероприятия, оповещение населения, защита инфраструктуры, чрезвычайная ситуация, аварийно-спасательные работы.

ORGANIZATIONAL MEASURES FOR PREVENTION AND ELIMINATION OF CONSEQUENCES OF WIND INTENSIFICATION

Avdeenko V.E.

Martinenko T.M., PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The article discusses organizational measures to prevent and eliminate the consequences of increased wind as one of the most dangerous meteorological phenomena. Measures were classified according to time: advance (planning, training, creating reserves), operational (warning, alerting the management bodies, restrictive measures), actions during an emergency and restoration work after its completion. Attention is paid to the public warning system, the training of management and personnel of economic facilities, as well as the coordination of emergency services. The specifics of organizational measures at infrastructure facilities were analyzed and recommendations were given to increase the effectiveness of countering storm winds. It is justified that the timely and coordinated implementation of organizational measures can significantly reduce risks for the population and minimize damage to economic facilities.

Keywords: increased wind, storm warning, organizational measures, public notification, infrastructure protection, emergency, rescue operations.

Для защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного характера организационные мероприятия занимают основное место, поскольку от своевременности и скоординированности действий всех участников процесса зависит эффективность противодействия стихии. Применительно к такому опасному метеорологическому явлению, как усиление ветра, организационные меры классифицируются по временному признаку: заблаговременные (предупредительные), оперативные (при получении штормового предупреждения), действия в период чрезвычайной ситуации и восстановительные мероприятия после ее окончания. Практика показывает, что недостаточная организация работы на любом из этих этапов приводит к тяжелым последствиям.

Заблаговременные мероприятия осуществляются с целью предотвращения значительного ущерба задолго до возникновения угрозы и могут занимать длительное время. На местном и объектовом уровнях разрабатываются планы действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, создаются инструкции по штормовым готовностям и формируются комиссии по чрезвычайным ситуациям и обеспечению пожарной безопасности, координирующие работу всех служб. Регулярно проводятся командно-штабные и тактико-специальные учения. Создаются материальные резервы: инструменты, техника для уборки завалов, аварийные источники электроснабжения. Ведется информационно-аналитическая работа, включая анализ статистики опасных явлений (в Могилевской области максимальная скорость ветра достигла 56 м/с в 2015–2025 гг.). При

получении штормового предупреждения население и работники объектов оповещаются через СМИ и мобильные приложения, приводится в готовность руководящий состав, вводятся ограничительные меры (запрет наружных работ, прорабатывается вопрос отключения электричества), проверяются защитные сооружения и перемещается ценное имущество.

Действия во время и после чрезвычайной ситуации. В период активной фазы стихийного бедствия организуется непрерывный мониторинг обстановки с использованием всех доступных средств, включая беспилотные летательные аппараты. Обеспечивается координация аварийно-спасательных служб, коммунальных предприятий, энергетиков, контроль работы систем жизнеобеспечения с возможным переходом на резервные источники питания. После прохождения урагана создаются комиссии по оценке ущерба. Разворачиваются аварийно-восстановительные работы расчистка завалов, распиловка и вывоз деревьев, восстановление ЛЭП, связи, дорог, зданий. Оказывается материальная помощь пострадавшим (в Могилевской области профсоюзы выплачивают до 10–50 базовых величин).

Анализ эффективности и специфика объектов инфраструктуры. Проводится разбор действий всех служб с выявлением недостатков. Для различных объектов предусмотрены дополнительные меры в энергокомплексе – подготовка аварийных бригад и особые режимы работы (в Могилеве профсоюз энергетиков обеспечил питанием бригады из других регионов); в образовательных учреждениях – организация учебного процесса в приспособленных помещениях, корректировка расписания, обеспечение питания, на промышленных объектах – оценка ущерба и восстановительные работы силами трудовых отрядов (на примере ОАО «Могилевхимволокно»).

Эффективная система организационных мероприятий позволяет значительно снизить риски и масштабы повреждений от штормовых ветров. Условиями успешного противодействия стихии являются: заблаговременное планирование, регулярная подготовка персонала и населения, своевременное оповещение, четкая координация действий всех служб при получении штормового предупреждения и оперативное развертывание восстановительных работ. Для Могилевской области, где в последние годы наблюдается рост экстремальности ветровых явлений, внедрение и совершенствование рассмотренных организационных мер является необходимым условием обеспечения безопасности населения и устойчивости инфраструктуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Меры по обеспечению безопасности при угрозе бурь, ураганов, смерчей // Администрация Курайского сельсовета Дзержинского района Красноярского края. – 2025. – URL: <http://admindkurai.ru/index.php/8-news/188-mery-po-obespecheniyu-bezopasnosti-pri-ugroze-bur-uraganov-smerchej> (дата обращения: 03.03.2026).
2. В Невинномысске провели штабную тренировку по ликвидации последствий масштабной ЧС // МК-Кавказ. – 2025. – 28 сентября. – URL: <https://kavkaz.mk.ru/social/2025/09/28/v-nevinnomyske-proveli-shtabnuyu-trenirovku-po-likvidacii-posledstviy-masshtabnoy-chs.html> (дата обращения: 03.03.2026).
3. Навыки поведения вне зоны комфорта будет развивать у населения управление ГО, ЧС и ЕДДС Белогорска // Официальный портал города Белогорск. – 2025. – 13 августа. – URL: <http://xn--90aefvdsbj.xn--p1ai/press/news/9988-navyki-povedeniya-vne-zony-komforta-budet-razvivat-u-naseleniya-upravlenie-go-chs-i-edds-belogorska> (дата обращения: 03.03.2026).
4. В Павлодарской области обсудили вопрос ликвидации последствий урагана // KZinform. – 2014. – 29 апреля. – URL: <https://kzinform.com/pda/ru/news/20140429/36261.html> (дата обращения: 03.03.2026).
5. Комиссия при мэрии Цхинвала оценит масштабы ущерба, нанесенного столице ураганном ветром // ИА «Рес». – 2025. – 15 декабря. – URL: <https://cominf.org/en/node/1166566727> (дата обращения: 03.03.2026).

6. Разбирают завалы, поддерживают материально: как профсоюзы помогают пострадавшим от урагана жителям Могилева // Могилевский областной исполнительный комитет. – 2025. – 15 июля. – URL: <https://bobr.mogilev-region.by/news/razbirayut-zavaly-podderzhivayut-materialno-kak-profsoyuzy-pomogayut-postradavshim-ot-uragana> (дата обращения: 03.03.2026).

7. Курс на восстановление: В регионе ликвидируют последствия сильного ветра // Областная газета (Иркутск). – 2025. – 9 апреля. – URL: <https://www.ogirk.ru/2025/04/09/kurs-na-vosstanovlenie/> (дата обращения: 03.03.2026).

8. Действия населения при чрезвычайных ситуациях: методические материалы // Управление гражданской защиты г. Казани. – 2025. – URL: <https://cgt.kzn.ru/meriya/ispolnitelnyy-komitets/upravlenie-grazhdanskoy-zashchity/virtualnyy-uchebno-konsultatsionnyy-punkt-po-grazhdanskoy-oborone-i-chrezvychaynym-situatsiyam/deystvie-naseleniya-pri-chrezvychaynykh-situatsiyakh/> (дата обращения: 03.03.2026).

УДК 624.014.2.04:539.4

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОСЛАБЛЕННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ СТАНДАРТНОГО СЕЧЕНИЯ С УЧЕТОМ КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ И ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

Балпыков Ж.Б.

Мартыненко Т.М., кандидат физико-математических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. В публикации рассматриваются вопросы оценки устойчивости металлических конструкций стандартного сечения, имеющих ослабления различного происхождения, с учетом концентрации напряжений и остаточных деформаций. Выполнен анализ факторов, влияющих на несущую способность ослабленных элементов, включая влияние остаточных сварочных напряжений, деформаций при сборке и концентраторов напряжений. Представлена методика расчета по методу предельных состояний применительно к ослабленным сечениям. Внимание уделено возможностям численного моделирования в программном комплексе ANSYS для прогнозирования критических нагрузок и форм потери устойчивости с учетом совместного влияния концентрации напряжений и остаточных деформаций. Приведены рекомендации по учету технологических и эксплуатационных факторов при проектировании и оценке ресурса конструкций.

Ключевые слова: металлические конструкции, устойчивость, ослабленное сечение, концентрация напряжений, остаточные деформации, остаточные напряжения, метод предельных состояний, технология сборки, численное моделирование, ANSYS.

EVALUATION OF STABILITY OF WEAKENED METAL STRUCTURES OF STANDARD SECTION TAKING INTO ACCOUNT STRESS CONCENTRATION AND RESIDUAL DEFORMATIONS

Balpykov J.B.

Martinenko T.M., PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The publication discusses the issues of assessing the stability of metal structures of standard cross-section having attenuations of various origins, taking into account the concentration of stresses and residual deformations. The analysis of factors affecting the bearing capacity of weakened elements, including the influence of residual welding stresses, deformations during assembly and stress concentrators, was performed. The method of calculation by the method of limit states in relation to weakened sections is presented. Attention is paid to the possibilities of numerical modeling in the ANSYS software package for predicting critical loads and forms of buckling, taking into account the joint influence of stress concentration and residual deformations. Recommendations on the consideration of technological and operational factors in the design and assessment of the life of structures are given.

Keywords: metal structures, stability, weakened section, stress concentration, residual deformations, residual stresses, limit state method, assembly technology, numerical modeling, ANSYS.

Металлические конструкции стандартного сечения широко применяются в строительстве, промышленности и других отраслях промышленности. В процессе изготовления, монтажа и эксплуатации в таких конструкциях неизбежно возникают ослабления: отверстия под болты и заклепки, вырезы, сварные швы, а также коррозионные повреждения и усталостные трещины. Наличие ослаблений существенно влияет на напряженно-деформированное состояние элементов и может приводить к снижению их несущей способности и преждевременной потере устойчивости [2, 4]. Критическое значение для работоспособности ослабленных конструкций имеют два взаимосвязанных фактора: концентрация напряжений в зонах ослаблений и остаточные деформации, возникающие в процессе изготовления и сборки. Концентрация напряжений приводит к локальному повышению напряжений до значений, превышающих расчетные, а остаточные деформации создают начальные несовершенства, снижающие критическую нагрузку потери устойчивости [1, 5]. Цель настоящей работы – анализ современных подходов к оценке устойчивости ослабленных металлических конструкций стандартного сечения с учетом совместного влияния концентрации напряжений и остаточных деформаций, а также разработка рекомендаций по совершенствованию методик расчета с использованием численного моделирования.

Ослабления в металлических конструкциях подразделяются по происхождению на конструктивные (отверстия под болты, технологические вырезы), технологические (зоны термического влияния сварных швов, остаточные сварочные деформации, повреждения поверхностей при сборке), эксплуатационные (коррозия, усталостные трещины, механические повреждения) и аварийные (повреждения от запроектных воздействий). Влияние ослаблений на несущую способность проявляется в уменьшении рабочей площади сечения, перераспределении напряжений с возникновением зон концентрации, изменении характера потери устойчивости (локальной или общей), снижении жесткости элемента и образовании начальных несовершенств [4, 6, 9].

Концентрация напряжений в зонах резкого изменения геометрии (отверстия, вырезы, сварные швы) характеризуется коэффициентами концентрации, достигающими 2–5 и более (для острых надрезов – до 10). При статическом нагружении пластические свойства стали способствуют выравниванию эпюры, однако при наличии остаточных деформаций или циклических нагрузках концентрация играет решающую роль в инициировании усталостных трещин [3, 5]. Остаточные деформации и напряжения возникают вследствие сварки, термической обработки, пластического деформирования при изготовлении и сборке. Наиболее значительны сварочные остаточные напряжения, которые могут превышать предел текучести (до 399 МПа) [2, 4]. Исследования показывают, что остаточные напряжения существенно влияют на несущую способность сжатых стержней и циклическую прочность, при этом предварительная пластическая деформация (1–6%) снижает пластичность и трещиностойкость материала [3, 5, 7]. Наибольшую опасность представляет совместное действие концентрации напряжений и остаточных деформаций в сварных соединениях с

конструктивными ослаблениями, зонах пластических деформаций с концентраторами и при развитии усталостных трещин в полях остаточных напряжений [5].

Расчет стальных конструкций по методу предельных состояний (Еврокод 3, EN 1993-1-1) разделяет предельные состояния на первую группу (потеря устойчивости, разрушение, текучесть) и вторую группу (чрезмерные перемещения, колебания, образование трещин). Основное условие прочности $F \leq S$, где F – расчетное усилие, S – предельная несущая способность с учетом ослаблений и начальных несовершенств [2, 8]. Для тонкостенных сечений применяются метод эффективной ширины и метод редуцированных напряжений (EN 1993-1-5) [8]. Однако традиционные нормативные методики недостаточно полно учитывают совместное влияние концентрации напряжений и остаточных деформаций, что требует применения численного моделирования.

Программный комплекс ANSYS позволяет моделировать остаточные сварочные напряжения с помощью анализа, который включают расчет температурных полей, последовательную активацию элементов и учет зависимости свойств материала от температуры [2, 4]. Для корректного учета концентрации напряжений необходимо локальное сгущение сетки, использование элементов высокого порядка и анализ сходимости. Современные подходы включают геометрически и материально нелинейный анализ с учетом несовершенств, позволяющий определять предельные нагрузки и анализировать критическое поведение [8].

Оценка устойчивости ослабленных металлических конструкций стандартного сечения с учетом концентрации напряжений и остаточных деформаций представляет собой сложную инженерную задачу, требующую комплексного подхода. Исследования показывают, что остаточные напряжения в сварных соединениях могут достигать значений, превышающих предел текучести материала (до 399 МПа), и существенно влиять на несущую способность конструкций, особенно при циклических нагрузках [2, 4, 5]; при этом концентрация напряжений в зонах ослаблений создает локальные пики, которые при наличии остаточных деформаций способны инициировать преждевременное разрушение. Метод предельных состояний обеспечивает теоретическую базу для расчетов, однако традиционные нормативные методики недостаточно полно учитывают совместное влияние рассматриваемых факторов, тогда как численное моделирование в программных комплексах типа ANSYS позволяет получать достоверные оценки устойчивости с учетом реальных несовершенств и нелинейного поведения материала [1, 5, 8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Goto Y., Kawanishi N. A unified structural analysis method to predict long-term mechanical performance of steel structures considering corrosion and repair // International Journal of Applied Mechanics and Engineering. – 2004. – Vol. 9, No. 1. – P. 91-104.
2. Deng H., Zhang Z., Yang B. et al. Finite element analysis of stress and distortion for welding reinforced structure of angular steel used for power tower under load // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1802, No. 2. – P. 022097.
3. Domashevskaya Ya.R. Mathematical Model for Assessing the Limits of Crack Resistance of Structural Steels of Large-Sized Structures // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 988, No. 4. – P. 042080.
4. Deng H., Zhang Z., Yang B. et al. Finite element analysis of stress and distortion for welding reinforced structure of angular steel used for power tower under load // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1802. – P. 022097.
5. The Influence of Welding-Induced 3D Residual Stress and Distortion on the Ultimate Strength of Multi-Stiffened Thin Plate Structures under Cyclic Load // Ocean Engineering. – 2024.
6. EN 1993-1-1:2005. Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. – Brussels: CEN, 2005.
7. Lu Y.-C. Effects of Member Overstrength and Initial Residual Stresses on the Behaviour of 2D Steel Structure: PhD Thesis. – University of Canterbury, 2011.

8. Quan C., Walport F., Kucukler M., Gardner L. Out-of-plane Stability Design by GMNIA – Equivalent Imperfections and Strain Limits // *ce/papers*. – 2022. – Vol. 5, No. 4. – P. 320-329.
9. Семенченко И.Ю., Медведева М.С. Сравнение ресурса неподвижных неразъемных соединений с натягом, собранных различными методами // *Молодой ученый*. – 2016. – № 26. – С. 86–90.

УДК 624.014.2.04:539.4

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОСЛАБЛЕННЫХ СТЕРЖНЕЙ СТАНДАРТНОГО СЕЧЕНИЯ С УЧЕТОМ КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ И ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

Балтыков Ж.Б.

Мартыненко Т.М., кандидат физико-математических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы оценки устойчивости стержневых элементов металлических конструкций стандартного сечения, имеющих ослабления различного происхождения. Выполнен анализ факторов, влияющих на несущую способность ослабленных стержней, включая концентрацию напряжений в зонах геометрических изменений и остаточные деформации от технологических процессов (сварка, правка, монтаж). Представлена методика расчета критических нагрузок потери устойчивости с учетом совместного влияния указанных факторов. Особое внимание уделено возможностям численного моделирования в программном комплексе ANSYS для прогнозирования напряженно-деформированного состояния и критических параметров устойчивости. Приведены рекомендации по инженерной оценке устойчивости ослабленных стержней в рамках метода предельных состояний.

Ключевые слова: стержневые конструкции, устойчивость, ослабленное сечение, концентрация напряжений, остаточные деформации, критические нагрузки, метод конечных элементов, ANSYS.

EVALUATION OF STABILITY OF WEAKENED RODS OF STANDARD SECTION TAKING INTO ACCOUNT STRESS CONCENTRATION AND RESIDUAL DEFORMATIONS

Balpykov J.B.

Martinenko T.M., PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The article discusses the issues of assessing the stability of rod elements of metal structures of standard section, having attenuations of various origins. The analysis of factors affecting the bearing capacity of weakened rods was performed, including the concentration of stresses in the zones of geometric changes and residual deformations from technological processes (welding, straightening, installation). The method of calculation of critical buckling loads considering the joint influence of the specified factors is presented. Particular attention is paid to the possibilities of numerical modeling in the ANSYS software complex for predicting the stress-strain

state and critical stability parameters. Recommendations are given for engineering evaluation of weakened rods stability within the limit states method.

Keywords: rod structures, stability, weakened section, stress concentration, residual deformations, critical loads, finite element method, ANSYS.

Стержневые элементы являются основой большинства металлических конструкций, колонн, стоек, элементов ферм и рам. В процессе изготовления, монтажа и эксплуатации в таких элементах возникают ослабления, отверстия под болты и заклепки, вырезы, сварные швы, коррозионные повреждения. Наличие ослаблений существенно влияет на устойчивость сжатых и сжато-изогнутых стержней [2, 4]. Критическое значение для работоспособности ослабленных стержней имеют два взаимосвязанных фактора: концентрация напряжений в зонах ослаблений и остаточные деформации, возникающие при изготовлении и сборке. Концентрация напряжений приводит к локальному повышению напряжений до значений, превышающих расчетные, а остаточные деформации создают начальные несовершенства, снижающие критическую нагрузку потери устойчивости [1, 5]. Цель настоящей работы – анализ современных подходов к оценке устойчивости ослабленных стержней стандартного сечения с учетом совместного влияния концентрации напряжений и остаточных деформаций, а также разработка рекомендаций по инженерной методике расчета.

Ослабления в стержневых металлических конструкциях подразделяются по происхождению на конструктивные (отверстия под болты, технологические вырезы), технологические (зоны термического влияния сварных швов, остаточные деформации после правки и гибки), эксплуатационные (коррозионные поражения, усталостные трещины, механические повреждения) и аварийные (повреждения от пожаров, ударов, взрывов). По геометрическим характеристикам выделяют локальные ослабления (отверстия, вырезы) и протяженные (коррозия, зоны термического влияния). Влияние ослаблений на устойчивость стержней проявляется в уменьшении площади сечения и момента инерции, перераспределении напряжений с возникновением зон концентрации, смещении центра тяжести при несимметричных ослаблениях, появлении дополнительных эксцентриситетов и снижении жесткости элемента [4, 6, 9]. Концентрация напряжений в зонах резкого изменения геометрии характеризуется коэффициентами концентрации, достигающими 2,5–6,0 для различных типов ослаблений, и при статическом нагружении влияет на развитие пластических деформаций, а при циклических нагрузках играет определяющую роль в иницировании усталостных трещин [3, 5]. Остаточные напряжения и деформации возникают на всех этапах жизненного цикла, сварочные остаточные напряжения могут достигать 329–399 МПа, превышая предел текучести [2, 4]; горячекатаные профили имеют собственные остаточные напряжения от неравномерного охлаждения (30–50 МПа), предварительная пластическая деформация (1–6%) снижает пластичность и трещиностойкость материала [3]. Исследования показывают, что остаточные напряжения могут снижать критическую нагрузку сжатых стержней на 10–15% [7], при этом совместное действие концентрации напряжений и остаточных деформаций наиболее опасно в сварных стержнях с отверстиями, элементах после правки с концентраторами и коррозионно-поврежденных конструкциях [5].

Расчет стержневых элементов по методу предельных состояний (Еврокод 3, СП 16.13330) для центрально-сжатых стержней выполняется по условию $N \leq \varphi \cdot A \cdot R_y$, где φ – коэффициент продольного изгиба, A – площадь с учетом ослаблений [2, 8]. При наличии ослаблений радиус инерции уменьшается, гибкость возрастает, что снижает коэффициент φ , а для стержней с локальными ослаблениями требуется проверка как общей, так и местной устойчивости. Однако традиционные нормативные методики недостаточно полно учитывают совместное влияние концентрации напряжений и остаточных деформаций, особенно для комбинированных ослаблений. Программный комплекс ANSYS предоставляет широкие возможности для анализа устойчивости, линейный анализ потери устойчивости, нелинейный статический анализ и наиболее точный метод – геометрически и материально нелинейный

анализ с учетом несовершенств [1, 5, 8]. Для корректного моделирования концентрации напряжений необходимо локальное сгущение сетки в зонах ослаблений, применение элементов высокого порядка и учет упругопластических свойств материала. Моделирование остаточных сварочных напряжений выполняется термоупругопластическим анализом с расчетом температурных полей, последовательной активацией элементов сварных швов и учетом температурной зависимости свойств [2, 4]. Для остаточных напряжений от прокатки и правки используется задание начального поля напряжений по литературным данным.

Комплексная оценка устойчивости ослабленных стержней требует интеграции нормативных методов и численного моделирования. Исследования фиксируют остаточные напряжения в сварных швах до 399 МПа, что выше предела текучести и критично для циклических нагрузок [2, 4]. Концентрация напряжений до 5–10 в зонах ослаблений, взаимодействуя с остаточными деформациями, провоцирует преждевременную потерю устойчивости. Традиционные подходы предельных состояний недостаточно полно учитывают эти эффекты, тогда как GMNIA-анализ в ANSYS позволяет достоверно моделировать реальные дефекты и нелинейное поведение материала [1, 5, 8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Goto Y., Kawanishi N. A unified structural analysis method to predict long-term mechanical performance of steel structures considering corrosion and repair // International Journal of Applied Mechanics and Engineering. – 2004. – Vol. 9, No. 1. – P. 91-104.
2. Deng H., Zhang Z., Yang B. et al. Finite element analysis of stress and distortion for welding reinforced structure of angular steel used for power tower under load // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1802, No. 2. – P. 022097.
3. Domashevskaya Ya.R. Mathematical Model for Assessing the Limits of Crack Resistance of Structural Steels of Large-Sized Structures // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 988, No. 4. – P. 042080.
4. Deng H., Zhang Z., Yang B. et al. Finite element analysis of stress and distortion for welding reinforced structure of angular steel used for power tower under load // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1802. – P. 022097.
5. The Influence of Welding-Induced 3D Residual Stress and Distortion on the Ultimate Strength of Multi-Stiffened Thin Plate Structures under Cyclic Load // Ocean Engineering. – 2024.
6. EN 1993-1-1:2005. Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. – Brussels: CEN, 2005.
7. Lu Y.-C. Effects of Member Overstrength and Initial Residual Stresses on the Behaviour of 2D Steel Structure: PhD Thesis. – University of Canterbury, 2011.
8. Quan C., Walport F., Kucukler M., Gardner L. Out-of-plane Stability Design by GMNIA – Equivalent Imperfections and Strain Limits // ce/papers. – 2022. – Vol. 5, No. 4. – P. 320-329.
9. Семенченко И.Ю., Медведева М.С. Сравнение ресурса неподвижных неразъемных соединений с натягом, собранных различными методами // Молодой ученый. – 2016. – № 26. – С. 86–90.

ГЕОМЕТРИЯ ЛЕСНОГО ПОЖАРА: РАСЧЕТ ПО ФОТО

Белоокий А.Ю.

Миканович Г.В.

Университет гражданской защиты

Аннотация. С помощью полученных формул автоматизированные системы смогут мгновенно оценивать по фотоснимку параметры лесного пожара, а не просто сигнализировать о его наличии.

Ключевые слова: форма пожара, площадь пожара, периметр пожара.

FOREST FIRE GEOMETRY: CALCULATION BY PHOTO

Belooky A.Y.

Mikanovich G.V.

University of Civil Protection

Abstract. With the resulting formulas, automated systems will be able to instantly assess forest fire parameters from a photograph, rather than simply signal its presence.

Keywords: fire shape, fire area, fire perimeter.

Используемая в настоящее время система автоматического мониторинга и раннего обнаружения лесных пожаров «Лесной страж» охватывает территории всех лесхозов. Для ее функционирования используется существующая инфраструктура пожарно-наблюдательных вышек и сотовых вышек операторов связи [1].

«Лесной страж» – приложение, работающее с фото и видео материалами. Значит задача точной идентификации характеристик пожара на основе визуальной информации приобретает особую значимость. Для решения данной задачи зона пожара делится на участки простой геометрической формы.

Один из вариантов деления формы пожара на части представлен на рисунке 1.

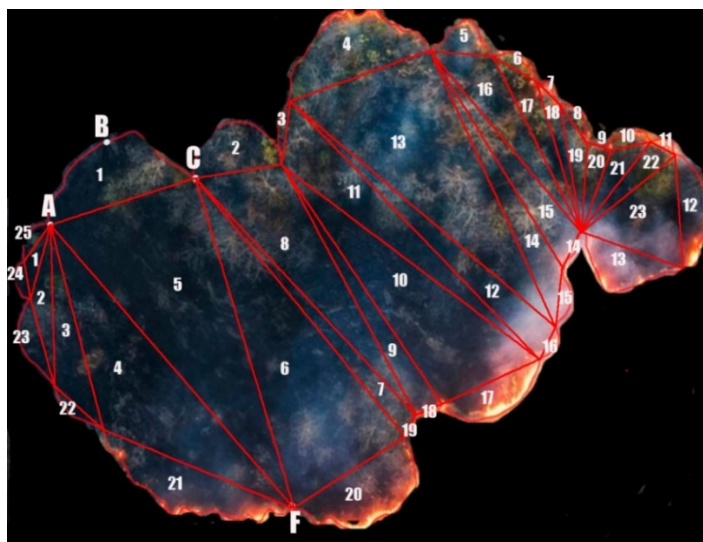


Рисунок 1

Прямыми отсекаются части кривой, являющейся границей фигуры. Участки плоскости, ограниченные частью кривой и построенной прямой, рассматриваются как криволинейные трапеции. Оставшийся многоугольник разбивается на треугольники (Рисунок 1).

Данное разбиение является вариативным.

Каждый участок кривой можно условно представить как параболу.

Квадратичная функция, задающая параболу, имеет вид (1):

$$f(x) = ax^2 + bx + c = a(x - x_1)(x - x_2). \quad (1)$$

Вводятся допущения: $A(0; 0)$, $C(\Delta x; 0)$, $B(x_B; y_B)$, $x_B = -\frac{b}{2a} = \frac{\Delta x}{2}$. Тогда коэффициент квадратичной функции $c = 0$, $x_1 = 0$, $x_2 = \Delta x$.

Коэффициенты a и b определяются по формулам (2):

$$a = -\frac{4y_B}{(\Delta x)^2} \quad b = \frac{4y_B}{\Delta x} \quad (2)$$

Δx и y_B определяются путем прямых измерений.

Квадратичная функция с учетом $c = 0$ принимает вид (3)

$$f(x) = ax^2 + bx. \quad (3)$$

Площадь каждой криволинейной трапеции определяется по формуле (4):

$$S_i = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx = \int_0^{\Delta x} (ax^2 + bx) dx = \left(\frac{a}{3} \cdot x^3 + \frac{b}{2} \cdot x^2 \right) \Big|_0^{\Delta x} = \frac{a(\Delta x)^3}{3} + \frac{b(\Delta x)^2}{2}. \quad (4)$$

Для расчета площадей треугольников используется формула Герона:

$$S_{\Delta j} = \sqrt{p(p-n)(p-m)(p-k)}, \quad (5)$$

где p – полупериметр треугольника, n, m, k – величины трех сторон треугольника.

Каждый участок кривой описывается формулой (3). Тогда:

$$f'(x) = 2ax + b \quad (6)$$

По формуле длины дуги:

$$l_i = \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{1 + (f'(x))^2} dx = \int_0^{\Delta x} \sqrt{1 + (2ax + b)^2} dx \quad (7)$$

В процессе интегрирования формула (7) преобразуется в формулу для расчета длины кривой, ограничивающей сверху рассматриваемую криволинейную трапецию (8):

$$l_i = \frac{1}{4a} \left((2a(\Delta x) + b) \sqrt{1 + (2a(\Delta x) + b)^2} - b \sqrt{1 + b^2} \right) + \frac{1}{4a} \left(\ln \left| \frac{2a(\Delta x) + b + \sqrt{1 + (2a(\Delta x) + b)^2}}{b + \sqrt{1 + b^2}} \right| \right) \quad (8)$$

Площадь и периметр изображения пожара определяются как сумма всех соответствующих элементов. Для определения параметров самого пожара необходимо учесть масштаб изображения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корреспондент «СОЮЗа» изучила, как работает система борьбы с пожарами в Беларуси [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/v-pozharnom-poryadke654654.html> – Дата доступа: 15.12.2025.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ НА ТЕМПЕРАТУРУ СРАБАТЫВАНИЯ СПРИНКЛЕРНОГО ОРОСИТЕЛЯ С НОМИНАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ СРАБАТЫВАНИЯ 93 °С

Бунто И.А., Бунто О.В.

Университет гражданской защиты

Аннотация. Проведены исследования влияния свойств рабочей жидкости, применяемой для заполнения жидкой ванны при определении номинальной температуры разрывного термочувствительного элемента спринклерных оросителей. Рассмотрены особенности срабатывания спринклерных оросителей с номинальной температурой срабатывания 93 °С, размещенных в жидкой ванне, заполненной водой и полиметилсилоксановой жидкостью ПМС-200.

Ключевые слова: термочувствительный элемент, термоколба, спринклерный ороситель, номинальная температура, рабочая жидкость.

THE RESERCH OF THE INFLUENCE OF WORKING FLUID ON THE ACTING TEMPERATURE OF A SPRINKLER WITH A NOMINAL ACTING TEMPERATURE OF 93 °C

Bunta I.A., Bunta A.V.

University of Civil Protection

Abstract. The influence of the working fluid properties used to fill the liquid bath at the determination the nominal response temperature of the rupture temperature-sensitive element of a sprinkler system was carried out. The response characteristics of sprinklers with a nominal response temperature of 93°C, placed in a liquid bath filled with water and PMS-200 polymethylsiloxane fluid, were examined.

Keywords: temperature-sensitive element, thermocube, sprinkler sprinkler, nominal temperature, working fluid.

Основными техническими характеристиками спринклерных оросителей являются интенсивность и равномерность орошения, а также номинальная температура срабатывания. Первые две характеристики зависят исключительно от конструктивного исполнения оросителя и его рабочего давления, номинальная температура срабатывания же зависит от вида выбранного разрывного термочувствительного элемента.

Одним из видов разрывного термочувствительного элемента является термоколба. Термоколба – это герметичный стеклянный сосуд, заполненный специальной жидкостью, которая расширяется при повышении температуры, вследствие чего происходит разрушение стеклянного сосуда.

Согласно требованиям, установленным в строительных нормах Республики Беларусь [1], спринклерные установки пожаротушения следует устанавливать в помещениях или в оборудовании с учетом предельно допустимой температуры окружающей среды в зоне их расположения и номинальной температуры срабатывания оросителей [2, 3].

Показатель номинальной температуры срабатывания проверяется при проведении сертификационных испытаний на соответствие требованиям [4]. Проведение испытаний по проверке номинальной температуры срабатывания проводят путем нагрева оросителей в жидкой ванне с рабочей жидкостью объемом не менее 3 дм³ на каждый ороситель. При этом

в качестве рабочей жидкости допускается использовать жидкости, имеющие температуру кипения большую, чем номинальная температура срабатывания спринклерного оросителя (например: вода, глицерин, минеральные или синтетические масла) [4].

С целью определения влияния физических процессов, предшествующих и сопровождающих процесс кипения воды, на температуру разрушения термоколбы спринклерного оросителя, были проведены практические исследования по определению номинальной температуры срабатывания спринклерных оросителей с температурой срабатывания 93 °С в двух различных жидкостях: вода и полиметилсилоксановая жидкость ПМС-200. Так как температура кипения воды имеет пограничное значение с верхним пределом допустимой номинальной температуры срабатывания – 96 °С.

Для проведения исследований в соответствии с методом, изложенном в пункте 8.14 [4], произвольно отбирались спринклерные оросители с номинальной температурой срабатывания 93 °С в количестве 10 штук для каждого вида термоколбы (термоколбы одного изготовителя) [3]:

- с термоколбой диаметром 3 мм (термоколба быстрого реагирования);
- с термоколбой диаметром 5 мм (термоколба стандартного реагирования).

В ходе анализа полученных результатов [3], установлено, что спринклерные оросители с диаметром термоколбы 3 мм в среднем срабатывают при температуре на 1,5 – 1,7 °С ниже, чем оросители с термоколбой диаметром 5 мм.

Часть полученных результатов, при проведении которого в качестве рабочей жидкости применялась вода, не попадают в допустимый диапазон значений номинальной температуры срабатывания, установленный в [4].

При этом при проведении испытаний спринклерных оросителей с идентичной термоколбой и применением в качестве рабочей жидкости полиметилсилоксановой жидкости, температура кипения которой на порядок больше, чем номинальная температура срабатывания испытываемого спринклерного оросителя, были получены результаты, удовлетворяющие требованиям [4].

При проведении испытаний спринклерных оросителей, в случае, когда в качестве рабочей жидкости применялась вода, разрушение термоколбы в среднем происходило при температуре на 3,8 – 4,0 °С ниже, по сравнению с температурой разрушения термоколб в аналогичных испытаниях, при проведении которых в качестве рабочей жидкости применялось полиметилсилоксановая жидкость [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Строительные нормы Республики Беларусь. Пожарная автоматика зданий и сооружений : СН 2.02.03-2019. – Введ. 29.11.2019. – Минск : Стройтехнорм, 2019. – III, 99 с.
2. Бунто, И.А. Основные преимущества применения спринклерных установок пожаротушения для защиты зданий и сооружений / И.А. Бунто, О.В. Бунто // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация – 2025. №1 (57). – С. 120-127 – DOI: 10.54422/1994-439X.2025.1-57.120-127.
3. Бунто, И.А. Исследование влияния различных жидкостей, применяемых при определении номинальной температуры срабатывания разрывного термочувствительного элемента спринклерных оросителей, на фактически полученные значения / И.А. Бунто, О.В. Бунто, Е.Л. Никиточкин // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация – 2025. №1 (57). – С. 85-96 – DOI: 10.54422/1994-439X.2025.2-58.85-96.
4. Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний : ГОСТ Р 51043–2002. – Введ. 07.01.2003. – М.: Технический комитет по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность», 2023. – III, 27 с.

ЗАВИСИМОСТЬ КРАТНОСТИ ПЕНЫ ОТ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПЕНООБРАЗОВАНИЯ НА СЕТКАХ ПЕНОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Гараев Ю.В., Вашкевич Д.А.

Камлюк А.Н., кандидат физико-математических наук, доцент
Лихоманов А.О., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. В результате исследований определены зависимости кратности пены от параметров процесса пенообразования на сетках пеногенерирующих устройств, которые будут использованы для разработки математической модели для прогнозирования кратности пены с учетом указанных параметров.

Ключевые слова: пеногенерирующее устройство, сетка, кратность пены, математическая модель.

DEPENDENCE OF THE FOAM EXPANSION RATE ON THE PARAMETERS OF THE FOAM FORMATION PROCESS ON THE MESHES OF FOAM-GENERATING DEVICES

Garaev Y.V. , Vashkevich D.A.

Kamlyuk A.N. , PhD in Physical and Mathematical, Associate Professor
Likhomanov A.O. , PhD in Technical Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The research determined the relationship between foam expansion rate and foaming process parameters on foam-generating device with mesh, which will be used to develop the mathematical model for prediction foam expansion rate based on these parameters.

Keywords: foam-generating device, mesh, foam expansion rate, mathematical model.

Для тушения пожаров твердых и жидких горючих веществ применяется воздушно-механическая пена низкой кратности 3–20 [1]. Пену получают в оросителях автоматических установок пожаротушения, на сетках насадок пожарных стволов и в установках генерирования компрессионной пены. В последних регулируют подачу воды, пенообразователя (состав раствора) и воздуха, контролируя кратность в реальном времени системами управления. При отсутствии регулировки (в оросителях и на сетках) эффективность тушения зависит от предварительного подбора параметров устройств. Ключевым становится прогноз кратности пены с помощью математических моделей, учитывающих геометрию устройства, гидродинамику подачи раствора ПАВ и его физико-механические свойства.

При проведении эксперимента по определению кратности пены с использованием пеногенерирующих устройств с сеткой получены зависимости кратности пены от числа капиллярности Ca и относительного расстояния от выходного отверстия насадка до сетки ($L / L_{\max}$) при различных значениях коэффициента рабочей поверхности сетки K_m (рис.1).

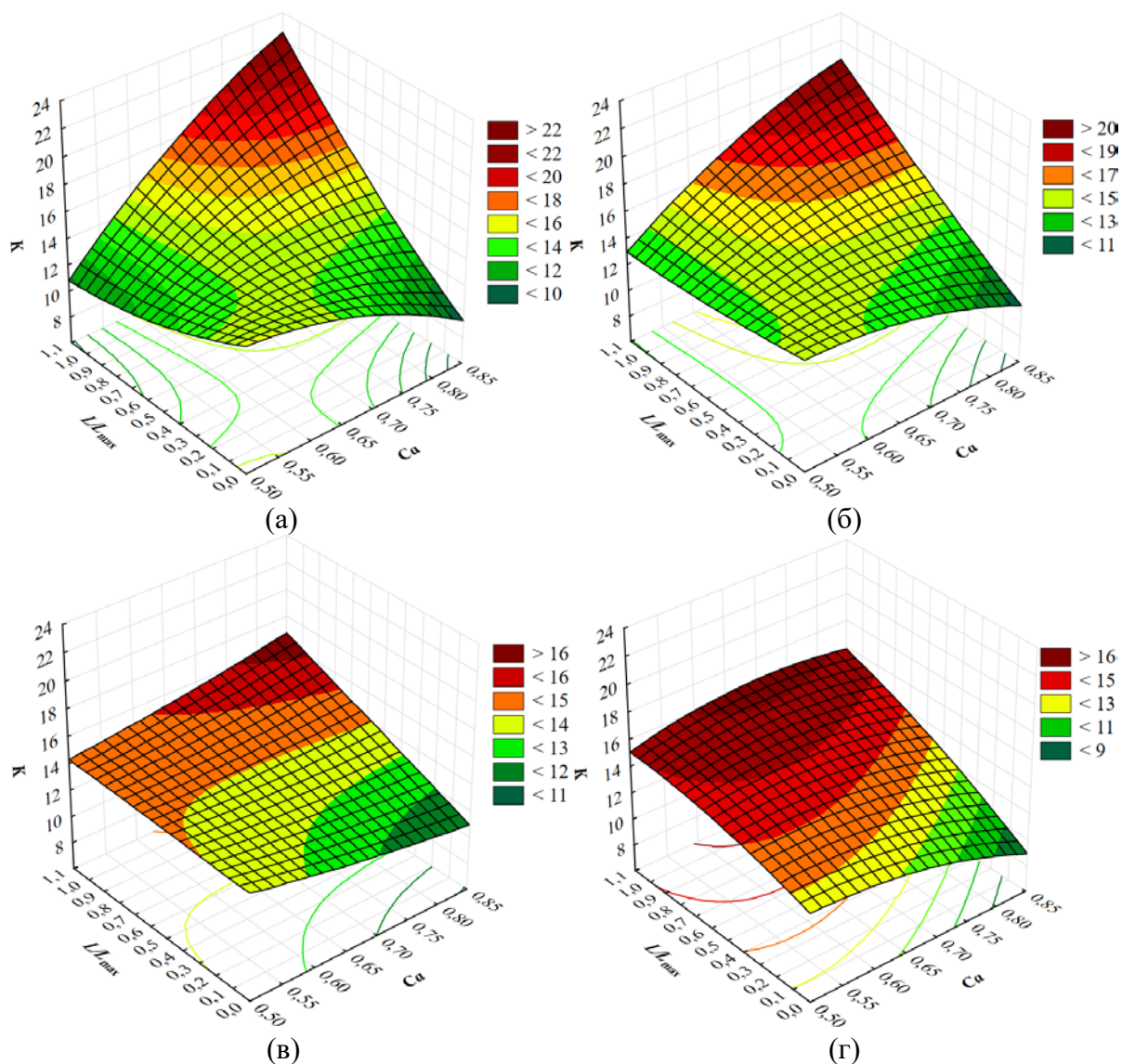


Рисунок 1. – Зависимость кратности пены от числа капиллярности Ca и относительного расстояния от выходного отверстия насадка до сетки (L / L_{max}) при различных значениях коэффициента рабочей поверхности сетки K_m : (а) – 0,51; (б) – 0,64; (в) – 0,69; (г) – 0,75

Здесь видно, что при значениях K_m от 0,51 до 0,64 график зависимости кратности пены от числа капиллярности и относительного расстояния от выходного отверстия насадка до сетки имеет схожий вид, при этом наибольшие значения кратности от 18 до 23 находятся в области значений Ca от 0,70 до 0,85 и (L / L_{max}) от 0,7 до 1,0 соответственно.

При дальнейшем увеличении коэффициента K_m от 0,64 до 0,75, как видно на рисунках 1в и 1г, происходит явное смещение области наибольших значений кратности пены в диапазон более низких значений числа капиллярности Ca и (L / L_{max}). При этом максимальные значения кратности пены постепенно снижаются по сравнению с ранее рассмотренным диапазоном K_m от 0,51 до 0,64.

С целью возможности прогнозирования значения кратности пены в зависимости от конфигурации параметров процесса получения пены на сетках пеногенерирующих устройств необходимо построение экспериментальной математической модели по аналогии с работой [2], в которой исследована зависимость кратности пены от геометрических параметров розеточного оросителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Камлюк, А. Н. Пенные оросители для автоматических установок пожаротушения : монография / А. Н. Камлюк, А. О. Лихоманов, А. В. Грачулин. – Мн. : УГЗ, 2023. – 244 с. – ISBN: 978-985-590-186-1.
2. Mathematical model of foam expansion rate generated in sprinklers / A. N. Kamluk, A. O. Likhomanov, E. G. Govor, A. V. Grachulin // Magazine of Civil Engineering. – 2025. – Vol. 131, № 07. – P. 13102. DOI: 10.34910/MCE.131.2.

УДК 614.841:631.3

АНАЛИЗ ПРИЧИН И ДИНАМИКА ВОЗГОРАНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Грузд И.Е.

Качурин А.С.

Университет гражданской защиты

Аннотация. В агропромышленном комплексе (АПК) Беларуси пожары на зерноуборочных комбайнах занимают лидирующее место среди техногенных чрезвычайных ситуаций — они составляют около 25% всех инцидентов, связанных с возгораниями сельхозтехники. Большинство случаев приходится на дневные часы (67%, пик в 14:00–16:00) в жаркую и сухую погоду, когда перегрев моторного отсека становится основной угрозой. Ключевые причины: неисправности электрооборудования (34%), утечки топлива и выхлопные газы (24%), а также перегрев узлов трения (16%).

Ключевые слова: перегрев, возгорание, статистические данные, экспериментальное моделирование.

ANALYSIS OF CAUSES AND DYNAMICS OF AGRICULTURAL MACHINERY FIRES

Gruzd I.E.

Kachuryn A.S.

University of Civil Protection

Abstract. In Belarus's agro-industrial complex (AIC), fires on grain harvesters lead among man-made emergencies—they account for about 25% of all incidents involving agricultural machinery ignitions. Most cases occur during daytime hours (67%, peaking at 14:00–16:00) in hot, dry weather, when engine compartment overheating poses the main threat. Key causes: electrical equipment failures (34%), fuel leaks and exhaust gases (24%), and overheating of friction nodes (16%).

Keywords: overheating, statistical data, critical analysis, experimental modeling.

Обеспечение пожарной безопасности в агропромышленном комплексе (АПК) является критически важной задачей для сохранения продовольственной безопасности страны. В структуре техногенных чрезвычайных ситуаций в АПК возгорания зерноуборочных комбайнов занимают доминирующее положение, составляя 25% от общего числа инцидентов, связанных с сельхозтехникой. Проведенный мониторинг указывает на выраженную суточную цикличность: 67% происшествий фиксируются в дневное время, при этом временной интервал с 14:00 до 16:00 является наиболее критическим. Это обусловлено

совпадением пика температурной нагрузки на узлы агрегатов с максимальной солнечной инсоляцией и низкой относительной влажностью воздуха, что создает идеальные условия для воспламенения горючей среды. Как отмечалось ранее, наиболее частые возгорания на комбайнах происходят именно в моторном отсеке. Эта зона отличается высокой концентрацией легковоспламеняющихся жидкостей (топлива и масла), а также близостью к источникам тепла, что делает её самой пожароопасной частью машины. Пожары особенно часто происходят в жаркие, сухие и ветреные дни. При этом наблюдается связь: чем дольше техника работает в поле без остановки, тем выше вероятность возгорания, что вероятно связано с возрастанием износа, загрязнения узлов горючими материалами и изменениями климата [1, 2].

За анализируемые периоды: 2015-2019 года и 2019-2024 года, можно отследить рост числа пожаров на сельскохозяйственной технике в Республике Беларусь [2, 3]. На основе отечественных исследований выделены основные группы причин возгорания на сельскохозяйственной технике.

Технические поломки (50%): лидируют дефекты электросистем (34%) — замыкания и износ изоляции из-за вибраций, а также утечки топлива на горячие детали двигателя.

Термическое воздействие (40%): влияние раскаленных выхлопных газов (24%) и разогретых поверхностей (16%), включая перегрев неисправных подшипников и ремней.

Эксплуатационные факторы: накопление горючих растительных остатков в зонах трения и нарушение регламентов обслуживания

Пожары на сельскохозяйственной технике в некоторых случаях могут быть спровоцированы накоплением растительных остатков и их взаимодействием с горячими узлами. При этом жаркая, сухая и ветреная погода способствует возникновению пожаров [1]. Для снижения аварийности предлагается комплекс мер, опирающийся на международный опыт:

Техническое переоснащение: установка температурных датчиков и автоматических систем пожаротушения (АСП).

Регламентная очистка: обязательная продувка моторного отсека сжатым воздухом каждые 4–6 часов работы.

Инновационный контроль: использование тепловизоров при ТО для поиска скрытых очагов перегрева.

Человеческий фактор: обучение механизаторов методам раннего обнаружения неисправностей и навыкам работы с первичными средствами пожаротушения.

Системное внедрение автоматизации мониторинга и строгое соблюдение графиков очистки узлов трения являются базовыми условиями для сокращения числа пожаров и предотвращения экономических потерь в сельском хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пасовец, В.Н. Пожары на сельскохозяйственной технике и причины их возникновения / В.Н. Пасовец, В.В. Лахвич, М.А. Антоненко // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2021. – Т. 5, № 2. – С. 206-215
2. Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mchs.gov.by/>. – Дата доступа: 12.02.2025.
3. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/ru/>. – Дата доступа: 02.02.2025.

АНАЛИЗ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЖИЛОМ СЕКТОРЕ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕЧНОГО ОТОПЛЕНИЯ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Грузд И.Е.

Качурин А.С.

Университет гражданской защиты

Аннотация. В данной работе исследуются основные риски возникновения пожаров в сельском жилом секторе Республики Беларусь. Проведен анализ опасностей, связанных с техническим состоянием печного отопления и перегрузкой ветхих электрических сетей. Обоснована необходимость комплексного использования автономных пожарных извещателей и совершенствования работы смотровых комиссий для снижения случаев гибели людей.

Ключевые слова: пожарная безопасность, сельская местность, печное отопление, профилактика пожаров, электроустановки

ANALYSIS AND WAYS TO IMPROVE FIRE SAFETY IN THE RESIDENTIAL SECTOR OF RURAL AREAS OF THE REPUBLIC OF BELARUS DURING THE OPERATION OF STOVE HEATING AND ELECTRICAL EQUIPMENT

Gruzd I.E.

Kachuryn A.S.

University of Civil Protection

Abstract. This paper examines the primary risks of fire occurrence in the rural residential sector of the Republic of Belarus. An analysis of hazards associated with the technical condition of stove heating and the overloading of obsolete electrical networks was conducted. The study substantiates the necessity for the comprehensive use of autonomous fire detectors and the improvement of inspection commissions' activities to reduce fatalities.

Keywords: fire safety, rural areas, stove heating, fire prevention, electrical installations

Обеспечение пожарной безопасности в сельских населенных пунктах Республики Беларусь остается одной из наиболее острых задач для органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям, так как именно на жилой фонд деревень приходится основной процент гибели людей [1]. Анализ оперативной обстановки подтверждает, что доминирующими факторами риска являются техническое состояние печного отопления и критический износ электрических сетей в домах старой постройки [2]. Эксплуатация отопительных агрегатов с трещинами в кладке дымоходов, отсутствие нормативных отступок от горючих конструкций кровли и перекрытий, а также пренебрежение установкой предтопочных листов установленного размера (50 × 70 см) создают условия для мгновенного воспламенения строительных конструкций [3].

Ситуация осложняется в зимний период, когда из-за низких температур происходит перекал печей и одновременное включение в сеть мощных бытовых электроприборов, на которые старая алюминиевая проводка сечением 2,5 мм² не рассчитана [4]. Это приводит к коротким замыканиям и пожарам, развивающимся в ночное время. В контексте реализации

Директивы № 1 Президента Республики Беларусь, ключевым инструментом минимизации последствий таких инцидентов является повсеместное оснащение жилых комнат автономными пожарными извещателями (АПИ) [5]. Практика показывает, что наличие исправного АПИ сокращает риск гибели людей на 70 – 80%, позволяя обнаружить задымление на самой ранней стадии [6]. Для системного решения проблемы необходимо не только совершенствование работы смотровых комиссий, но и внедрение программ адресной социальной помощи по ремонту печей и замене электропроводки у социально уязвимых категорий граждан [1].

Исследование показало, что основными угрозами в сельском жилом секторе остаются износ печного отопления и перегрузка электросетей. Эффективное снижение рисков достигается путем технического обслуживания теплогенерирующих агрегатов и обязательной установки АПИ. Реализация предложенных мер позволит активизировать профилактическую работу и существенно снизить уровень гибели людей на пожарах в сельской местности.

ЛИТЕРАТУРА

1. О пожарной безопасности: закон Республики Беларусь, 15 июня 1993 г., № 2403-ХІІ: в ред. закона Республики Беларусь от 30.12.2022 № 233-З // Эталон-Беларусь [Электронный ресурс] / Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. – Минск, 2026.
2. О мерах по укреплению общественной безопасности и дисциплины: директива Президента Республики Беларусь, 11 марта 2004 г., № 1: в ред. указа Президента Республики Беларусь от 14.11.2022 № 405 // Эталон-Беларусь / Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. – Минск, 2026.
3. Об утверждении правил пожарной безопасности: постановление МЧС Республики Беларусь, 21 дек. 2021 г., № 82 (в ред. постановления от 12.12.2025 № 61): Правила пожарной безопасности для жилых домов, строений и сооружений, расположенных на придомовых территориях.
4. ТКП 45-4.04-149-2009 (02250). Системы электрооборудования жилых и общественных зданий. Правила проектирования. – Введ. 01.01.2010. – Минск: Минстройархитектуры, 2009. – 120 с.
5. СН 2.02.03-2019. Пожарная автоматика зданий и сооружений. – Введ. 16.12.2019. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2020. – 42 с.
6. Статистика пожаров и чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] // Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://mchs.gov.by> – Дата доступа: 25.02.2026.

УДК 614.841.2.001.5

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Грузд И.Е.

Пасовец В.Н., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. Применение систем сигнализации и пожаротушения. Обоснована необходимость автономных систем для дистанционно управляемых и роботизированных комбайнов, где отсутствует оперативный контроль со стороны человека.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, автоматические системы пожаротушения.

TECHNICAL PROVISION OF FIRE SAFETY IN AGRICULTURAL VEHICLES

Gruzd I.E.

Pasovets V.N., PhD in Technical Science, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The application of intelligent alarm systems and addressable fire suppression. The necessity of autonomous systems for remote-controlled and robotic combines, where rapid human intervention is absent, has been substantiated.

Keywords: combine harvester, automatic fire suppression systems.

Для обнаружения и тушения пожаров на зерноуборочных комбайнах перспективно применение системы с подсистемами сигнализации и тушения. Подсистема пожарной сигнализации позволяет определить превышение температуры в защищаемом пространстве и при превышении заданных значений направляет сигнал «Пожар» в кабину комбайнера. При отсутствии действий и система автоматически пустит сигнал на запуск установки пожаротушения [1].

На сегодняшний день, для рационального решения актуальной задачи по повышению пожарной безопасности зерноуборочных комбайнов, разработаны усовершенствованные системы контроля и пожаротушения, подходящие для сельскохозяйственной, транспортной и специальной техники. Данные устройства обеспечивают адресную активацию средств тушения и обладают высокой технологичностью: они оснащены микроконтроллерами, блоками бесперебойного питания, помехозащитными фильтрами и энергонезависимой памятью для регистрации всех событий в системе [2].

Особое внимание заслуживает выбор огнетушащих составов для автоматических систем. В бортовых установках тяжелой внедорожной и сельскохозяйственной техники, эксплуатируемой в экстремальных условиях, часто применяется моноаммонийфосфат. Однако использование подобных сухих химических веществ ограничено их низкой эффективностью в предотвращении повторных возгораний.

Эффективным и экологически безопасным решением для защиты сельхозтехники является применение диспергированной воды. Также перспективными огнетушащими материалами для применения в бортовых системах пожаротушения на сельскохозяйственной технике являются пленкообразующие пенообразователи, позволяющие получать пена низкой кратности, что позволяет охладить зону горения и защитить от повторного воспламенения. Важным эксплуатационным преимуществом таких составов является то, что очистка техники от продуктов горения и остатков пены не наносит ущерба её механизмам.

Внедрение автономных аэрозольно-порошковых генераторов и систем на основе пленкообразующей пены становится обязательным технологическим стандартом для развития беспилотного сельхозмашиностроения. В условиях перехода к роботизированным комбайнам отсутствие оператора в кабине исключает возможность ручного реагирования, что делает наличие высокоточной пожарной автоматики критически важным условием эксплуатации.

Таким образом, интеграция подобных автономных решений является фундаментом для безопасного внедрения дистанционно управляемой техники. Это не только повышает

уровень пожарной безопасности, но и создает необходимую технологическую базу для полной автономности сельскохозяйственных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматическая система пожарной сигнализации и управления пожаротушением в подвижных транспортных средствах: пат. 39832 Российской Федерации, МПК7 А62С 4/05 / В.Г. Демидов, А.И. Подоляка, А.И. Пинаев; заявитель Московский государственный университет. – № 2009148416/22; заявл. 13.12.2001; опубл. 28.08.2004 // Федеральн. служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарн. знакам. – 2014. – № 8. – С. 148 – 155.
2. Система пожарной сигнализации и управления пожаротушением в подвижных транспортных средствах: пат. 93285 Российской Федерации, МПК7 А62С 3/07 / С.Н. Баев, В.Н. Шеин; заявитель Пермский государственный университет. – № 2009148416/22; заявл. 28.12.2009; опубл. 27.04.2010/ / Федеральн. служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарн. знакам. – 2010. – № 4. – С. 128 – 134.

УДК 614.841.2.001.5

МЕТОДОЛОГИЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ПРИЧИН ПОЖАРОВ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ

Грузд И.Е.

Пасовец В.Н., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. В работе представлена методика установления причин пожаров на сельскохозяйственной технике, основанная на сочетании следственного осмотра и физико-химического анализа. Рассматривается алгоритм исследования очаговых признаков, систем электропитания и топливных линий для выявления технических неисправностей или следов поджога. Описан комплекс экспертных методов идентификации инициаторов горения и признаков аварийных режимов работы оборудования.

Ключевые слова: пожар на сельхозтехнике, осмотр места пожара, причины возгорания, вещественные доказательства, физико-химические методы, признаки поджога

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE CAUSES OF FIRES IN AGRICULTURAL MACHINERY

Gruzd I.E.

Pasovets V.N., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The paper presents a methodology for determining the causes of fires in agricultural machinery, based on a combination of investigative inspection and physicochemical analysis. It examines an algorithm for investigating burn patterns, power supply systems, and fuel lines to identify technical malfunctions or traces of arson. A complex of expert methods for identifying combustion initiators and signs of emergency operating modes of equipment is described.

Keywords: agricultural machinery fire, fire scene investigation, causes of ignition, physical evidence, physicochemical methods, signs of arson

Методология установления причин пожаров на сельскохозяйственной технике базируется на интеграции процессуальных действий и детального анализа вещественных доказательств. Основопологающим этапом является осмотр места пожара, в ходе которого производится поиск и фиксация криминалистически значимой информации, включая сведения об очаге и путях распространения огня. Осмотр начинается с фиксации точного местоположения техники, так как её могли переместить после начала возгорания или в процессе тушения. При наружном осмотре эксперт описывает термические повреждения кабины, моторного отсека и бункера, анализируя зоны выгорания лакокрасочного покрытия и состояние остекления для определения направления распространения пламени.

Особое внимание уделяется техническому состоянию систем электропитания и топливоподачи. В ходе исследования выявляются признаки аварийных режимов, такие как дуговые оплавления проводов, состояние аккумулятора и возможная преднамеренная разгерметизация топливных линий. Важной частью работы является проверка версии о поджоге, на который могут указывать косвенные признаки: отсутствие личных вещей, открытые в холодную погоду окна или наличие посторонних предметов, таких как емкости из-под горючих жидкостей и ветошь.

Для окончательной идентификации причин используются инструментальные методы исследования, включая рентгенофазовый анализ, металлографию и газожидкостную хроматографию. Эти методы позволяют обнаружить инициаторы горения и проанализировать изменения в структуре металлов и полимеров. Весь процесс исследования сопровождается фото- и видеофиксацией, что обеспечивает объективность доказательной базы.

В заключение следует отметить, что установление причины пожара в значительной степени зависит от грамотного, качественного и выполненного с соблюдением всех процессуальных требований осмотра места происшествия и изъятия вещественных доказательств. Использование оптимизированного набора физико-химических методов в сочетании с детальным изучением территории и узлов техники позволяет наиболее полно восстановить картину происшествия и выявить наличие злого умысла или технических неисправностей

ЛИТЕРАТУРА

1. Зернов, С.И. Техничко-криминалистическое обеспечение расследования преступлений, сопряженных с пожарами / С.И. Зернов. – М.: ЭКЦ МВД России, 1996. – 128 с.
2. Осмотр места пожара / И.Д. Чешко [и др.]. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2004. – 501 с.
3. Донцов, В.Г. Дознание и экспертиза пожаров. Справочное пособие / В.Г. Донцов, В.И. Путилин. – Волгоград: ИНКОМ, 2015. – 159 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОКОМПОЗИТОВ В УЗЛАХ ТРЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Грузд И.Е.

Пасовец В.Н., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. В работе обоснована замена обычных металлов в узлах трения сельхозтехники на современные композиты с углеродными наноструктурами. Такие материалы лучше защищают детали от перегрева и износа при работе в грязи и пыли. Использование нанотехнологий позволяет значительно увеличить срок службы машин и снизить потери мощности на трение.

Ключевые слова: узлы трения, композиционные материалы, наноструктуры углерода, коэффициент трения, износостойкость, теплопроводность.

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF NANOCOMPOSITES IN FRICTION UNITS OF AGRICULTURAL MACHINERY

Gruzd I.E.

Pasovets V.N., PhD in Technical Science, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. This paper substantiates replacing traditional metals in the friction units of agricultural machinery with modern composites containing carbon nanostructures. These materials better protect parts from overheating and wear when operating in dirt and dust. The use of nanotechnology significantly increases the service life of equipment and reduces friction power losses.

Keywords: friction units, composite materials, carbon nanostructures, friction coefficient, wear resistance, thermal conductivity.

Повышение эксплуатационного ресурса узлов трения сельскохозяйственной техники является критически важной задачей в контексте роста энергонасыщенности машин, увеличения удельных нагрузок и ужесточения требований по надежности при работе в абразивно-засоренных средах. Эксплуатационные условия включают переменные ударно-динамические нагрузки, колебания температуры, присутствие влаги, грязи и минеральных частиц, что существенно ускоряет изнашивание сопряжений. При этом простой техники в сезон полевых работ сопряжены с высокими экономическими потерями, что актуализирует поиск материалов, обеспечивающих длительную безотказную работу при минимальном обслуживании [1].

Ключевая научно-техническая проблема при этом заключается в необходимости одновременного обеспечения высокой износостойкости при смешанном и граничном режимах смазки при низком коэффициенте трения для снижения потерь мощности и предотвращения заедания и повышенной теплопроводности для эффективного отвода теплоты из зоны контакта и предотвращения локальных термоупрочнений и терморазрушений.

Традиционные антифрикционные материалы (таблица) остаются промышленным стандартом, однако ограничиваются компромиссом между прочностью матрицы и долей

мягких смазочных включений. С ростом контактных давлений и скоростей скольжения данный компромисс приводит либо к ускоренному износу, либо к риску заедания и перегрева.

Наиболее перспективным направлением является разработка металломатричных композиционных материалов, модифицированных углеродными наноструктурами – графеновыми нанопластинами, многостенными углеродными нанотрубками, наноалмазами, луковичными наноструктурами и фуллеренами. При этом наполнитель упрочняет металлическую матрицу материала за счет армирования, механизма упрочнения переносом нагрузки и блокирования движения дислокаций, а также формирует на поверхности трибослой.

Таблица – Триботехнические и физико-механические характеристики композиционных материалов для узлов трения сельскохозяйственной техники

Материал (страна-производитель)	Коэффициент трения	Интенсивность изнашивания, мкм/км	Предел прочности при сжатии, МПа	Пористость, %
CuG15 (РФ) [1]	0,22 – 0,26	1,46 – 1,5	175	–
RU 2031173 (РФ) [2]	–	0,21 – 0,29	340	–
RU 2024639 (РФ) [3]	0,1 – 0,12	0,19 – 0,21	–	–
UA 70080 (Украина) [4]	0,12 – 0,14	–	210 – 235	–
BY 21703 (Беларусь) [5]	0,1 – 0,13	0,06 – 0,07	156 – 165	2 – 4

Примером такого материала является композит, изготовленный в соответствии с патентом на изобретение BY 21703. Применение запатентованного состава материала позволяет достичь синергетического эффекта: наноструктуры одновременно повышают прочность материала и снижают коэффициент трения до минимальных значений 0,1–0,13. Это, в свою очередь, минимизирует тепловыделение в зоне контакта и предотвращает риск заклинивания или перегрева узла [5]. Переход к композиционным материалам с наноструктурными добавками позволяет не только снизить потери на трение более чем в два раза, но и повысить ресурс работы оборудования за счет снижения интенсивности изнашивания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федорченко, И.М. Композиционные спеченные антифрикционные материалы / И.М. Федорченко, Л.И. Пугина. – Киев: Наукова думка, 1980. – 404 с.
2. Спеченный антифрикционный материал на основе меди: пат. 2031173 Российской Федерации, МПК7 C23C 24/08, B22F 7/04 / В.Д. Зозуля, В.А. Манерцев; заявитель В.Д. Зозуля. – № 4902801/02; заявл. 14.06.1992; опубл. 20.03.1995 // Федеральн. служба по интеллектуал. собственности, патентам и товарн. знакам. – 1995. – № 3 – С. 33 – 43.
3. Антифрикционный дисперсно-упрочнённый композиционный материал: пат. 2024639 Российской Федерации, МПК7 C23C 24/08, B22F 7/04 / В.А. Ягуткин, С.Д. Куимов, А.В. Филонов; заявитель Костромской технологический институт. – № 4902801/02; заявл. 16.01.1991; опубл. 15.12.1994 // Федеральн. служба по интеллектуал. собственности, патентам и товарн. знакам. – 1994. – № 12. – С. 23 – 34.
4. Антифрикційний композиційний матеріал і спосіб його одержання: пат. 70080 Украина / МПК C08L61/00 C08K7/00 B29B7/00 / О.І. Михайлова, О.О. Гвініашвілі, Р.Л. Мокієнко; заявитель "Товариство з обмеженою відповідальністю фірма "Пластик". – № 20031212416; заявл. 25.12.2003; опубл. 15.09.2004 // [Электронный ресурс]: Пошук

винаходів та корисних моделей. – Режим доступа: <https://iprop-ua.com/inv/yyuao59k/>. – Дата доступа: 26.02.2026.

5. Порошковый износостойкий композиционный материал для узлов трения аварийно-спасательной техники: пат. 21703 Респ. Беларусь, МПК С 22С 9/00, С 22С 1/05 / В.Н. Пасовец, В.А. Ковтун; заявитель ГУО "Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь". – № а 20150428; заявл. 13.08.15; опубл. 28.02.18 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2018. – № 1. – С. 131–132.

УДК 614.841.343:620.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ЭПОКСИДНЫХ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОСТРУКТУРАМИ

¹Демидов Н.Д.

¹Данилова Т.В., PhD in Pedagogical Sciences

²Елфимов Н.В., PhD in Technical Science

¹ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России

²ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В работе исследовано влияние углеродных наноструктур (астраленов) на термическую стабильность эпоксидного вспучивающегося огнезащитного состава. Методом термогравиметрического анализа определены потери массы образцов с концентрациями астраленов 0, 0,2 и 0,5 об. % в диапазоне температур 50–800 °С. Установлено, что введение 0,5 об. % астраленов увеличивает выход коксового остатка при 800 °С на 18% относительно немодифицированного состава. Показано, что предварительное криогенное воздействие (жидкий азот, 10 мин) снижает термическую стабильность всех образцов, однако модифицированные составы сохраняют более высокие значения коксового остатка.

Ключевые слова: огнезащитные составы; эпоксидные смолы; термическая стабильность; углеродные наноструктуры; астралены; криогенное воздействие.

STUDY OF THERMAL STABILITY OF EPOXY FIRE-RETARDANT COMPOSITIONS MODIFIED WITH CARBON NANOSTRUCTURES

¹Demidov N.D.

¹Danilova T.V., PhD in Pedagogical Sciences

²Yelfimov N.V., PhD in Technical Science

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia named after Hero of the Russian Federation, General of the Army E.N. Zinichev

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Abstract. The effect of carbon nanostructures (astralenes) on the thermal stability of an epoxy intumescent fire-retardant composition was studied. Using thermogravimetric analysis, the mass loss of samples with astralene concentrations of 0, 0.2 and 0.5 vol.% in the temperature range of

50–800 °C was determined. It was found that the introduction of 0.5 vol.% astralenes increases the coke residue yield at 800 °C by 18% relative to the unmodified composition. It is shown that preliminary cryogenic exposure (liquid nitrogen, 10 min) reduces the thermal stability of all samples, however, the modified compositions retain higher values of coke residue.

Keywords: fire-retardant compositions; epoxy resins; thermal stability; carbon nanostructures; astralenes; cryogenic exposure.

Обеспечение огнезащиты стальных конструкций объектов нефтегазохимического комплекса, включая элементы криогенной инфраструктуры, является актуальной задачей [1].

Эпоксидные вспучивающиеся составы (ОВС) широко применяются для этих целей, однако их эксплуатационные характеристики могут снижаться при экстремальных температурных воздействиях. Перспективным направлением повышения стойкости полимерных покрытий является модификация углеродными наноструктурами, способными улучшить межфазные взаимодействия в композите [2].

Целью настоящей работы являлось исследование влияния концентрации астраленов на термическую стабильность эпоксидного ОВС в исходном состоянии и после криогенного воздействия.

В качестве объекта исследования использован серийный эпоксидный ОВС «ТЕРМОБАРЬЕР-2» (ООО НПК «ОгнеХимЗащита»). Модификация проводилась путем введения астраленов в отвердитель с последующим ультразвуковым диспергированием (15 мин, 40 °C). Приготовлены три состава с концентрацией астраленов: 0 (контрольный), 0,2 и 0,5 об.%.

Для моделирования аварийного воздействия часть образцов после полимеризации подвергалась криогенной обработке путем полного погружения в жидкий азот (температура –196 °C) на 10 минут с последующим естественным оттаиванием на воздухе.

Термическая стабильность оценивалась методом термогравиметрического анализа (ТГА) на синхронном термоанализаторе STA 449 F3 Jupiter (Netzsch). Нагрев образцов массой 10–15 мг осуществлялся в платиновых тиглях в воздушной среде со скоростью 10 °C/мин в диапазоне температур 50–800 °C. Фиксировалась остаточная масса образца при 800 °C.

Таблица 1 – Влияние концентрации астраленов и криогенного воздействия на выход коксового остатка эпоксидного ОВС (T=800 °C, среда – воздух)

Состояние образца	Концентрация астраленов, об.%	Коксовый остаток, %
Исходный	0	31
Исходный	0,2	44
Исходный	0,5	49
После криогена	0	21
После криогена	0,2	26
После криогена	0,5	29

Анализ полученных данных показывает, что введение астраленов в эпоксидную матрицу приводит к увеличению выхода коксового остатка. Для исходного состава с концентрацией 0,5 об.% астраленов значение остаточной массы при 800 °C составило 49%, что на 18% (абс.) выше, чем у немодифицированного исходного образца (31%). Это свидетельствует о повышении термической стабильности полимерной композиции и способности модифицированного материала к более эффективному коксообразованию при высокотемпературном нагреве.

Криогенное воздействие приводит к снижению термической стабильности для всех исследуемых образцов. Коксовый остаток немодифицированного состава после заморозки уменьшился до 21%. Модифицированные составы также демонстрируют снижение

показателей, однако их абсолютные значения остаются выше контрольных: для образца с 0,5 об. % астраленов после криогена остаточная масса составила 29%, что на 8% (абс.) выше, чем у обработанного немодифицированного аналога (21%).

Наблюдаемый эффект, вероятно, связан с упрочняющим действием наночастиц на границе раздела фаз полимер-наполнитель, а также с их способностью выступать в роли центров структурообразования при термическом разложении, что согласуется с данными других исследователей [3].

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что модификация эпоксидного огнезащитного состава астраленами в концентрации 0,5 об. % позволяет повысить его термическую стабильность, характеризуемую выходом коксового остатка при 800 °С, на 18% относительно немодифицированного состава. Криогенное воздействие приводит к снижению термической стабильности всех образцов, однако модифицированные составы сохраняют более высокие показатели коксового остатка, что свидетельствует о перспективности их применения для защиты стальных конструкций, подвергающихся комплексному воздействию криогенных температур и пожара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Распоряжение Правительства РФ от 28.12.2024 № 4146-р «Об утверждении развития Стратегии пространственного развития РФ на период до 2030 г. С прогнозом до 2036 г.».
2. Иванов А.В., Столяров С.О., Дементьев Ф.А., Ферулев А.П. Исследование эксплуатационных характеристик огнезащитных покрытий на основе эпоксидных смол, модифицированных астраленами // Пожаровзрывобезопасность. – 2020. – Т. 29, № 1. – С. 55-68.
3. Гуняев Г.М., Ильченко С.Н., Алексаншин В.М. и др. Углеродные наночастицы, структурные модификаторы и упрочнители полимеров и полимерных композиций // Авиационные материалы и технологии. – 2004. – № 2. – С. 36–54.

УДК 614.841.41

РАСЧЕТ ОГНЕСТОЙКОСТИ КОНСТРУКЦИЙ МНОГОСЛОЙНЫХ БЕСЧЕРДАЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ПРОФИЛИРОВАННЫХ ЛИСТОВ (С ШАГОМ ПРОГОНОВ 3 МЕТРА)

Ивлев Ю.П.

Университет гражданской защиты

Аннотация. Проведен расчет огнестойкости конструкций многослойных бесчердачных покрытий на основе профилированных листов (с шагом прогонов 3 м) для всех типоразмеров листа высотой 75 мм по ГОСТ 24045 [1] (при сжатых узких полках), полученные для свободно опертой схемы.

Ключевые слова: расчет огнестойкости, стандартное огневое воздействие, бесчердачные покрытия, профилированный лист.

CALCULATION OF FIRE RESISTANCE OF STRUCTURES OF MULTILAYER HARDLESS COATINGS ON THE BASIS OF PROFILED SHEETS (WITH A PITCH OF 3 METERS)

Iuleu Yu.P.

University of Civil Protection

Abstract. Fire resistance calculation of multilayer continuous coating structures based on profiled sheets (with a pitch of 3 m) was carried out for all standard sheet sizes with a height of 75 mm according to GOST 24045 [1] (with compressed narrow shelves), obtained for a freely operated scheme.

Keywords: fire resistance calculation, standard fire impact, continuous coating, profiled sheet.

В настоящее время легкие металлические конструкции широко применяются при строительстве крупных зданий и сооружений. Использование легких металлических конструкций обусловлено значительным снижением материалоемкости, трудоемкости а, соответственно, сокращением сроков и стоимости строительства таких объектов. В основе таких конструкций лежат стальные профилированные листы, являющиеся основой для устройства слоя утепления с комбинированием, как горючих термопластичных, так и негорючих материалов. С целью понимания поведения подобных конструкций в условиях пожара целесообразно проведение расчета их огнестойкости.

В соответствии с пунктом 4.2.1(1)Р ТКП EN 1993-1-2 [2], несущая функция стальной конструкции принимается сохраняющейся по истечении времени t для заданного режима пожара.

В соответствии с пунктом 2.4.2(5) ТКП EN 1993-1-2 [2], граничные условия на опорах и краях конструкции могут быть приняты неизменными на протяжении всего времени воздействия пожара. С учетом требования пункта 2.4.2(4) ТКП EN 1993-1-2 [2], влиянием осевых или плоскостных температурных расширений допускается пренебречь. Поэтому силовые воздействия приняты неизменными при пожаре.

В соответствии с пунктом 4.2.1(2) ТКП EN 1993-1-2 [2], расчетное сопротивление стальной конструкции при расчетном пожаре в момент времени t допускается определять, считая распределение температуры по площади поперечного сечения конструкции равномерным, с учетом корректировки расчетного сопротивления стали по ТКП EN 1993-1-3 [3] на коэффициент снижения предела текучести при повышенной температуре.

Ввиду малой толщины профнастила, для него без расчета принят 4 класс сечения, как наиболее худший случай – потеря местной устойчивости наступает до достижения предела текучести в одной или более зонах поперечного сечения согласно пункта 5.6 таблица 5.2 ТКП EN 1993-1-1 [3].

В соответствии с пунктом E.2(1) ТКП EN 1993-1-2 [2], сопротивление воздействиям конструкций с поперечными сечениями 4 класса должно проверяться с использованием уравнений, приведенных в пункте 4.2.3.4 ТКП EN 1993-1-2 [2] – для изгибаемых конструкций 3 класса, в которых площадь заменяется расчетной (эффективной) площадью, а сопротивление изгибающему моменту заменяется расчетным (эффективным) сопротивлением.

Для определения температуры профлиста стандартного огневого воздействия, решена теплотехническая задача прогрева расчетных сечений. Внутренняя поверхность металлического профилированного листа, принята как идеально изолированная поверхность, таким образом все подводимое тепло от пожара расходуется на нагрев профлиста.

В соответствии с пунктом 3.1(7) ТКП EN 1991-1-2 [4], угловой коэффициент облученности для стандартного пожара следует принимать равным единице. Для полностью охваченной пламенем конструкции эффективная температура излучения пожара может быть

принята равной температуре среды вблизи нее. В соответствии с пунктом 2.2(2) ТКП EN 1993-1-2 [2], степень черноты стальной поверхности следует принимать равной 0,7 для углеродистой стали.

Температура нагрева сечений при пожаре получена итерационным методом (с шагом $\Delta t = 5$ секунд). Результаты теплотехнического расчета и оценки огнестойкости для всех прогонов представлены на рисунке 2.1.

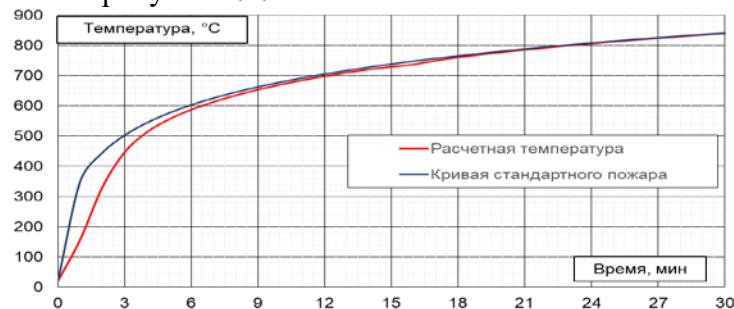


Рисунок 2.1 – Результаты расчета прогрева профилированного листа

Как следует из результатов теплотехнического расчета, температура стального сечения по окончании 30 минуты стандартного огневого воздействия составляет 841 °C, по окончании 15 минуты – 739 °C. В соответствии с таблицей Е.1 ТКП EN 1993-1-2 [2], это соответствует коэффициенту потери прочности стали, образующей поперечное сечение 4 класса, равному 0,0618 и соответственно 0,1066.

Соппротивление профилированного настила при пожаре определяется из выражения:

$$M_{fi,t,Rd} = k_{p0,2\theta} \cdot M_{Rd} = k_{p0,2\theta} \cdot W_{eff} \cdot f_{yb} \quad (1)$$

где M_{Rd} – сопротивление поперечного сечения брутто изгибающему моменту при нормальной температуре в случае упругой деформации, кН·м; W_{eff} – момент инерции эффективного сечения, м³.

Степень загрузки пролетного сечения с учетом расчетных нагрузок составит:

$$k_{p0,2\theta} = \frac{M_{sd}}{W_{eff} \cdot f_{yb}} = \frac{q_{sd} \cdot l^2}{8 \cdot W_{eff} \cdot f_{yb}} \quad (2)$$

Соответственно решая представленное выражение относительно допустимой нагрузки:

$$q_{sd} = \frac{8 \cdot W_{eff} \cdot f_{yb} \cdot k_{p0,2\theta}}{l^2} = \frac{8 \cdot 22,5 \cdot 10^{-6} \cdot 230 \cdot 10^6 \cdot 0,1066}{3,0^2} = 490 \text{ Н/м} \quad (3)$$

Это соответствует нагрузке 50 кг/м для профлиста Н 75-750-0,7, либо с учетом его фактической ширины – 67 кг/м², а без учета собственного веса соответственно 56 кг/м². В таблице 2.1 представлены результаты расчета для всех типоразмеров листа высотой 75 мм по ГОСТ 24045 [1] (при сжатых узких полках), полученные для свободно опертой схемы.

Таблица 2.1 – Результаты расчета огнестойкости бесчердачных покрытий на основе профилированных листов (с шагом прогонов 3 м) при сжатых узких полках

Марка профлиста	W_{eff} , см ³	R15			R30		
		q_{sd} , Н/м	$Q_{sd,0}$, кг/м ²	Q_{sd} , кг/м ²	q_{sd} , Н/м	$Q_{sd,0}$, кг/м ²	Q_{sd} , кг/м ²
Н 75-750-0,7	22,5	490	50,0	56,85	284	29,0	28,84
Н 75-750-0,8	25,8	562	57,3	65,22	326	33,2	33,11
Н 75-750-0,9	30,2	658	67,1	76,96	382	38,9	39,36

Следует отметить, что предельное состояние по целостности профилированного настила может быть достигнуто исключительно путем укладки негорючего утеплителя с тщательным контролем швов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 24045-2016. Межгосударственный стандарт. Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для строительства. Технические условия. – Введ. 06.09.2017 г. – Москва: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2014. – 32 с.
2. ТКП EN 1993-1-2-2009 (02250). Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-2. Общие правила определения огнестойкости. – Введ. 10.12.2009 г. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2010. – 77 с.
3. ТКП EN 1993-1-3 Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-3. Общие правила. Дополнительные правила для холодноформованных элементов и профилированных листов. – Введ. 10.12.2009 г. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2010. – 119 с.
4. ТКП EN 1991-1-2-2009 (02250). Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-2. Общие воздействия. Воздействия для определения огнестойкости. – Введ. 10.12.2009 г. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2010. – 48 с.

УДК 624.042.4:551.578.4

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗРУШЕНИЯ ЗДАНИЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СНЕГОВЫХ НАГРУЗОК

Избавитель М.Д.

Мартыненко Т.М., кандидат физико-математических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. В работе рассматривается проблема разрушения зданий под воздействием снеговых нагрузок. На основе анализа статистических данных России (2001–2026 гг.) и зарубежных стран установлены масштабы и динамика аварийности, связанной с обрушением кровель. Выявлены наиболее уязвимые типы зданий и конструктивные особенности, повышающие риск разрушения. Проанализированы физические факторы, определяющие опасность снеговых нагрузок (плотность, влажность снега, зоны локального накопления). Обосновывается необходимость совершенствования систем мониторинга и превентивных мер для снижения риска аварий и обеспечения безопасности населения.

Ключевые слова: снеговая нагрузка, обрушение кровли, статистика аварий, безопасность зданий, плотность снега, снеговые мешки, мониторинг.

STATISTICAL ANALYSIS OF BUILDING DESTRUCTION UNDER SNOW LOADS

Izbavitsel M.D.

Martinenko T.M., PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The paper discusses the problem of building destruction under the influence of snow loads. Based on the analysis of statistical data from Russia (2001-2026) and foreign countries, the scale and dynamics of accidents associated with the collapse of roofs were established. The most vulnerable types of buildings and design features that increase the risk of destruction have been identified. Physical factors determining the danger of snow loads (density, snow humidity, local

accumulation zones) were analyzed. The need to improve monitoring systems and preventive measures to reduce the risk of accidents and ensure the safety of the population is justified.
Keywords: snow load, roof collapse, accident statistics, building safety, snow density, snow bags, monitoring.

Проблема разрушения зданий под воздействием снеговых нагрузок носит глобальный характер и ежегодно приводит к значительным экономическим потерям и человеческим жертвам. В странах с холодным и умеренным климатом снеговые нагрузки являются одним из основных природных факторов риска для строительных конструкций [6]. Ошибки в проектировании, недостаточный учет климатических изменений и несвоевременная очистка кровель создают реальную угрозу обрушения зданий различного назначения. Цель настоящей работы – на основе статистических данных проанализировать масштабы проблемы разрушения зданий от снега, выявить закономерности и факторы риска, а также предложить пути повышения безопасности.

По данным МЧС России, только за первые два месяца 2026 года в стране зарегистрировано более 120 случаев обрушения кровель зданий из-за снеговой нагрузки, причем 60 из них произошли за последнюю неделю февраля [1,3,5]. Инциденты зафиксированы на производственных объектах, в жилом фонде, а также на объектах социальной и культурной инфраструктуры – в школах, спортивных сооружениях и многоквартирных домах. Наибольшее количество обрушений отмечено в Центральном и Приволжском федеральных округах [1, 5]. По данным на 13 февраля 2026 года, в результате схода снега с крыш пострадали 13 человек, двое погибли [7]. Более детальный статистический анализ представлен в исследовании В. Лобкиной, охватывающем период 2001–2021 годы [6]. За указанный период в России было зарегистрировано 266 случаев обрушения кровель, вызванных снеговыми нагрузками. Анализ распределения по типам зданий показал, что 78% от общего числа обрушений это гражданские здания, промышленные здания 15%, сельскохозяйственные здания 7% [6]. Наиболее уязвимыми оказались малоэтажные жилые дома (1–2 этажа) с двускатными крышами, покрытыми асбестоцементными листами (шифером) [6]. Исследование также выявило линейную зависимость между площадью обрушения (более 150 м²) и накоплением числа случаев, что указывает на повышенный риск для большепролетных конструкций [6].

Проблема обрушения кровель от снега характерна и для других стран с холодным климатом. В Анкоридже (Аляска, США) за два зимних сезона (2022–2024 гг.) обрушилось более двух десятков крыш коммерческих зданий с большепролетными конструкциями [2]. Опрос населения, проведенный Университетом Аляски, показал, что более 70% жителей обеспокоены риском обрушения кровли от снега, причем 54% самостоятельно поднимались на крышу для очистки, а 27% нанимали для этого специалистов [2]. В ноябре 2014 года в Орегоне (США) произошло обрушение кровли производственного здания площадью около 400 000 кв. футов (примерно 37 000 м²), построенного в 1940–1960-х годах [10]. Обрушилось около 80 000 кв. футов (20% площади), еще 120 000 кв. футов получили повреждения. Расследование показало, что фактическая несущая способность конструкций составляла около 24–34 кг/м², что значительно ниже требуемых по современным нормам около 244 кг/м² [10]. В феврале 2025 года серия зимних штормов в США привела к многочисленным обрушениям кровель, особенно в школах (Орегон, Мичиган) и коммерческих зданиях [4].

Статистика обрушений показывает, что критическими факторами являются не только абсолютная высота снежного покрова, но и его физико-механические характеристики, прежде всего плотность и влажность. Плотность свежеснежавшего снега составляет 50 – 100 кг/м³. Однако в процессе уплотнения, ветрового переноса и, главное, насыщения влагой во время оттепелей она может возрасти до 500–600 кг/м³ [3, 7]. Таким образом, один и тот же слой снега в зависимости от влажности может создавать нагрузку, различающуюся в 5–10 раз. Опасность представляют зоны локального снегонакопления – так называемые «снеговые мешки», образующиеся у парапетов, в ендовах, в местах перепада высот покрытия. Согласно

зарубежным исследованиям и нормативам, локальная снеговая нагрузка в таких зонах может превышать нормативную в 3–5 раз [2, 4]. Именно эти участки становятся источником разрушения, часто приводящего к прогрессирующему обрушению всей конструкции. Температурные колебания также играют критическую роль. Многие обрушения происходят не при максимальной высоте снежного покрова, а в периоды оттепелей, когда снег насыщается влагой и резко увеличивается в весе [1, 3]. Последующее похолодание приводит к образованию ледяных корок, дополнительно увеличивающих нагрузку [5].

Статистические данные свидетельствуют о том, что снеговые нагрузки остаются одним из серьезных факторов риска разрушения зданий в странах с холодным климатом. Ежегодно фиксируются десятки и сотни случаев обрушения кровель, приводящих к человеческим жертвам и значительным экономическим потерям. Наиболее уязвимыми являются большепролетные конструкции, здания с плоскими кровлями, объекты старой постройки и малоэтажные жилые дома. Критическую роль играют не только абсолютные значения снегозапасов, но и динамика изменения плотности и влажности снега, а также локальные зоны снегонакопления. Переход от реактивной модели (ликвидация последствий) к превентивной (прогнозирование и предотвращение обрушений) требует комплекса мер, совершенствования нормативной базы, внедрения систем мониторинга, своевременной очистки кровель и обследования потенциально опасных объектов. Реализация этих мер позволит снизить количество чрезвычайных ситуаций, сохранить жизни и здоровье граждан и минимизировать экономический ущерб.

ЛИТЕРАТУРА

1. В России с начала года из-за снега обрушились больше 120 крыш – МЧС // РИА Новости. – 2026. – 20 февраля. – URL: <https://crimea.ria.ru/> (дата обращения: 02.03.2026).
2. Survey finds broad concern in Anchorage about more roofs collapsing under heavy snow // Anchorage Daily News. – 2025. – 3 December.
3. В России с начала года рухнули более 120 крыш: половина случаев – за последнюю неделю // Gismeteo. – 2026. – 19 февраля.
4. Winter Storms Cause Roof Collapses and Millions in Damage // Roofing Contractor Magazine. – 2025. – 18 February.
5. В МЧС рассказали, сколько крыш в России обрушилось под тяжестью снега // РБК. – 2026. – 19 февраля.
6. Lobkina V. Analysis of Roof Collapse Cases Caused by Snow Loads in Russia (2001–2021) // Sustainability. – 2021. – Vol. 13, No. 24. – P. 13580.
7. В МЧС заявили, что с начала года из-за снега 44 раза обрушились крыши зданий // Газета.ру. – 2026. – 13 февраля.
8. МЧС: За неделю зафиксировано 60 случаев обрушения снега и льда с крыш // Московский комсомолец (Пермь). – 2026. – 21 февраля.
9. Snow Load Collapse of a Manufacturing Building in Oregon // STRUCTURE magazine. – 2015. – November.

УДК 624.042.4:551.578.4(476)

ВЛИЯНИЕ СНЕГОВОЙ НАГРУЗКИ НА РИСК РАЗРУШЕНИЯ КРОВЛИ

Избавитель М.Д.

Мартыненко Т.М., кандидат физико-математических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. В работе рассматривается проблема снеговых нагрузок на покрытия зданий в условиях изменяющегося зимнего климата Республики Беларусь. На основе анализа климатических данных, нормативной базы и статистики чрезвычайных ситуаций установлено, что существующие методы расчета не всегда учитывают реальные физико-механические характеристики снега, особенно его плотность и влажность, которые могут существенно превышать нормативные значения. Внимание уделяется зонам локального снегонакопления (снеговым мешкам), где нагрузка может в несколько раз превышать расчетную. Обосновывается необходимость перехода к превентивным системам мониторинга и совершенствования методик расчета для снижения риска обрушений и повышения безопасности.

Ключевые слова: снеговая нагрузка, покрытие здания, безопасность, чрезвычайная ситуация, климатические изменения, плотность снега, нормативная база, мониторинг.

EFFECT OF SNOW LOAD ON RISK OF ROOF FAILURE

Izbavitsel M.D.

Martinenko T.M., PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The paper discusses the problem of snow loads on building coatings in the changing winter climate of the Republic of Belarus. Based on the analysis of climatic data, regulatory framework and emergency statistics, it was established that the existing calculation methods do not always take into account the real physical and mechanical characteristics of snow, especially its density and humidity, which can significantly exceed the regulatory values. Attention is paid to local snow accumulation zones (snow bags), where the load can be several times higher than the calculated one. The need to move to preventive systems for monitoring and improving calculation methods to reduce the risk of collapses and improve safety is justified.

Keywords: snow load, building coverage, safety, emergency, climate change, snow density, regulatory framework, monitoring.

Территория Республики Беларусь в зимний период, характеризующейся нестабильными погодными условиями, проблема корректной оценки снеговых нагрузок на покрытия зданий имеет первостепенное значение. Ошибки в проектировании и эксплуатации конструкций, связанные с недоучетом фактических нагрузок, напрямую приводят к обрушениям, человеческим жертвам и значительным экономическим потерям [1]. Профессиональная деятельность специалистов по промышленной безопасности, экспертов и служб экстренного реагирования невозможна без понимания процессов накопления снежных масс и умения прогнозировать создаваемые ими нагрузки. Целью настоящей работы является анализ современного состояния проблемы снеговых нагрузок в Беларуси, выявить недостатки действующей нормативной базы и предложить пути повышения надежности зданий и сооружений в зимний период. В последние десятилетия на территории Беларуси отмечается рост частоты экстремальных погодных явлений. По данным Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, зимний период стал характеризоваться интенсивными снегопадами, частыми оттепелями и ледяными дождями [2]. Такие изменения приводят к формированию снежного покрова с переменными физико-механическими характеристиками.

Традиционные методы расчета, заложенные в действующих нормативных документах, опираются на статистические данные прошлых лет и усредненные значения веса снегового покрова для четырех снеговых районов страны [3]. Однако они не в полной мере

учитывают современные климатические тенденции и связанные с ними аномалии. Основным нормативным документом, регламентирующим определение снеговых нагрузок в Беларуси, является СН 2.01.04-2019 «Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Снеговые нагрузки» [3]. В нем установлены характеристические значения веса снегового покрова для различных регионов, а также коэффициенты, учитывающие форму покрытия, снос снега ветром и термическое влияние. Однако критическим фактором, недостаточно отраженным в нормативах, является влажность снега. Плотность свежеснежавшего снега составляет $50 - 100 \text{ кг/м}^3$, но в процессе уплотнения, ветрового переноса и, главное, насыщения влагой во время оттепелей она может возрастать до $500 - 600 \text{ кг/м}^3$ [3]. Такое увеличение объемного веса приводит к тому, что фактическая нагрузка на покрытие может существенно превышать расчетные значения, заложенные проектом. Кроме того, нормативная методика не всегда позволяет учесть динамику изменения плотности в течение зимы и образование ледяных корок, которые также влияют на общую нагрузку. Это требует разработки уточненных подходов, базирующихся на данных натурных наблюдений и численного моделирования. Ежегодно в зимний период подразделения МЧС Беларуси фиксируют случаи обрушения кровель сельскохозяйственных ангаров, складских помещений, торговых объектов и других зданий. В зимние сезоны 2010 – 2020 годов произошел ряд резонансных обрушений покрытий большепролетных сооружений, причиной которых стало накопление критической массы снега [4]. Характерно, что многие обрушения происходили не при максимальной высоте снежного покрова, а в периоды оттепелей, когда снег становился тяжелым и насыщенным водой. Опасность представляют зоны локального снегонакопления – так называемые «снеговые мешки», образующиеся у парапетов, в ендовах, в местах перепада высот покрытия. Согласно методикам, изложенным в ТКП EN 1991-1-3 [5], локальная снеговая нагрузка в таких зонах может превышать нормативную в 3–5 раз. Именно эти участки становятся источником разрушения, часто приводящего к прогрессирующему обрушению всей конструкции. Для аварийно-спасательных служб подобные инциденты означают необходимость проведения работ в сложных условиях завалов, а также риск травмирования личного состава и гражданских лиц. Кроме того, разбор завалов и ликвидация последствий требуют значительных материальных и людских ресурсов. Существующая практика реагирования на обрушения является реактивной – силы и средства направляются на ликвидацию уже произошедшей чрезвычайной ситуации. Гораздо более эффективным представляется переход к превентивной модели, основанной на прогнозировании рисков и своевременном предупреждении обрушений. Такой подход соответствует стратегическим задачам национальной безопасности в области защиты населения и территорий [6]. Основным элементом превентивной стратегии может стать разработка систем мониторинга снеговых нагрузок, интегрирующих данные метеорологических наблюдений (в том числе информацию Белгидромета о фактической высоте снежного покрова, интенсивности осадков, температуре воздуха) с расчетными моделями конкретных зданий. Такие системы позволят в реальном времени оценивать текущую нагрузку на покрытие и сравнивать ее с предельными значениями, выдавая предупреждения при приближении к критическому уровню. Это даст возможность эксплуатационным службам своевременно организовывать очистку кровли, а подразделениям экстренного реагирования – приводить силы и средства в повышенную готовность.

Проблема снеговых нагрузок на покрытия зданий в Республике Беларусь приобретает особую остроту в связи с наблюдаемыми климатическими изменениями. Существующие нормативные подходы не всегда учитывают реальные физико-механические характеристики снега, особенно его плотность и влажность, что приводит к занижению расчетных нагрузок и повышает риск аварий. Статистика чрезвычайных ситуаций подтверждает, что обрушения часто происходят в зонах локального снегонакопления и в периоды оттепелей. Для перехода от ликвидации последствий к заблаговременному предотвращению обрушений необходимо развитие расчетно-аналитической базы, развертывание систем мониторинга снеговых

нагрузок и формирование кадрового потенциала в этой области. Реализация этих мер позволит повысить надежность зданий и сооружений, снизить количество чрезвычайных ситуаций и сохранить жизни граждан, что соответствует стратегическим интересам национальной безопасности Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов В.П., Сидоренко А.Н. Актуальные проблемы безопасности строительных конструкций при снеговых нагрузках // Вестник Белорусского национального технического университета. – 2019. – № 3. – С. 45–51.
2. Состояние климатической системы Республики Беларусь: ежегодный бюллетень / Белгидромет. – Минск, 2022. – 98 с.
3. СН 2.01.04-2019. Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Снеговые нагрузки. – Минск: Минстройархитектуры, 2019. – 45 с.
4. Анализ чрезвычайных ситуаций техногенного характера на территории Республики Беларусь за 2010–2020 гг. / МЧС Беларуси. – Минск, 2021. – 120 с.
5. ТКП EN 1991-1-3-2009. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки. – Минск: Минстройархитектуры, 2009. – 60 с.
6. Концепция национальной безопасности Республики Беларусь: утв. Указом Президента Респ. Беларусь от 9 нояб. 2010 г. № 575. – Минск, 2010.

УДК 624.07.042.42(043)

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ СНЕГОВОГО МЕШКА НА КРОВЛИ ЗДАНИЯ, МЕТОДЫ РАСЧЕТА И ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ

Избавитель М.Д.

Мартыненко Т.М., кандидат физико-математических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. В работе рассматривается проблема локальных снегоотложений на покрытиях зданий – так называемых «снеговых мешков». Анализируются физические механизмы их образования в зонах перепада высот, у парапетов и в ендовах. Приводится обзор нормативных подходов к расчету повышенных снеговых нагрузок по действующим в Республике Беларусь техническим нормам, а также анализ аварийных ситуаций, вызванных недоучетом данного фактора. Обосновывается необходимость совершенствования методов расчета и мониторинга снеговых мешков для обеспечения промышленной безопасности. Ключевые слова: снеговые мешки, снеговая нагрузка, покрытия зданий, кровли, большепролетные сооружения, обрушение кровель, перепад высот, парапеты, ендовы, ветровой перенос снега, плотность снега, оттепели.

BUILDING ROOF SNOW BAG FORMATION MECHANISM, CALCULATION METHODS AND IMPACT ON SAFETY OF STRUCTURES

Izbavitsel M.D.

Martinenko T.M., PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The work considers the problem of local snow deposition on the coatings of buildings - the so-called "snow bags." The physical mechanisms of their formation in zones of elevation difference, in parapets and in endows are analyzed. An overview of regulatory approaches to the calculation of increased snow loads according to the technical standards in force in the Republic of Belarus is given, as well as an analysis of emergency situations caused by the underestimation of this factor. The need to improve the methods of calculation and monitoring of snow bags to ensure industrial safety is justified.

Keywords: snow bags, snow load, building coverings, roofs, large-span structures, roof collapse, elevation difference, parapets, endows, wind transfer of snow, snow density, thaws.

Одной из наиболее сложных и недостаточно учитываемых проблем при проектировании и эксплуатации зданий в зимний период является образование зон локального снегоотложения – снеговых мешков. Как показывает практика, именно эти зоны становятся причиной большинства обрушений кровель большепролетных сооружений, поскольку фактическая нагрузка может в несколько раз превышать расчетные значения [1, 2]. Снеговые мешки формируются на кровлях вследствие ветрового переноса и гравитационного сползания снега. Основными зонами их образования являются участки у парапетов, где снег задерживается вертикальным препятствием, зоны перепада высот смежных зданий (при сходе снега с вышерасположенной кровли), ендовы (разжелобки), а также пространства за надстройками, вентиляционными шахтами и другими выступающими элементами [1, 4]. Критичность данных образований обусловлена не только геометрическим накоплением массы, но и изменением физико-механических свойств снега, в зонах застоя он уплотняется под собственным весом, а в периоды оттепелей насыщается влагой, увеличивая свой объемный вес с $50 - 100 \text{ кг/м}^3$ для свежеснежавшего до $500 - 600 \text{ кг/м}^3$ для мокрого уплотненного снега, что многократно повышает нагрузку на несущие конструкции [3]. Для Республики Беларусь, характеризующейся неустойчивым зимним климатом с частыми оттепелями и интенсивными снегопадами [3], проблема снеговых мешков приобретает особую актуальность. Понимание механизмов их формирования, методов расчета и способов предотвращения критических нагрузок является необходимым условием профессиональной деятельности специалистов в области промышленной безопасности и проектирования.

Расчет данных нагрузок в Беларуси регламентируется ТКП EN 1991-1-3 и базируется на формуле, где расчетная снеговая нагрузка на покрытие определяется как произведение характеристического значения нагрузки снегового покрова на грунт и коэффициента формы, учитывающего локальные особенности снегоотложения [5]. Территория страны разделена на четыре снеговых района с нагрузкой на грунт от 0,8 до 1,4 кПа [5, 6]. Определение коэффициента формы является инженерной задачей, для участков у перепада высот он может достигать значений 3 – 4 [4], а для участков у парапетов действует обратно пропорциональная зависимость – чем выше нормативная снеговая нагрузка для данного региона, тем ниже значение коэффициента [1]. Недоучет этих факторов неоднократно приводил к трагедиям, от обрушения крыши гипермаркета в Санкт-Петербурге (2011) из-за накопления снега в месте дефекта балки [2] до разрыва кровли Ледового дворца в Оренбурге (2010) [7]. В Беларуси также ежегодно фиксируются обрушения сельскохозяйственных и торговых объектов вследствие образования снеговых мешков на перепадах высот и у парапетов [3].

Для предотвращения аварий необходим комплексный подход. На стадии проектирования следует применять современные программные комплексы (ЛИРА, SCAD, RFED), позволяющие моделировать неравномерные нагрузки методом конечных элементов и прогнозировать зоны снегоотложений с помощью вычислительной гидродинамики [8]. В ходе эксплуатации требуется разработка регламентов очистки критических зон, внедрение систем мониторинга давления и температуры, а также регулярные осмотры конструкций. Для аварийно-спасательных служб важна идентификация потенциально опасных большепролетных сооружений на обслуживаемой территории и планирование превентивных

мероприятий при неблагоприятных прогнозах, что позволяет перейти от ликвидации последствий к предупреждению чрезвычайных ситуаций.

Снеговые мешки представляют собой один из наиболее опасных факторов, влияющих на несущую способность покрытий зданий в зимний период. Локальные нагрузки в зонах перепада высот, у парапетов и в ендовах могут в 3–5 раз превышать нормативные равномерно распределенные нагрузки, что создает реальную угрозу обрушения. Действующая в Республике Беларусь нормативная база (ТКП EN 1991-1-3) содержит необходимые расчетные модели для определения нагрузок от снеговых мешков, однако требует от проектировщика глубокого понимания физики процессов и внимательного подхода к выбору коэффициентов формы. Важно учитывать обратную зависимость между величиной снеговой нагрузки на грунт и коэффициентом формы для зон локального снегоотложения. Применение современных программных комплексов, реализующих МКЭ и специальные функции для задания неравномерных нагрузок, позволяет существенно повысить достоверность расчетов и выявить потенциально опасные зоны еще на стадии проектирования. Для обеспечения промышленной безопасности необходим комплексный подход, включающий совершенствование нормативной базы, внедрение систем мониторинга, качественную эксплуатацию зданий и подготовку квалифицированных специалистов, способных профессионально оценивать риски, связанные со снеговыми мешками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трофимов Д.П. Сравнение величин снеговых мешков, вычисленных по СП 20.13330.2011 и СП 20.13330.2016, для участков покрытий возле парапетов // Молодой ученый. – 2022. – № 42 (437). – С. 10-13.
2. Материалы предварительного исследования (фоновый контекст пользователя).
3. Determination of Snow Bag in Case of Height Differences on Roofs According to EN 1991-1-3 // Dlubal Software .
4. ТКП EN 1991-1-3-2009 «Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки».
5. Расчет снеговой нагрузки на кровлю: формула и примеры // ООО «ИЗОМАТ-СТРОЙ».
6. Дутые крыши снега боятся // БезФормата. – 2010.
7. Расчет зданий на действие снеговых нагрузок // ГК «Инфарс».
8. Zhou X.Y., Zhang Y.Q., Gu M. Method for simulating sliding snow loads on roofs // Engineering Mechanics. – 2014. – Vol. 31, No. 6. – P. 190-196.

УДК 614.84

О ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЖИЛОМ СЕКТОРЕ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

Исмагилова Э.И., Казакова С.А.

Зарипова С.Н., доктор технических наук, доцент

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ

Аннотация. На основании анализа данных о пожарах и их последствиях в жилом секторе выявлено устойчивое превышение показателя пожароопасности в сельской местности Республики Татарстан относительно городской. В качестве инструмента кластеризации сельских территорий по уровням риска предложен интегральный индекс пожарной безопасности.

Ключевые слова: пожарная безопасность, жилой сектор, интегральный индекс пожарной безопасности, городские и сельские поселения.

ON FIRE SAFETY IN THE RESIDENTIAL SECTOR OF RURAL AREAS

Ismagilova E.I., Kazakova S.A.

Zaripova S.N., Grand PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI

Abstract. Based on the analysis of data on fires and their consequences in the residential sector, a consistent excess of the fire hazard indicator in the rural areas of the Republic of Tatarstan compared to urban areas was identified. An integral fire safety index was proposed as a tool for clustering rural areas by risk levels.

Keywords: fire safety, residential sector, integrated fire safety index, urban and rural settlements.

Численность населения Республики Татарстан (РТ), проживающего в сельской местности, в 2019 – 2024 гг. остается стабильной – составляет в среднем 23,2 % от общей численности населения. При этом доля пожаров в жилом секторе, приходящихся на 1000 жителей, в 2 раза превышает значение аналогичного показателя в городской местности: 67,1 % против 32,9 % (Рисунок 1).

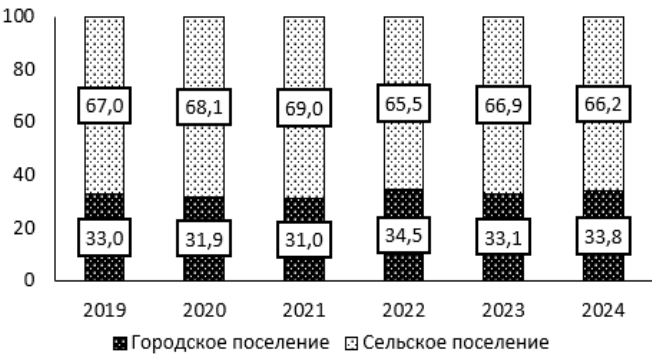


Рисунок 1 – Распределение пожаров в жилом секторе РТ по типам населенных пунктов, %

Усредненные данные о последствиях пожаров в жилом секторе в 2019 – 2024 гг., сведены в Таблицу 1.

Таблица 1 – Последствия пожаров в жилом секторе РТ

Последствия пожаров	Погибло на пожарах, %		Материальный ущерб, %	
	на 1000 жителей	на 100 пожаров	на 1000 жителей	на 100 пожаров
Городское поселение	24,02	44,40	35,48	56,1
Сельское поселение	75,98	55,60	64,52	43,9

Приведенная статистика свидетельствует о более высокой пожарной опасности и уязвимости жилого фонда сельской местности по сравнению с городской. Решение проблемы требует проведения всестороннего исследования с последующей разработкой эффективной политики повышения пожарной безопасности в сельской местности.

Для оценки пожарной опасности в сельской местности, согласно исследованиям [1 – 2], предлагается использовать комплексные показатели, интегрирующие риск гибели человека от пожара в единицу времени и риск материального ущерба от пожара для человека в единицу

времени. Данные показатели, обеспечивающие количественную характеристику пожарной опасности, не позволяют выявить причины возникновения проблем, в связи с чем для разработки эффективной политики требуется применение подхода, объединяющего различные показатели (включая те, которые характеризуют организационно-правовые, экономические, социальные и иные аспекты). Применительно к сельской местности РТ необходимо учитывать ряд специфических факторов: экономические барьеры и отсутствие стимулов к профилактике пожаров, необходимость мониторинга домов, оснащенных автономными пожарными извещателями (с оценкой их количества и технического состояния), а также отапливаемых зданий, длительное время остающихся пустующими из-за выездной работы жильцов в городах; важно оценивать долю одиноких пожилых людей, проживающих в домах деревянной застройки (в т.ч. с изношенной инфраструктурой), и принимать во внимание доступность эффективных каналов коммуникации, систем водоснабжения, наличие автомобильных дорог с твердым покрытием, влияющих на оперативность реагирования пожарно-спасательных подразделений.

Для комплексной оценки пожарной безопасности с учетом взаимосвязи анализируемых факторов целесообразно применять комбинированные показатели, например, индекс пожарной нагрузки на жилой сектор (I_1), индекс тяжести последствий в жилом секторе (I_2), индекс уязвимости жилого фонда (I_3), индекс социальных последствий (I_4), индекс эффективности системы противопожарной защиты (I_5), индекс сезонной активности пожаров (I_6), на основании которых определяются соответствующие коэффициенты и рассчитывается значение интегрального индекса (I) уровня пожарной безопасности жилого сектора сельской местности:

$$I = \sum_{k=1}^6 \alpha_k I_k,$$

где α_k — весовые коэффициенты индексов $I_1 - I_6$, $0 < \alpha_k < 1$, $\sum_{k=1}^6 \alpha_k = 1$. Чем ближе значение I к 0, тем благополучнее ситуация в жилом секторе сельской местности.

На основании интегрального индекса пожарной безопасности можно кластеризовать сельские территории по уровню риска возникновения пожаров в жилом секторе, визуализировать результаты в виде картограмм пожарных рисков и реализовать дифференцированный подход к планированию профилактических и оперативных мер. Это позволит оптимизировать распределение материально-технических и кадровых ресурсов, установить дифференцированные нормативы обеспечения пожарной безопасности с учетом специфики сельских поселений и предусмотреть приоритетное развитие пожарной инфраструктуры в зонах повышенного риска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Григорьева М.П. О пожарной безопасности в сельской местности России // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2021. Т. 30. № 6. С. 87–96. DOI: 10.22227/0869-7493.2021.30.06.87-96
2. Попков С.Ю. Оценка пожарной опасности муниципальных образований на основе комплексного показателя: дис. ... канд. техн. наук. М., 2012. 250 с.

УДК 614+311

АНАЛИЗ ОБСТАНОВКИ С ПОЖАРАМИ В СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ ИНДИКАТОРА КАУФМАНА

Кайбичев И.А.

Уральский институт ГПС МЧС России

Аннотация. Показана возможность использования индикатора Кауфмана для анализа обстановки с пожарами в Смоленской области в период 2014-2024 годов.

Ключевые слова: количество пожаров, прогнозирование, Смоленская область, индикатор Кауфмана.

ANALYSIS OF THE FIRE SITUATION IN THE SMOLENSK REGION USING THE KAUFMANN INDICATOR

Kaibichev I.A.

Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia

Abstract. The possibility of using the Kaufman indicator to analyze the fire situation in the Smolensk region in the period 2014-2024 is demonstrated.

Key words: number of fires, forecasting, Smolensk region, Kaufman indicator.

Для анализа обстановки с ценами финансовых активов на фондовом рынке применяют индикатор Кауфмана [1]. Индикатор Кауфмана является вариантом экспоненциальной скользящей средней

$$AMA_t = c_t X_t + (1 - c_t) * AMA_{t-1} \quad (1)$$

где X_t - количество пожаров в год с номером t , AMA_t – значение индикатора Кауфмана в этот год. Основное отличие от классической экспоненциально скользящей средней состоит в том, что коэффициент c_t не является константой.

Для оценки обстановки рассчитаем движение количества пожаров

$$dir_t = |X_i - X_{i-n-1}| \quad (2)$$

где n – период наблюдения.

Далее определяем шумовые колебания

$$noise_t = \sum_{i=0}^{n-1} |X_{t-i} - X_{t-i-1}| \quad (3)$$

Обстановку характеризуют с помощью коэффициента

$$ER_t = dir_t / noise_t \quad (4)$$

При $ER_t = 0$ нет тренда, в случае $ER_t = 1$ получаем ситуацию, когда график количества пожаров параллелен оси времени.

Коэффициент c_t в зависимости от обстановки должен принимать во внимание различное количество данных. При наличии тренда принимают во внимание быструю скользящую среднюю (Fast), при отсутствии тренда – медленную (Slow). Коэффициенты таких скользящих средних равны

$$Fast = 2/(F + 1), Slow = 2/(S + 1) \quad (5)$$

Совместный учет компонент производят по формуле

$$Smooth_t = ER_t * (Fast - Slow) + Slow \quad (6)$$

При $ER_t = 0$ в процессе сглаживания будем принимать во внимание F периодов, а при $ER_t = 1$ – уже S периодов.

Для получения результата с большей достоверностью коэффициент c_t вычисляют по формуле

$$c_t = Smooth_t^2 \quad (7)$$

Выполним анализ данных по количеству пожаров в Смоленской области (Рис. 1) с помощью индикатора Кауфмана.

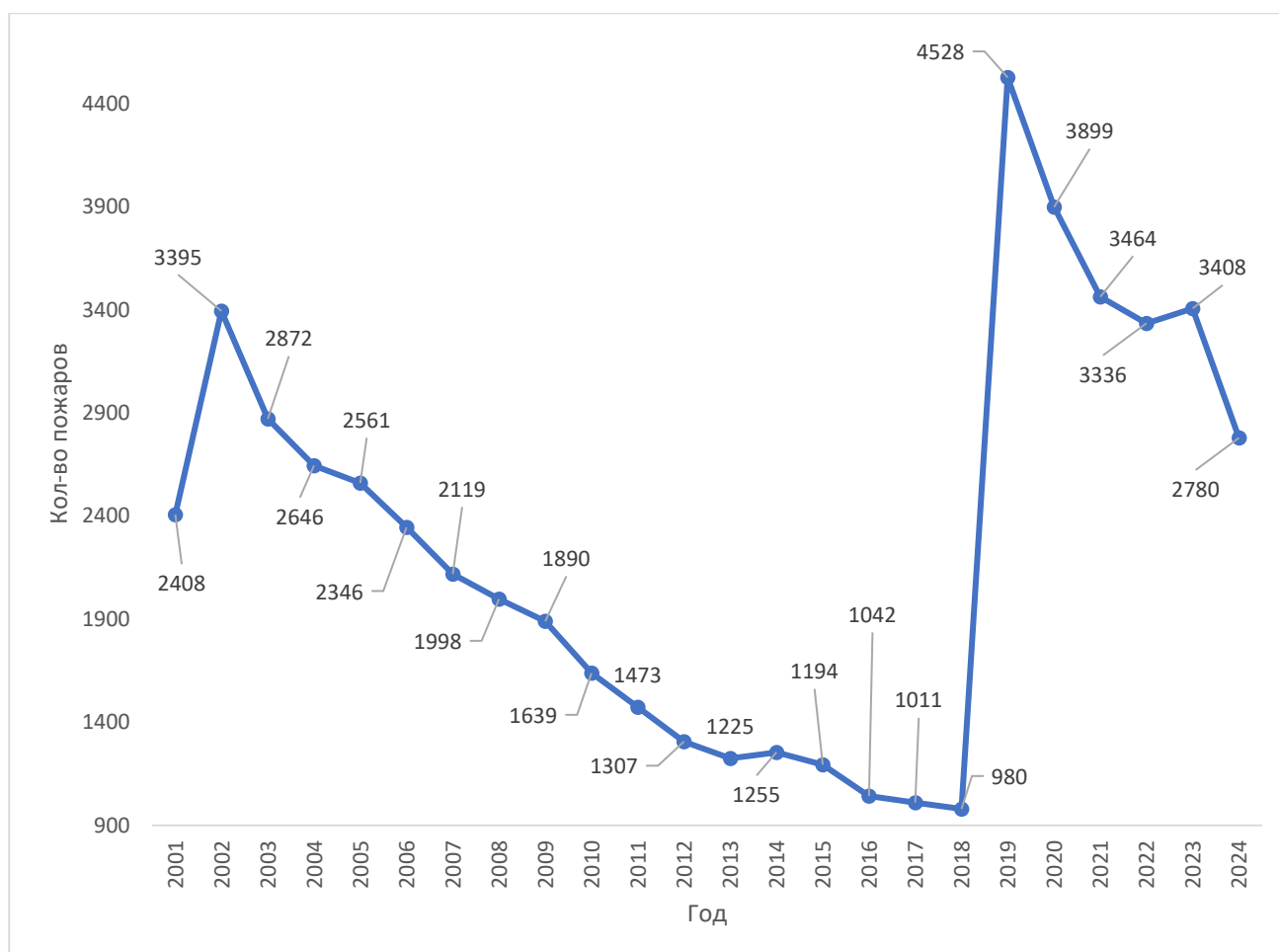


Рис. 1. Количество пожаров в Смоленской области

Используем стандартные значения параметров $n = 10$, $F = 2$, $S = 30$. Для оценки обстановки с количеством пожаров применим критерии: при $X_t < AMA_t$ на следующий год можно ожидать спад, если $X_t > AMA_t$ – рост. Сравнение прогноза с фактической обстановкой показывает совпадение для 2015, 2016, 2017, 2018, 2023 годов (Рис. 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
2	X_t	1307	1225	1255	1194	1042	1011	980	4528	3899	3464	3336	3408	2780
3	AMA	1307	1271	1264	1235	1155	1096	1049	1589	1796	1918	2026	2157	2190
4	На следующий год		Спад	Рост	Спад	Спад	Спад	Спад	Рост	Спад	Спад	Спад	Рост	Спад
5	Прогноз			Спад	Спад	Спад	Спад	Спад	Спад	Рост	Рост	Рост	Рост	Рост

Рис. 2. Прогноз на основе значений индикатора Кауфмана

В итоге выполненного исследования показана возможность использования индикатора Кауфмана для прогноза роста или спада в следующем году количества пожаров в Смоленской области

ЛИТЕРАТУРА

1. Perry J. Kaufman Smarter Trading: Improving Performance in Changing Markets. — McGraw-Hill, Inc., 1995, 257 p. — ISBN 0-07-034002-1

ВЗРЫВЫ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА И ПРОБЕЖКА ПЛАМЕНИ

Канатов А.Т.

Кузнецова Н.Н.

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

Аннотация. Анализ произошедших взрывов и разрушительных пожаров вследствие термического разложения органических веществ, горения в условиях относительной нехватки кислорода.

Ключевые слова: пожар, взрыв, концентрация горючих продуктов, эффект сауны, пробежка пламени, источник зажигания.

EXPLOSIONS OF GASEOUS PYROLYSIS PRODUCTS AND A FLAME RUN

Kanatov A.T.

Kuznetsova N.N.

VUNTS of the Air Force "Military Air Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Voronezh, Russia

Abstract. Analysis of explosions and destructive fires due to thermal decomposition of organic substances, gorenje in conditions of relative lack of oxygen.

Key words: fire, explosion, concentration of combustible products, sauna effect, flame run, ignition source.

Газообразные горючие продукты термического разложения органических веществ, способны, как известно, не только гореть, но и взрываться. В Англии в 70-х годах произошёл взрыв, разрушивший многоэтажное здание армейского склада. Причиной взрыва, по мнению экспертов, стало тление латексных матрацев, которые в большом количестве хранились на складе. Выделяющиеся в процессе тления газообразные продукты пиролиза, судя по характеру разрушений здания, заполнили объём одного или нескольких помещений склада, превысив нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПР). Источником зажигания при этом могла стать искра в любом электропотребителе [1].

Примером из российской практики может служить взрыв в сауне, когда осколки толстого стекла, выбитые взрывом, буквально изрешетили прибывшую тушить пожар пожарную автоцистерну.

Понятно, что результат «взрыва дыма» зависит от ряда факторов – размера пространства, полностью или частично оно заполненного продуктами неполного сгорания, концентрации, потенциального давления этих продуктов сброса от взрыва, других возможных архитектурных особенностей подвергнувшегося экспертизе сооружения.

Установить причину такого инцидента экспертным способом несложно. Перечисленные выше признаки (закрытая комната с отсутствующей или ограниченной вентиляцией, сильный источник рассеивания тепла, схождения «взрыва» по времени с моментом открытия двери или другого проема, характерные последствия) позволяют

достаточно уверенно квалифицировать произошедшее. Многим пожарным хорошо известен так называемый “эффект сауны” – вспышка (взрыв) в помещении, происходящий в момент открывания туда двери. Причиной такого взрыва является обычно накопление в закрытом помещении газообразных продуктов пиролиза древесины. В помещении при этом присутствует источник зажигания, но вспышки не происходит, так как концентрация горючих летучих находится выше верхнего концентрационного предела распространения пламени. В момент открытия двери в помещение попадает воздух, концентрация горючих резко снижается до необходимой для взрыва концентрации со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Если концентрация газообразных продуктов пиролиза создавалась в локальной зоне, например, в припотолочном слое, взрыва может не быть; но может произойти тоже достаточно специфический и опасный процесс распространения горения по газовой фазе – пробежка пламени. Особенно это характерно для длинных коридоров, вентиляционных и лифтовых шахт и т.п. протяжённых помещений [2]. Пробежка пламени, если на её пути находятся легкогорючие материалы, обычно приводит к их воспламенению и образованию множества очагов горения.

В 1991 году произошёл известный по своим масштабам и тяжким последствиям пожар в гостинице “Ленинград”. Самым странным при расследовании этого пожара казалось необъяснимо быстрое развитие горения из одного из номеров по седьмому этажу гостиницы.

Анализ обстоятельств пожара и соответствующие расчёты показали, что имеющейся в номере пожарной нагрузке, даже при открытой двери в номере происходило так называемое “горение, ограниченное вентиляцией”, т.е. горение в условиях относительной нехватки кислорода. В этом случае при сгорании твёрдых горючих материалов выделяется дополнительное количество газообразных продуктов неполного сгорания. Они выходили в коридор, накапливаясь в припотолочном слое.

Рост давления при пробежке пламени меньше, чем при взрыве, но и его бывает достаточно для разрушения остекления окон, дверей. В данном случае вдребезги были разбиты двери из толстого закалённого стекла, ведущие из коридора в лифтовой холл, а хвост пламени, по словам очевидца, выбросило на два-три метра в лифтовой холл.

Пробежка пламени, если на её пути имеются легкосгораемые материалы, приводит обычно к их воспламенению и образованию множественных очагов горения.

ЛИТЕРАТУРА

1. ООО «Береста», 2012. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справ. изд. / А.Н. Баратов и др. М. Химия. 1990
2. И.Д. Технические основы расследования пожаров: Методическое пособие. – М.: ВНИИПО, 2002. – 330 с.

УДК 614.841

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНОГО ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННОЙ МОБИЛЬНОСТЬЮ

Лавренюк М.А., Садовский Г.А.

Говор Э.Г., Курский И.А.

Университет гражданской защиты

Аннотация. В статье рассматривается проблема обеспечения безопасной эвакуации маломобильных групп населения при пожарах. Показано, что действующая в Беларуси методика расчета времени эвакуации не учитывает индивидуальные особенности людей. Предложено использовать классификацию по группам мобильности (М1–М4) и адаптированный метод расчета для смешанных потоков, основанный на принципе взаимопомощи. Применение данного подхода позволит более объективно оценивать время эвакуации и повысить безопасность людей с ограниченными возможностями.

Ключевые слова: эвакуация, маломобильные группы населения (МГН), расчетное время эвакуации, группы мобильности, смешанный поток, пожарная безопасность.

FEATURES OF DETERMINING THE CALCULATED EVACUATION TIME FOR PEOPLE WITH LIMITED MOBILITY

Lavrenyuk M.A., Sadovsky G.A.

Govor E.G., Kurski I.A.

University of Civil Protection

Abstract. The article considers the problem of ensuring safe evacuation of people with limited mobility in case of fires. It is shown that the current methodology for calculating the evacuation time in Belarus does not take into account individual characteristics of people. It is proposed to use the classification by mobility groups (M1–M4) and an adapted calculation method for mixed flows based on the principle of mutual assistance. The application of this approach will allow for a more objective assessment of evacuation time and increase the safety of people with disabilities.

Keywords: evacuation, people with limited mobility (PLM), estimated evacuation time, mobility groups, mixed flow, fire safety.

Современные города имеют множество зданий с большим числом людей, включая маломобильные группы (дети, пожилые, инвалиды), где безопасность при пожарной эвакуации крайне важна.

В Беларуси безопасная эвакуация людей считается обеспеченной, если выполнены требования СН 2.02.05-2020 [1] или проектные решения подтверждены расчетами по методам, установленным в ТНПА, при этом необходимо соблюдать минимальные геометрические параметры путей эвакуации и выходов по 7.1.4–7.1.7, 7.3.9, 7.4.11 и минимальное количество выходов по 7.2.5, 7.2.6 данных строительных норм [1]. Также важным условием безопасной эвакуации является то, что расчетное время эвакуации людей t_p не должно превышать необходимое время эвакуации $t_{нб}$.

В Беларуси для расчёта времени эвакуации используется устаревшая методика, основанная на средней плотности и скорости движения потока, которая не учитывает индивидуальные особенности людей и влияние пожара [1]. Аналогичный метод применяется и в Российской Федерации, однако расчет времени эвакуации людей учитывает группу мобильности эвакуируемого населения, (группы М1-М4 согласно СНиП 35-01-2001 [2]). Рассмотрим данный метод.

Сущность данного метода определения расчетного времени эвакуации людей t_p заключается в следующем:

весь эвакуационный путь разделяется на n участков, первым из которых является участок от наиболее удаленного места нахождения человека, а расчетное время эвакуации определяется как сумма времени движения по участкам:

$$t_p = \sum_{i=1}^n L_i v_i + \Delta t_i \quad (1)$$

где l_i , v_i – длина i -го участка и скорость движения людей по нему соответственно; Δt_i – время задержки движения людей на i -м участке из-за возникновения скопления (если скопления нет, то = 0);

скорость движения людей v зависит от плотности людского потока D и вида пути (горизонтальный путь, лестница,), для чего в ГОСТ [3] дана таблица, где представлены зависимости скорости v от плотности D и от интенсивности q . Известны также аналитические зависимости $v(D)$ и $q(D)$:

$$v = \begin{cases} v_0 & \text{при } D \leq D_0 \\ v_0(1 - a_0 \ln D/D_0) & \text{при } D > D_0 \end{cases} \quad (2)$$

$$q = vD, \quad (3)$$

где v_0 , a_0 , D_0 – параметры, зависящие от вида пути и группы мобильности эвакуирующихся (М1 – ограничений по мобильности нет; М2 – пожилые и немощные люди, инвалиды на протезах, инвалиды по зрению, люди с психическими отклонениями; М3 – инвалиды с костылями или палками; М4 – инвалиды на креслах-колясках с ручным приводом).

Для 1-го участка находится плотность людского потока

$$D_1 = F / l \delta l, \quad (4)$$

где F , l , δl , – соответственно общая площадь горизонтальной проекции людей на первом участке, его длина и ширина.

$$F = Nf, \quad (5)$$

где N – количество людей на первом участке, $f \approx 0,1$ м² – средняя площадь горизонтальной проекции человека.

По величине D_1 с использованием табл. 1. (ГОСТ 12.1.004-91) или выражений (2) и (3) находится скорость v_1 , и интенсивность движения q_1 ; для дверного проема шириной $\delta_n < 1,6$ м и плотности потока $D_1 \geq 0,9$ м²/м² интенсивность движения следует определять по формуле:

$$q_n = 2,5 + 3,75\delta_n, \quad (6)$$

Далее определяем параметры различных групп мобильности людей по номограммам согласно СНиП 35-01-2001.

Для второго и последующих участков определяются интенсивности движения людского потока:

– нет слияния потоков

$$q_i = q_{i-1} \delta l_i / \delta l_i, \quad (7)$$

(для дверного проема $q_n = q_i \delta l_i / \delta n$);

– имеет место слияние нескольких людских потоков:

$$q_1 = S / \delta l, \quad (8)$$

где S – сумма произведений интенсивностей на ширину путей для сливающихся потоков;

Если выполняется условие:

$$q_1 < q_{\max} \text{ или } q_n < q_{\max}, \quad (9)$$

для горизонтальных путей $q_{\max} = 16,5$ м/мин; для дверных проемов $q_{\max} = 19,6$ м/мин; для лестницы вниз $q_{\max} = 16$ м/мин; для лестницы вверх $q_{\max} = 11$ м/мин), то скопления людей не образуется и $\Delta t_i = 0$, а если условие не выполняется, то образуется скопление людей и необходимо учитывать возникающую задержку. Плотность потока $D_{\max}$, при которой имеет место максимальная интенсивность $q_{\max}$, с учетом выражений (2) и (3) может быть найдена из равенства:

$$D_{\max} = D_0 \exp(a_0^1 - 1), \quad (10)$$

а полученные данные подставляются в выражение (1). Если

$$t_p + t_{нэ} < t_{нб}, \quad (11)$$

где $t_{нэ}$ – промежуток времени между началом пожара и началом эвакуации, то вероятность успешной эвакуации считается весьма высокой (99,9 %).

Описанный подход хоть и учитывает мобильность эвакуируемых, однако он позволяет производить расчет для одной конкретной группы мобильности людей. В реальных же условиях эвакуирующийся поток людей редко является однородным, как правило он состоит из людей, относящихся к различным группам мобильности. Так, например, инвалиды на креслах-колясках (М4) как правило находятся вместе с сопровождающими их людьми, либо с персоналом в учреждениях здравоохранения (М1). В статье Г.Л. Шидловского [4] описан адаптированный метод расчета времени эвакуации для смешанного потока, который основывается на принципе взаимопомощи – эвакуирующиеся различных МГН движутся организовано единым потоком, люди без ограничений по мобильности помогают менее мобильным, тем самым замедляя свое движение и ускоряя их. Рассмотрим данный подход.

При взаимопомощи людей в смешанных потоках с МГН будут иметь место следующие соотношения:

площадь F является суммой:

$$F = NM_1 f_{M1} + NM_2 f_{M2} + NM_3 f_{M3} + NM_4 f_{M4}, \quad (12)$$

где NM_i – число людей i -й МГН ($i=1, \dots, 4$); f_{Mi} – площадь горизонтальной проекции человека i -й МГН.

Скорость общего потока является взвешенной суммой скоростей:

$$v = WM_1 v_{M1} + w_{M2} v_{M2} + w_{M3} v_{M3} + w_{M4} v_{M4}, \quad (13)$$

где v_{Mi} , w_{Mi} – скорость и вес i -й МГН, которые находятся аналогично стандартному методу.

Максимальная и предельная интенсивности движения являются взвешенными суммами соответствующих интенсивностей движения МГН:

$$q_{\max} = w_{M1} q_{\max 1} + w_{M2} q_{\max 2} + w_{M3} q_{\max 3} + w_{M4} q_{\max 4}, \quad (14)$$

$$q_{np} = w_{M1} q_{np 1} + w_{M2} q_{np 2} + w_{M3} q_{np 3} + w_{M4} q_{np 4}, \quad (15)$$

Такой подход позволяет провести наиболее объективную оценку расчетного времени эвакуации из многих зданий и сооружений людей различных групп мобильности, используя стандартный метод с учетом [2]. Подход легко алгоритмизируется, благодаря чему существует возможность создания соответствующей компьютерной программы [4].

Поэтому в Республике Беларусь, по нашему мнению, эффективно было бы ввести классификацию маломобильных групп населения и использовать адаптированный метод расчета времени эвакуации людей, который мы рассмотрели в данной работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожарная безопасность зданий и сооружений: СН 2.02.05-2020. – Введ. 12.11.2020 - Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – 65с.
2. СНиП 35-01-2001. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Обязательное приложение В. М.: Госстрой России, 2001.
3. ГОСТ 12.1.004-91*. Пожарная безопасность. Общие требования. Обязательное приложение 2* «Метод определения уровня обеспечения пожарной безопасности людей». М.: Стандартинформ, 2006.
4. Шидловский, Г.Л. Определение расчетного времени эвакуации смешанного потока людей в культовых зданиях и сооружениях / Г.Л. Шидловский // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2012. – №2. – С. 58–66.
5. Холщевников В.В. Психофизиологические закономерности поведения людей при движении в пешеходных потоках // Пожаровзрывобезопасность. 2005. Т. 14. № 4. С. 38–54.
6. Холщевников В.В., Самошин Д.А., Галушка Н.Н. Обзор компьютерных программ моделирования эвакуации из зданий и сооружений // Пожаровзрывобезопасность. – 2002. – Т. 11, № 5. – С. 40–49.

УДК 621.976.521

РОБОТИЗИРОВАННЫЙ МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ УТЕЧЕК ЖИДКОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ В НЕФТЕГАЗОВЫХ ХРАНИЛИЩАХ

Леменков М.Д., Шабельник Д.С.

Уральский институт ГПС МЧС России

Аннотация. Представлена концепция разработки моторизованного беспилотного комплекса (МБК) для ликвидации течей в резервуарах нефтегазовых комплексов (НГК) в целях снижения рисков травматизма сотрудников, сокращения материальных потерь и повышения скорости реагирования при авариях на НГК.

Ключевые слова: моторизованный беспилотный комплекс, горючие вещества, нефтегазовый комплекс, корпус резервуара, поршневая система, турбинированный двигатель.

ROBOTIC MOBILE COMPLEX FOR ELIMINATION OF EMERGENCY FLUID LEAKS IN EMERGENCY SITUATIONS IN OIL AND GAS STORAGE

Lemenkov M.D., Shabelnik D.S.

Ural Institute of GPS EMERCOM of Russia

Abstract. A concept for the development of a motorized unmanned complex (MBK) for the elimination of leaks in the tanks of oil and gas complexes (NGK) in order to reduce the risks of injury to employees, reduce material losses and increase the speed of response in case of accidents at NGK is presented.

Keywords: motorized unmanned complex, combustible substances, oil and gas complex, tank body, piston system, turbocharged engine.

Статистика показывают гибель сотрудников МЧС на нефтегазовых комплексах [1]. Причинами трагедии выступают разливы и воспламенение топлива. Угроза внешних атак, включая беспилотники, усиливает риски [2]. Возникновение очагов горения требует быстрой оценки ситуации, проверки систем пожаротушения и прекращения подачи нефтепродуктов.



Рис. 1 – Резервуары нефтегазового комплекса



Рис. 2 – Беспилотный электрический мини-экскаватор Komatsu

Ударная волна повреждает обвалование резервуаров, увеличивая риск возгорания. Требуется быстрое устранение пробоин посредством закрепления заклёпок и пробок. Основными рисками при проведении операций вблизи легковоспламеняющихся веществ являются опасность взрыва и возгорания. Во-первых, высота резервуаров (9-18 м) типа РВС-1000 - РВС-20 000 затрудняет доступ требуя привлечения пожарных расчетов, что критично при ликвидации аварии. чтобы осуществить аварийную герметизацию резервуара необходимо задействовать около 30% боевого расчета [5] и драгоценное время.

Во-вторых, утечка нефтепродуктов создает угрозу возгорания и опасности персоналу НГК. Как правило, пробоины в резервуарах устраняют технологией вбивания свай или крепления металлических пластин. Пожарный, осуществляющий вбивание/затыкание пробоины, а также пожарный, страхующий лестницу, оказываются полностью вымоченными в нефтепродуктах. Третьим фактором, усугубляющим процесс локализации горючих веществ, является опасность для боевого расчета. При большом объеме разлитого топлива и повторной вражеской атаки БПЛА, огонь может распространяться стремительно, вызывая серьезные повреждения НГК и угрозу жизни боевого расчета, осуществляющего тушение. Сотрудниками кафедры пожарной безопасности в строительстве предлагается создание пожарно-военной спецтехники на базе модернизированных мини-экскаваторов путем переделки элементов и рабочего оборудования. Предусматривается возможность временной заделки пробоин корпусов резервуаров типа РВС-1000 - РВС-20 000 до 5 мм, в соответствии с нормативным разделом 5.2.4 [9].

Техническое устройство подразумевает радиоуправляемый моторизованный беспилотный комплекс, который включает в себя: гусеничное шасси, корпус на поворотной основе, стрелу-рукоять с поршневой системой вбивания затычек, камеру для точности оператора и турбированным двигателем внутреннего сгорания. Гусеничное шасси предлагается заимствовать из уже существующих решений, например, подходящее для шасси имеется у беспилотных гусеничных экскаваторов, представленных на рисунке 2. Безопасность от возгорания каркаса спецтехники обеспечивается методом водяного орошения, производимого с крыши корпуса. Стрела, состоящая из нескольких шарнирных соединений, является основным элементом корпуса, обеспечивающим изменение угла наклона и длины стрелы. Рукоять оснащается гидравлическими цилиндрами, одной из составляющих которой является поршень - подвижный элемент, обеспечивающий усилие для вбивания конусовидной затычки внутрь отверстия корпуса резервуара.

МБК будет иметь противопожарную облицовку [7], а также систему орошения. Число людей, необходимых для устранения сквозных отверстий в резервуарах НГК уменьшается как минимум вдвое по сравнению с физическим методом. Располагаться МБК будет в отсеке пожарного автомобиля. Использование разработанного комплекса обеспечит сокращение

времени доступа к резервуару, уменьшение риска гибели и травматизма пожарных, снижение численности привлекаемого личного состава и утомляемости сотрудников МЧС. При успешном внедрении предлагаемого решения по прибытию на место пожара 1 человек из боевого расчета в течении одной минуты разворачивает МБК и осуществляет аварийный ремонт резервуа НГК без каких-либо рисков для личного состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/gibel-na-pozharax/>
2. Кисленко С. Л. Криминалистическое обеспечение выявления угроз нападения на объекты топливно-энергетического комплекса с использованием автоматизированных беспилотных комплексов. Lex russica. 2025. Т. 78. № 4. С. 63–79.
3. Приказ Минтруда России от 11.12.2020 N 881н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны»
4. Приказ МЧС России от 16.10.2017 г. N 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» (с изменениями и дополнениями).
5. Приказ МЧС России от 25.07.2006 N 425 «Об утверждении Норм табельной положенности ПТВ и АСО для основных и специальных пожарных автомобилей».
6. Приказ МЧС России от 20.10.2017 N 452 «Об утверждении Устава подразделений пожарной охраны»
7. Правила устройства электроустановок.
8. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
9. ГОСТ 17032-2022 «Резервуары стальные горизонтальные для нефтепродуктов. Технические условия»

УДК 614.83

КЛАССИФИКАЦИЯ ВСПЫШЕК И ВЗРЫВОВ НА ПОЖАРЕ

Любкин А.А.

Кузнецова Н.Н.

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Аннотация: вспышки и взрывы, приводящие к пожару, или возникающие в процессе пожара для уточнения необходимо расследовать при проведении экспертизы, то есть при привлечении специалистов. В материалах дана классификация вспышек и взрывов.

Ключевые слова: вспышки, взрывы, пожар, дефлаграционное горение, конденсированные взрывчатые вещества.

CLASSIFICATION OF FIRE OUTBREAKS AND EXPLOSIONS

Lyubkin A.A.

Kuznetsova N.N.

Military Air Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin

Abstract. Flashes and explosions that lead to a fire, or occur during a fire, should be investigated during an expert examination, that is, with the involvement of specialists. The materials provide a classification of flashes and explosions.

Keywords: flashes, explosions, fire, deflagration gorenje, condensed explosives.

Вспышки и взрывы могут предшествовать пожару и происходить в ходе его развития. Вспышки, хлопки и даже взрывы, необъяснимо быстрое развитие горения во время пожара присутствуют при большинстве крупных пожаров. Они могут возникать в процессе развития пожара. При проведении расследования пожара устанавливают последовательность их появления (взрыв - пожар или пожар - взрыв), также причину вспышки (взрыва).

Часто наблюдается, что после хлопка на пожаре происходит интенсификация горения. При взрыве конденсированных взрывчатых веществ (ВВ), к осмотру места пожара привлекаются эксперты-взрывотехники. Крайне важно на месте пожара выявить, зафиксировать и оценить следы вспышки (взрыва) специалистами.

Вспышки и взрывы, происходящие на пожаре, классифицируются в соответствии со схемой (рис.1).

Физические взрывы не связаны с химическими взаимодействиями веществ и вызваны, как правило, изменением давления в замкнутых системах, их механическим разрушением. Происходят они как до пожара, так и в ходе пожара как следствие нагрева герметически закрытых баллонов, цистерн, специальных технологических аппаратов и емкостей, содержащих газы или жидкости. При физическом взрыве характерно четкое нахождение эпицентра и механические разрушения разорвавшейся емкости. Отдельные фрагменты взорвавшегося устройства возможно обнаружить на значительном удалении от него.



Рисунок 1. Классификация вспышек и взрывов на пожаре

Горение конденсированных ВВ происходит в режиме взрыва и вспышки, и взрыва. По показаниям только лишь свидетелей дифференцировать эти явления невозможно (любой свидетель любой хлопок опишет как взрыв), поэтому определить причину произошедшего можно только по следам (последствиям) данных явлений при проведении экспертизы пожара.

Дефлаграционное горение (вспышка) пронесется по пыли-, газо- или паро-воздушной смеси со скоростью в несколько метров в секунду (сравнительно низкой). В замкнутом объеме происходит повышение давления и носит равномерный характер и в основном является следствием роста среднеобъемной температуры. Для углеводородно-воздушных смесей среднее давление повышается на 0,6-0,8 МПа, что часто влечет разрушение конструкций ограждения здания (сооружения). Такая вспышка распространяется обычно симметрично во все стороны от источника зажигания.

Кроме медленных дефлаграционных волн горения, в ППГВС могут также возникать взрывные и детонационные волны. Взрывные распространяются по невозмущенной горючей смеси со скоростью менее 300 м/с, детонационные - со скоростью более 300 м/с.

При взрыве, в отличие от вспышки, фронт давления и температуры расширяется от места загорания гораздо быстрее, формируется ударная волна.

Ударная волна от такого взрыва несет немалые разрушения. Максимальное воздействие идет от фронта давления при его прямом ударе в препятствие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чешко И.Д. Технические основы расследования пожаров: Методическое пособие. – М.: ВНИИПО, 2002. – 330 с.
2. ООО «Береста», 2012. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справ. изд. / А.Н. Баратов и др. М. Химия. 1990

УДК 51.7

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Макеев Д.В.

Беседина С.В., кандидат физико-математических наук

ВУНЦ ВВС «ВВА»

Аннотация. Рассматриваются методы математического моделирования, которые могут использоваться при описании различных видов чрезвычайных ситуаций. Основное внимание уделяется методам, в основе которых лежат дифференциальные уравнения.

Ключевые слова: математическая модель, дифференциальные уравнения.

DIFFERENTIAL EQUATIONS FOR PREDICTING AND PREVENTING EMERGENCIES

Makeev D.V.

Besedina S.V., PhD in Physical and Mathematical Sciences

MERC AF «AFA»

Abstract. The article discusses mathematical modeling methods that can be used to describe various types of emergencies. The focus is on methods based on differential equations.

Keywords: mathematical model, differential equations.

Задача предупреждения ЧС основывается на способности составлять грамотные прогнозы. Математическое моделирование чрезвычайных ситуаций позволяет проанализировать различные возможные сценарии развития событий и выбрать оптимальную стратегию, которая позволит либо предотвратить ЧС, либо урегулировать с наименьшим ущербом. Из-за сложности таких моделей для их реализации требуются вычислительные ресурсы и специализированные программы. Математический подход позволяет рассчитывать вероятные исходы и сравнивать альтернативные варианты действий.

Чрезвычайные ситуации носят разнообразный характер: это природные, техногенные, социально-политические, эпидемиологические и другие ЧС. В зависимости от их вида и участников ЧС выбирается соответствующий математический аппарат.

Чаще всего чрезвычайная ситуация является противостоянием двух сторон. При природных ЧС это противостояние человека и природы. Для их описания можно использовать элементы теории игр, а сами модели носят название «игра с природой», что связано с тем, что действия второго участника «игры» носят случайный и непредсказуемый характер. Эти же модели могут использоваться при описании чрезвычайных ситуаций, которые являются результатом социальных конфликтов и вызванные противостоянием двух сторон, но в этом случае действия «игроков» носят вероятностный характер.

Исследование процессов противостояния двух сторон активно развивается с начала XX века. Этим вопросам посвящены дифференциальные модели Осипова-Ланчестера. В дальнейшем многие математики занимались изучением и обобщением данной модели и ее адаптации под возникающие конфликты и сопровождающие их ЧС. На основании этой модели были изучены длительные вооруженные конфликты, описана и изучена партизанская война, конфликты в морском пространстве. Так же были получены математические модели, которые учитывают и личностные качества участников конфликта. Ниже приведен пример такой дифференциальной модели. Пусть параметры a и e определяют скорость не боевых потерь, b и f – скорость потерь из-за воздействия по площадным целям, c и g – скорость потерь от воздействия противника на переднем крае, d и h – подходящие (отходящие) резервы, тогда модель имеет вид [1]:

$$\begin{aligned}\frac{dx(t)}{dt} &= -ax(t) - bx(t)y(t) - cy + d, \\ \frac{dy(t)}{dt} &= -ey(t) - fy(t)x(t) - gx(t) + h.\end{aligned}$$

Позже стали изучаться стохастические модели.

Если рассмотреть физические процессы, происходящие при ЧС, то для их описания так же можно использовать дифференциальные уравнения. Их можно использовать для описания систем составного типа и их деформации под воздействием внешних сил (ветер, удар, взрывная волна и др.). Подобные системы в данном случае рассматриваются как стратифицированные множества [2].

Дифференциальные уравнения могут использоваться для описания движения опасных веществ в замкнутом помещении. Например, выделение тепла при пожаре происходит интенсивнее, чем его удаление из помещения, пораженного огнем, поэтому температура в помещении повышается достаточно быстро.

Для описания теплообмена в замкнутом помещении используется уравнение теплопроводности

$$\frac{\partial u(t, x)}{\partial t} = \sum_{k=1}^3 \varepsilon_k(t) \frac{\partial u(t, x)}{\partial x_k} + \mu(t) \Delta u(x, t) + f(t, x), \quad u(t_0, x) = u_0(t)$$

где $t \in [t_0, t] = T \subset \mathbb{R}$, $x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^3$, Δ – оператор Лапласа,

$u : T \times \mathbb{R}^3 \rightarrow R$ - искомая функция, описывающая температуру в помещении.

$f : T \times \mathbb{R}^3 \rightarrow R, \varepsilon = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \end{pmatrix} : T \rightarrow \mathbb{R}^3, \mu : T \rightarrow \mathbb{R}$ - случайные процессы, которые могут зависеть

произвольным образом, начальная температура $u_0 : \mathbb{R}^3 \rightarrow R$, так же является случайным, но не зависит от других случайных процессов [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Шумов В.В. Иерархия моделей боевых действий и пограничных конфликтов [текст] / В.В. Шумов / Управление большими системами: сборник трудов, №. 79, 2019, с. 86-111.
2. Беседина С.В. Метод Пуанкаре-Перрона на стратифицированном множестве / С.В. Беседина // Актуальные проблемы математики и информатики. Труды математического факультета. 2006. № 10. С. 18.
3. Беседина Т.В. Моментные функции решения уравнения переноса и диффузии / Т.В. Беседина, В.Г. Задорожний // Вестник воронежского государственного университета. Серия Физика. Математика. – 2010. - № 2. – С. 15-25

УДК 614.84

ПРОБЛЕМЫ РАСЧЕТА ДАЛЬНОСТИ ПОДАЧИ ОГNETУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ЛАФЕТНЫХ ПОЖАРНЫХ СТВОЛОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Меженев В.А., кандидат технических наук

Российско-Сербский гуманитарный центр

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы определения дальности подачи огнетушащих веществ из лафетных пожарных стволов при проектировании систем пожаротушения. Показано, что использование паспортных характеристик пожарной техники не всегда позволяет обеспечить необходимое покрытие защищаемого пространства. Обоснована необходимость применения расчетных методов моделирования траектории струи огнетушащего вещества с учетом внешних факторов.

Ключевые слова: лафетные пожарные стволы, пожаротушение, дальность подачи, струя огнетушащего вещества, проектирование систем пожаротушения.

PROBLEMS OF CALCULATING THE RANGE OF FIRE EXTINGUISHING AGENT SUPPLY FROM FIRE MONITORS IN THE DESIGN OF FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS

Mezhenov V.A., PhD in Technical Science

Russian-Serbian Humanitarian Center

Abstract. The article considers the problems of determining the range of fire extinguishing agent supply from fire monitors when designing fire extinguishing systems. It is shown that the use of passport characteristics of fire equipment does not always ensure the required coverage of the protected area. The necessity of applying computational methods for modeling the trajectory of the extinguishing agent jet taking into account external factors is substantiated.

Keywords: fire monitors, fire extinguishing systems, jet trajectory, extinguishing agent supply range, fire protection design.

Системы активной противопожарной защиты на промышленных объектах широко используют стационарные лафетные пожарные стволы. Их применение позволяет обеспечить подачу значительных расходов огнетушащих веществ на большие расстояния и эффективно защищать крупные технологические установки, резервуарные парки и складские комплексы.

При проектировании систем пожаротушения на базе лафетных стволов одной из ключевых задач является определение количества и мест установки пожарной техники. Нормативные документы предусматривают, что каждая точка защищаемого пространства должна орошаться не менее чем двумя струями огнетушащего вещества [1-5].

На практике проектировщики определяют зоны покрытия лафетных стволов на основе паспортных характеристик пожарной техники. Как правило, в технической документации указывается дальность подачи струи при стандартных условиях: давление перед стволом около 0,8 МПа, высота установки ствола около одного метра и угол наклона к горизонту около 30°.

Однако реальные условия эксплуатации существенно отличаются от указанных параметров. Давление во внутреннем или наружном противопожарном водопроводе может отличаться от паспортных данных, изменяется угол наклона ствола, а также могут присутствовать внешние факторы, такие как ветер или препятствия на пути струи.

Особенно сложной задачей является проектирование систем пожаротушения на объектах с развитой технологической инфраструктурой. На территории промышленных предприятий могут располагаться колонны, эстакады, резервуары, технологические площадки и другие конструкции, которые способны существенно влиять на траекторию струи огнетушащего вещества.

В результате ситуация, когда карта орошения, построенная в горизонтальной проекции, показывает полное покрытие защищаемой зоны, в реальных условиях может не обеспечивать эффективного тушения пожара. Это связано с тем, что струя огнетушащего вещества может сталкиваться с технологическими конструкциями или разрушаться раньше расчетной дальности.

Существующие методы расчета дальности подачи струи часто основаны на эмпирических зависимостях и опыте проектирования. Подобный подход не позволяет учитывать весь комплекс факторов, влияющих на полет струи, включая сопротивление воздуха, скорость ветра и особенности распада струи на капли.

В связи с этим перспективным направлением является использование математического моделирования траектории движения струи огнетушащего вещества. Такой подход позволяет учитывать основные физические факторы, влияющие на движение струи, включая силу тяжести, сопротивление воздуха и влияние ветровых потоков.

Применение вычислительных методов [6] позволяет более точно прогнозировать дальность подачи огнетушащего вещества и формировать карты орошения защищаемых объектов с учетом пространственной конфигурации оборудования и зданий.

Использование программных средств моделирования может существенно повысить точность проектирования систем пожаротушения и снизить вероятность ошибок при размещении лафетных стволов. Кроме того, подобные инструменты позволяют учитывать различные варианты исходных параметров, включая давление перед стволом, расход огнетушащего вещества и угол наклона ствола.

Таким образом, развитие методов математического моделирования и программных комплексов расчета баллистики струй огнетушащих веществ является важным направлением совершенствования проектирования систем противопожарной защиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 51115-97 Техника пожарная. Стволы пожарные лафетные комбинированные. Общие технические требования. Методы испытаний.
2. СП 485.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.
3. СП 8.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности.
4. ТКП 45-2.02-315-2018 «Пожарная автоматика зданий и сооружений»
5. СН 2.02.02-2019 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»
6. Карпенчук И.В., Шафранский Д.А., Янкевич Н.Г. «Разработка и оптимизация гидродинамических параметров отечественной модификации экспериментального образца ствола пожарного ручного универсального» // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. — 2013. — № 2(18). — С. 270–279.

УДК 614.842.5

ПРОБЛЕМА ЛОЖНЫХ СИГНАЛОВ О ПОЖАРЕ

Мисюкевич Н.С., кандидат технических наук, доцент

Белорусский национальный технический университет

Аннотация. Ложные сообщения о пожаре нарушают нормальный режим жизнедеятельности как объекта, так и пожарных аварийно-спасательных подразделений. Их снижение важная задача для экономии средств и ресурсов в обеспечении пожарной безопасности.

Ключевые слова: Пожар, доминирующий фактор, опасность, извещатель, оповещение, сигнал.

THE PROBLEM OF FALSE FIRE ALARMS

Misiukevich N.S.

Belarusian National Technical University

Abstract. False fire alarms disrupt the normal operations of both the facility and the fire and rescue teams. Reducing them is crucial for saving money and resources in fire safety.

Keywords: fire, dominant factor, danger, detector, notification, signal.

Анализ данных систем передачи извещений о пожаре показывает, что количество подтвержденных пожаров составляет менее 0,2 %, а количество выездов техники в стране по этим сообщениям может превышать 5 % относительно количества сообщений. Поэтому снижение процента ложных срабатываний является насущной проблемой. Необходимо учитывать доминирующий опасный фактор пожара (ОФП) при выборе пожарных извещателей по СН 2.02.03 2019 [1]. Приложение П к СН 2.02.03-2019 [1] указывает на применение от двух до четырех видов различных автоматических пожарных извещателей для помещений определенного назначения без каких-либо данных о порядке их выбора. К тому же, в ряде случаев доминирующий ОФП в начальной стадии пожара может указывать на необходимость оборудования помещений иным видом автоматического пожарного извещателя, чем это приведено в приложении П [1]. Расчеты доминирующего ОФП для помещений с преобладающей пожарной нагрузкой в виде дерева и его компонентов

показывают, что доминирующим ОФП в зависимости от геометрии помещений являются температура или недостаток кислорода (фактор, для определения которого нет автоматических пожарных извещателей).

При определении доминирующего ОФП учитываются пожарная нагрузка, высота помещения, условия окружающей среды. Доминирующий ОФП определяют по формулам 25-28 приложения 2 к ГОСТ 12.1.004 [2].

Формирование команды на управление системами вытяжной противодымной вентиляции и (или) оповещения и управления эвакуацией при пожаре, автоматическими установками пожаротушения, а также технологическим, электротехническим и другим оборудованием следует предусматривать не менее чем от двух автоматических пожарных извещателей одной группы или двух автоматических пожарных извещателей разных групп системы пожарной сигнализации (СПС), размещаемых в одной зоне контроля. В этом случае каждую точку защищаемой поверхности зоны необходимо контролировать не менее чем двумя автоматическими пожарными извещателями.

Допускается предусматривать формирование команды на управление оповещением о пожаре от одного автоматического пожарного извещателя при применении оборудования с функциями, повышающими достоверность обнаружения пожара (адресный автоматический пожарный извещатель либо неадресный с функцией верификации, что должно быть подтверждено эксплуатационными документами на оборудование). При этом для систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре СО-4, СО-5 должны быть соблюдены условия п.12.3 СН 2.02.03-2019 [1].

Контроль каждой точки защищаемой поверхности зоны не менее чем двумя автоматическими пожарными извещателями является действенным для предотвращения ложных срабатываний систем. Оперативный персонал начинает действия при формировании СПС сигнала «ВНИМАНИЕ» от одного автоматического пожарного извещателя в зоне. Сигнал «ПОЖАР» формируется лишь при одновременном сообщении от двух автоматических пожарных извещателей в одной зоне. Допущение включения систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре от одного автоматического пожарного извещателя привело на практике к неверию людей в истинность передаваемых автоматикой сообщений и потере оперативности действий людей по сигналам пожарной автоматики.

Формирование команды на управление технологическим, электротехническим и другим оборудованием, блокируемым с пожарной автоматикой по пп.5.12, 15.2 (перечисления а) и в)), 15.3 СН 2.02.03-2019 [1], допускается предусматривать от одного автоматического пожарного извещателя, если это не нарушит функционирование объекта в случае ложного срабатывания.

Задержка оповещения людей о пожаре допустима, если оставшееся время достаточно для их безопасной эвакуации, что определяется на основании расчетов (п.12.12 СН 2.02.03-2019) [1]. Расчетное время задержки может быть использовано оперативным персоналом для выяснения действительной обстановки. При этом следует учесть, с одной стороны, что самая неблагоприятная обстановка складывается при появлении ОФП в коридоре здания, так как за время достижения в коридоре ОФП критического значения все люди из выходящих в этот коридор помещений должны выйти за пределы коридора. С другой стороны, можно задержать начало оповещения в помещениях при срабатывании в них СПС, если коридор является отдельной зоной (оборудован отдельным шлейфом СПС).

Во многом возможность снижения количества выдаваемых сообщений о пожаре при ложных срабатываниях систем пожарной автоматики в процессе эксплуатации зависит от принятых проектных решений и применяемых технических средств. Современные технические средства обладают широкими возможностями по изменению необходимых параметров в процессе эксплуатации. Для сокращения количества ложных сигналов о пожаре можно выделить следующие направления:

- для помещений с большим количеством автоматических пожарных извещателей формировать результирующий сигнал о пожаре прибором приемно-контрольным пожарным при обнаружении пожара более чем двумя извещателями;
- при выделении автоматических пожарных извещателей в коридоре в отдельную зону задерживать начало оповещения людей о пожаре до появления ОФП в коридоре или подтверждения факта пожара в выходящих в этот коридор помещениях дежурным персоналом;
- оборудовать здание средствами видеонаблюдения, по крайней мере в коридорах, и использовать их оперативным (дежурным) персоналом для подтверждения факта пожара в пределах времени на задержку начала оповещения людей о пожаре и выдачи сигнала на системы передачи извещений о пожаре.

ЛИТЕРАТУРА

1. СН 2.02.03-2019. «Пожарная автоматика зданий и сооружений [Электронный ресурс] / Нац. фонд ТНПА Респ. Беларусь. – Минск, 2025. – Режим доступа: <http://www.tnpra.by>. – Дата доступа: 27.02.2026.
2. ГОСТ 12.1.004-91* «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования» [Электронный ресурс] / Нац. фонд ТНПА Респ. Беларусь. – Минск, 2025. – Режим доступа: <http://www.tnpra.by>. – Дата доступа: 27.02.2026.

УДК 614.841

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ ЯЧЕЕК ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ НА ПОЖАРНУЮ ОПАСНОСТЬ БЫТОВЫХ ПРИБОРОВ

Мухамеджанов В.Н.; Фридрих О.А., Фоменко А.В.

Оренбургский филиал ФГБУ ВНИИПО МЧС России, г. Оренбург

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментального исследования оценки влияния формы ячеек (ламинированная и цилиндрическая) и степени их заряда на параметры развития опасных факторов пожара (ОФП) при тепловом разгоне бытовых литий-ионных аккумуляторов (ЛИА). Методом контактного нагрева инициирован тепловой разгон в ячейках с различным начальным напряжением. Зафиксированы временные параметры развития аварии, температуры поверхностей и пламени. Установлено, что ламинированные ячейки склонны к быстрому вскрытию и интенсивному горению с температурой пламени до 762,8 °С, а цилиндрические – к длительному скрытому процессу с последующим механическим разрушением без устойчивого открытого пламени. Полученные данные позволяют дифференцировать риски от пожаров: для плоских элементов доминирует тепловое излучение, для цилиндрических – опасность разлета фрагментов. Результаты важны для совершенствования требований безопасности и разработки мер противопожарной защиты устройств с ЛИА.

Ключевые слова: литий-ионный аккумулятор, конструкция ячейки, ламинированная ячейка, цилиндрическая ячейка, пожарная безопасность, тепловой разгон, опасные факторы пожара, экспериментальные испытания.

INFLUENCE OF THE DESIGN OF LITHIUM-ION BATTERY CELLS ON THE FIRE HAZARD OF HOUSEHOLD APPLIANCES

Muhamedzhanov V.N., Fridrikh O.A., Fomenko A. V.

Orenburg Branch All-Russian Research Institute for Fire Protection EMERCOM of Russia

Abstract. The article presents the results of an experimental study of the influence of cell shape (laminate and cylindrical) and their state of charge on the parameters of the development of hazardous fire factors (HFF) during thermal runaway of household lithium-ion batteries (LIB). Thermal runaway was initiated by the contact heating method in cells with different initial voltages. The time parameters of the accident development, surface and flame temperatures were recorded. It has been established that laminated cells are prone to rapid opening and intense combustion with a flame temperature of up to 762,8 °C, while cylindrical cells are prone to a long latent period followed by mechanical destruction without sustained open flame. The obtained data make it possible to differentiate fire risks: for flat elements, thermal radiation dominates, for cylindrical ones, the danger of fragment scattering. The results are important for improving safety requirements and developing fire protection measures for devices with LIB.

Keywords: lithium-ion battery, cell design, laminated cell, cylindrical cell, fire safety, thermal runaway, hazardous fire factors, experimental testing.

Широкое распространение литий-ионных аккумуляторов (далее — ЛИА) в бытовой электронике обуславливает постоянный рост числа связанных с ними пожаров. Пожарная опасность ЛИА определяется комплексом факторов, среди которых ключевыми являются степень заряда (далее — SOC) и конструктивное исполнение элемента. Если влияние SOC на интенсивность теплового разгона (далее — ТР) изучено достаточно подробно, то сравнительный анализ поведения ячеек разной формы (ламинированных и цилиндрических) в условиях, моделирующих реальную аварию, представлен в литературе недостаточно [1]. Данное исследование является логическим продолжением работ авторов, посвященных анализу нормативной базы испытаний ЛИА [2] и изучению газовыделения в режиме ТР [3].

Целью исследования явилось экспериментальное изучение влияния формы ячейки (ламинированная плоская и цилиндрическая типа 18650) и уровня её заряда на динамику развития опасных факторов пожара при тепловом разгоне.

Задачи:

1. Провести натурные огневые испытания ламинированных и цилиндрических ЛИА с различным начальным напряжением (от 3,5 до 4,13 В).
2. Зафиксировать и сравнить временные параметры ключевых стадий ТР (начало газовыделения, воспламенение, разрушение).
3. Определить температурные характеристики (прогрев поверхности, температура пламени) для каждого типа ячеек.
4. Проанализировать качественные различия в сценариях аварийного разрушения.

Методика экспериментальных исследований

Объектами испытаний служили ячейки бытового назначения номинальной ёмкостью 3500 мА·ч: ламинированные (плоские) – 2 шт., и цилиндрическая (формат 18650) – 1 шт. Начальное напряжение ячеек составило от 3,50 В до 4,13 В, что соответствует разному уровню заряда.

Испытания проводились в герметичном огневом боксе. Тепловой разгон инициировался методом контактного нагрева с помощью электрического элемента мощностью 100 Вт.

Регистрация параметров включала:

1. Синхронную видеосъёмку.

2. Измерение температуры поверхности ячейки с двух сторон термопарами типа КТНН.
3. Фиксацию температуры пламени и температуры на расстоянии 100 мм от образца.
4. Тепловизионный контроль.

Протоколировались моменты времени: появление дыма (t_{smoke}), вздутие/вскрытие корпуса (t_{vent}), воспламенение (t_{ign}), достижение пиковых температур (t_{max}). Методика испытаний разработана с учетом подхода, примененного в более раннем исследовании газовой выделения [3].

Результаты и обсуждение

Сводные результаты испытаний представлены в Таблице 1. Анализ данных выявил чёткую зависимость не только от SOC, но и от формы ячейки.

Таблица 1 – Сравнительные параметры теплового разгона ячеек разной конструкции

№ опыта	Тип ячейки	Напряжение, В	t_{smoke} , с	t_{ign} , с	Сценарий разрушения	T_{max} , °C
1	Ламинированная	3,50	114	147	Вздутие → вскрытие → горение	664,8
2	Ламинированная	3,83	82	93	Реактивное факельное горение	762,8
3	Цилиндрическая	4,13	191	Отсутствует	Механическое разрушение корпуса	Отсутствует

Для ламинированных ячеек характерен классический сценарий с быстрым развитием событий. С ростом SOC время до воспламенения сокращалось с 147 до 93 секунд, а пиковая температура пламени возрастала, достигнув максимума 762,8 °C при напряжении 3,83 В. Горение носило интенсивный характер, часто с образованием направленного факела.

Для цилиндрической ячейки (18650) с самым высоким напряжением (4,13 В) наблюдался принципиально иной сценарий. Несмотря на высокий уровень заряда, процесс характеризовался самым длительным латентным периодом (дым через 191 с), а завершился не открытым горением, а механическим разрушением корпуса на 342-й секунде с разлётом фрагментов.

Полученные результаты позволяют выделить два основных типа пожарной опасности:

1. Опасность теплового воздействия. Характерна для ламинированных ячеек. Высокая температура открытого пламени (более 760 °C) создаёт угрозу быстрого воспламенения окружающих горючих материалов.

2. Опасность механического воздействия. Актуальна для цилиндрических ячеек в состоянии высокого заряда. Разрушение прочного металлического корпуса под давлением продуктов разложения приводит к разлёту высокотемпературных частей, способных причинить травмы и вызвать вторичные загорания.

Таким образом, по результатам проведенных исследований отмечается, что форма ячейки является определяющим фактором, влияющим на механизм высвобождения энергии при ТР. Ламинированные элементы, не имеющие жёсткого корпуса, быстро вскрываются, обеспечивая свободный выход и горение газов. Цилиндрические элементы с жёстким

корпусом способны накапливать давление до критического момента, что приводит к взрывному разрушению. Эти выводы дополняют и конкретизируют ранее выявленные в работах [2] пробелы в стандартах испытаний, которые недостаточно учитывают специфику поведения разных типов ячеек.

Заключение

Проведённые эксперименты доказали существенное влияние конструктивного исполнения ячейки ЛИА на характер развития аварии при тепловом разгоне. Установлены качественно различные сценарии:

Ламинированные (плоские) ячейки склонны к быстрому переходу в режим открытого интенсивного горения с высокими температурами. Риск — быстрое тепловое воздействие и распространение пламени.

Цилиндрические ячейки (типа 18650) в состоянии полного заряда могут разрушаться по механическому сценарию без устойчивого открытого пламени. Риск — разлёт фрагментов и механические повреждения.

Для формирования более полной картины требуются дальнейшие исследования с большей статистической выборкой и детальным анализом газовыделения для каждого типа ячеек, что является перспективным направлением, вытекающим из полученных результатов и предыдущих работ авторов [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ouyang, D., Weng, J., Chen, M., Wang, J. Experimental study on the thermal runaway and fire propagation in lithium-ion battery modules // *Thermochimica Acta*. – 2019. – Т. 676. – С. 1-8.
2. Мухамеджанов, В. Н. Сравнительный анализ подходов к испытаниям литий-ионных аккумуляторов и аккумуляторных батарей на пожарную безопасность / В. Н. Мухамеджанов, О. А. Фридрих // *Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы: Материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 23 октября 2025 года.* – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, 2025. – С. 255-259. – EDN SZTUDF.
3. Мухамеджанов, В. Н. Анализ газовыделения литий-ионных аккумуляторов в режиме теплового разгона: оценка пожарных рисков / В. Н. Мухамеджанов, Н. С. Коротков // *Молодой ученый.* – 2025. – № 49(600). – С. 45-48. – EDN COAVWQ.
4. Lamb, J., Orendorff, C.J., Steele, L.A.M., & Spangler, S.W. Failure propagation in multi-cell lithium ion batteries // *Journal of Power Sources*. – 2015. – Т. 283. – С. 517-523.
5. UL 1642:2020 Standard for Lithium Cells – Underwriters Laboratories, 2020.
6. ГОСТ Р МЭК 62133-2-2019 Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие неокислотные электролиты. Требования безопасности портативных герметичных аккумуляторов и батарей из них при портативном применении. Часть 2. Системы на основе лития.

УДК 614.84

АНАЛИЗ ЧАСТОТЫ РЕАЛИЗАЦИИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА УСТАНОВКЕ ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Оспанов К.К., Байжанова С.К., Акильжанов А.Е.

Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан

Аннотация. Выполнена оценка частоты реализации аварийных ситуаций на установке гидроочистки дизельного топлива с использованием количественных методов анализа риска. Показано, что применение системы противоаварийной защиты и дополнительных технических решений позволяет существенно снизить вероятность аварии и повысить уровень пожаровзрывобезопасности установки.

Ключевые слова: анализ риска, промышленная безопасность, установка гидроочистки, пожаровзрывобезопасность, система противоаварийной автоматической защиты.

ANALYSIS OF THE FREQUENCY OF EMERGENCY SITUATIONS AT A DIESEL FUEL HYDROTREATING UNIT

Ospanov K.K., Baizhanova S.K., Akilzhanov A.E.

Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations for the Republic of Kazakhstan

Abstract. The study presents an assessment of the frequency of accident scenario realization at a diesel fuel hydrotreating unit using quantitative risk analysis methods. It is shown that the implementation of an emergency shutdown system and additional technical solutions significantly reduces the probability of accidents and improves the fire and explosion safety level of the unit.

Keywords: risk analysis, industrial safety, hydrotreating unit, fire and explosion safety, emergency shutdown system.

Предприятия нефтеперерабатывающей и нефтехимической отрасли относятся к объектам повышенной опасности, что обусловлено свойствами используемого сырья, выпускаемой продукции и особенностями технологических процессов. Аварии на таких объектах сопровождаются человеческими жертвами, значительным материальным ущербом и негативным воздействием на окружающую среду. По статистическим данным [1], мировой ущерб от аварий в нефтегазовой индустрии только за 2018–2019 гг. составил около 4,5 млрд долларов США, из которых около 50 % приходится на нефтепереработку и 25 % – на нефтехимическую промышленность.

В Республике Казахстан объекты нефтегазовой отрасли также относятся к категории повышенной промышленной опасности. Несмотря на снижение количества аварий и инцидентов благодаря усилению государственного контроля и профилактических мероприятий [2], риск возникновения чрезвычайных ситуаций сохраняется, что требует постоянного надзора и соблюдения требований промышленной безопасности.

Одним из эффективных инструментов предупреждения аварий на опасных производственных объектах (ОПО) является анализ риска, направленный на выявление потенциальных опасностей, оценку вероятности аварийных событий и их последствий, а также разработку мер по снижению риска. Существенным элементом анализа является определение частоты реализации опасных событий, поскольку уровень риска зависит как от вероятности аварии, так и от тяжести ее последствий.

В работе рассмотрена оценка частоты реализации опасного события на примере технологической установки гидроочистки дизельного топлива комплекса первичной переработки нефти ЛК-6У, являющейся одной из наиболее опасных установок комплекса. Наибольшую опасность представляет реакторно-печной блок С-301/1, что связано с обращением значительного количества взрывопожароопасных веществ (около 15 тонн паров дизельной фракции), высокой концентрацией углеводородных газов, высокими параметрами технологического процесса (330–420 °С, 3–6,4 МПа) и токсичностью продуктов, включая сероводород и аммиак.

Выход технологических параметров за допустимые пределы может привести к разгерметизации оборудования вследствие отказов систем управления, прекращения подачи

сырья или водородсодержащего газа, остановки компрессора, отключения электроснабжения и других факторов. Возможными последствиями являются выброс нефтепродуктов, пожар, взрыв и загазованность территории. Источниками зажигания могут выступать технологические печи, перегретые продукты переработки и электрическое оборудование.

Пожаровзрывобезопасность установки обеспечивается контрольно-измерительной аппаратурой, системами сигнализации и блокировочной защиты, газоанализаторами, заземлением оборудования, автоматизированными системами управления, установками пожаротушения и вентиляции.

Согласно методике [3], при оценке риска аварий приоритетными являются количественные методы анализа – «дерево отказов» и «дерево событий» [4]. В исследовании аварийная ситуация представлена диаграммой «галстук-бабочка», построенной в виде схемы функциональной целостности. Расчеты выполнены на основе статистических данных с использованием программно-вычислительного комплекса ПК «АРБИТР» в соответствии с методикой [3].

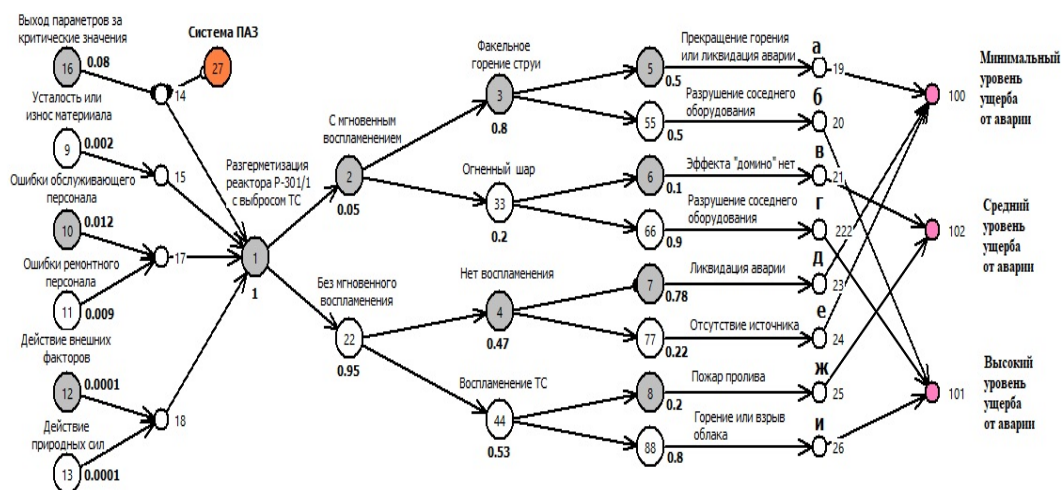


Рисунок 1 – Диаграмма «галстук-бабочка» аварийной разгерметизации Реактора Р-301/1

В ходе расчетов одним из слоев защиты была рассмотрена система противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ), представленная вершиной 27. Условная вероятность ее срабатывания принята равной 0,05 при отсутствии контроля работоспособности системы и 0,95 – при наличии регулярного контроля.

Риск реализации аварийной ситуации при расчетной частоте на технологической установке гидроочистки дизельного топлива составил $4,17 \cdot 10^{-6}$. Внедрение дополнительных элементов системы ПАЗ позволяет снизить вероятность реализации пожароопасных сценариев («огненный шар», горение и взрыв парогазового облака) и увеличить вероятность безопасного рассеивания взрывоопасной смеси.

Для повышения уровня пожаровзрывобезопасности установки гидроочистки дизельного топлива комплекса ЛК-6У предлагается:

- 1) внедрить систему продувки азотом змеевика трубчатой печи П-301 при разгерметизации;
- 2) установить систему пожаротушения по периметру трубчатой печи П-301;
- 3) применить оптические газоанализаторы с двухпороговой сигнализацией и интеграцией с системой ПАЗ.

Реализация предложенных мероприятий позволит снизить вероятность возникновения источников зажигания и развития пожаровзрывоопасных ситуаций. По результатам расчетов установлено, что при исправной работе ПАЗ значение риска возникновения аварии снижается до $1,15 \cdot 10^{-6}$, что обеспечивает уменьшение вероятности аварийной ситуации примерно в 3,6 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. 100 Largest Losses in the Hydrocarbon Industry 1974-2021. 27th edition // Marsh LLC. – 2020. – Vol. 26. P. 1–3. – Режим доступа: docdroid.net/IMNhXFr/100-largest-losses-in-the-hydrocarbon-industry-2022-pdf (дата обращения: 11.02.2026).
2. Результаты надзорной деятельности в области нефтегазовой промышленности [Электронный ресурс] // Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан. – Астана. – 2022. – Режим доступа: gov.kz/memleket/entities/emergency/press/news/details/433016?lang=ru (дата обращения: 11.02.2026).
3. Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах [Электронный ресурс] : Руководство по безопасности : утв. Ростехнадзором России 03.11.2022, Приказ № 387 : ввод в действие с 03.11.2022 // Техкранэнерго: информационно-правовой портал [сайт]. – 2024. – Режим доступа: tk-expert.ru/lib/1052/ (дата обращения 01.02.2024).
4. Сковорцов, М. С. Проектирование систем ПАЗ с учетом анализа опасностей и риска аварий на опасном производственном объекте / М. С. Сковорцов // Автоматизация в промышленности. – 2018. – № 3. – С. 61.

УДК 614.8

ОРГАНИЗАЦИЯ И ВЕДЕНИЕ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ АВАРИИ СО ВЗРЫВОМ НА НЕФТЕХИМИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ (НА ПРИМЕРЕ ООО «ПОЛИМИКС КАЗАНЬ»)

Павлов Д.Д.

Кузьмин А.В., кандидат технических наук

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ»

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы обеспечения готовности к проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) на взрывопожароопасных объектах. На примере нефтехимического предприятия ООО «ПолиМикс Казань» проведен анализ потенциальных опасностей и идентифицированы наиболее вероятные сценарии развития чрезвычайной ситуации (ЧС), связанной с разгерметизацией резервуара с этиленом. Выполнены прогностические расчеты параметров поражающих факторов (ударная волна, тепловое излучение) при взрыве топливно-воздушной смеси (ТВС) и образовании «огненного шара». Определены необходимые силы и средства для ликвидации последствий аварии, включая спасательные формирования, инженерную и пожарную технику. Дана оценка экономического ущерба и мероприятий по социальной защите персонала.

Ключевые слова: аварийно-спасательные работы, нефтехимическое предприятие, взрыв, этилен, топливно-воздушная смесь, огненный шар, силы и средства, промышленная безопасность.

ORGANIZING AND CONDUCTING EMERGENCY RESCUE OPERATIONS IN THE EVENT OF AN EXPLOSIVE ACCIDENT AT A PETROCHEMICAL ENTERPRISE (USING THE EXAMPLE OF POLIMIKS KAZAN LLC)

Pavlov D.D.

Kuzmin A.V., PhD in Technical Science

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI

Abstract. This article examines issues related to emergency rescue and other emergency operations (EREO) preparedness at explosion and fire hazardous facilities. Using the example of the petrochemical company PoliMiks Kazan LLC, an analysis of potential hazards is conducted and the most likely scenarios for an emergency situation (ES) related to the depressurization of an ethylene tank are identified.

Predictive calculations of the parameters of damaging factors (shock wave, thermal radiation) during a fuel-air mixture (FAM) explosion and the formation of a "fireball" were performed. The necessary forces and means for accident response, including rescue teams, engineering, and firefighting equipment, were determined. An assessment of the economic damage and measures for the social protection of personnel was provided.

Keywords: emergency rescue operations, petrochemical plant, explosion, ethylene, fuel-air mixture, fireball, forces and means, industrial safety.

ВВЕДЕНИЕ

Нефтехимические предприятия относятся к категории опасных производственных объектов (ОПО) ввиду использования, переработки и хранения больших объемов взрывопожароопасных и токсичных веществ. Высокая степень потенциальной опасности данных объектов подтверждается статистикой: согласно данным Ростехнадзора, пожары и взрывы составляют более 50% всех аварий в нефтепромышленном комплексе [1]. Обеспечение промышленной безопасности и, как следствие, готовности к проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) является приоритетной задачей для эксплуатирующих организаций. Своевременное прогнозирование последствий аварий и планирование действий сил ликвидации позволяет минимизировать человеческие, материальные и экологические потери.

Целью настоящей работы является разработка мероприятий по организации и ведению АСДНР при аварии со взрывом на примере нефтехимического предприятия ООО «ПолиМикс Казань».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать литературные данные о потенциальной опасности нефтехимических предприятий;
- изучить общие сведения о деятельности ООО «ПолиМикс Казань»;
- определить и провести расчеты возможных опасных факторов ЧС;
- рассчитать количество сил и средств, необходимых для проведения АСДНР.

Объект исследования – система обеспечения промышленной безопасности и готовности к ликвидации чрезвычайных ситуаций на взрывопожароопасных объектах нефтехимической отрасли.

Предмет исследования – организация и ведение аварийно-спасательных и других неотложных работ, прогнозирование поражающих факторов и расчет необходимых сил и средств для ликвидации последствий аварии со взрывом (на примере ООО «ПолиМикс Казань»).

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Характеристика объекта и идентификация опасностей

ООО «ПолиМикс Казань» – предприятие, специализирующееся на производстве полимеров (гибридных, силикон-уретановых, акриловых) и готовых материалов на их основе (герметики, клеи, мастики). Технологический процесс включает использование углеводородного сырья, что обуславливает наличие на промышленной площадке следующих потенциальных источников ЧС:

- резервуары для хранения нефтепродуктов (в том числе изотермическое хранилище сжиженного этилена);
- железнодорожные и автомобильные цистерны на сливо-наливных эстакадах;
- технологические трубопроводы и запорная арматура.

Для анализа выбран наиболее опасный сценарий — полная разгерметизация (мгновенное разрушение) резервуара, содержащего 10 тонн сжиженного этилена (C_2H_4). Возможны два пути развития аварии:

1. Взрыв ТВС: При воспламенении с задержкой образуется облако топливно-воздушной смеси, взрыв которого (дефлаграция) генерирует воздушную ударную волну.
2. «Огненный шар» и пожар пролива: При мгновенном воспламенении этилена образуется огненный шар с последующим горением вещества в резервуаре и в пределах обвалования.

В качестве объекта воздействия принято здание цеха подготовки сырья, расположенное на расстоянии 110 м от места аварии, в котором может находиться до 10 человек персонала.

Прогнозирование и оценка последствий аварии

Сценарий 1: Взрыв топливно-воздушной смеси

Расчет параметров ударной волны выполнен в соответствии с РД 03-409-01 «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей» [2].

Исходные данные: масса горючего в облаке $M_g = 10000$ кг, удельная теплота сгорания $q_g = 4,7 \times 10^7$ Дж/кг.

Эффективный энергозапас ТВС составил:

$$E = 2 \cdot M_g \cdot q_g = 2 \cdot 10000 \cdot 4,7 \times 10^7 = 9,4 \times 10^{11} \text{ Дж.}$$

Ожидаемый режим взрывного превращения — дефлаграция со скоростью фронта пламени $V_g = 200$ м/с. На заданном расстоянии $r = 110$ м параметры ударной волны составили:

- избыточное давление $\Delta P = 31410$ Па;
- импульс фазы сжатия $I = 3387$ Па·с.

Оценка поражающего действия ударной волны с использованием пробит-функций представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Вероятность поражения объектов и людей

Объект / вид поражения	Рассчитанная вероятность, %
Повреждение стен здания (возможно восстановление)	90
Разрушение здания (подлежит сносу)	35
Разрыв барабанных перепонок у людей	3
Нокдаун или отброс людей волной давления	0

С вероятностью 35% здание цеха подготовки сырья получит сильные разрушения, что приведет к образованию завала.

Расчет сил и средств для АСДНР (при взрыве)

Параметры завала:

- Размеры завала: $72 \times 5272 \times 52$ м, высота $h=0,59$ м, объем $V_{\text{зав}}=2065$ м³.
- Потери персонала: общие – 8 чел., безвозвратные – 3 чел., санитарные – 5 чел.

Расчет необходимого количества личного состава (на 1 сутки работ) выполнен по методическим рекомендациям и сведен в таблицу 2.

Таблица 2 – Численность формирований для ликвидации последствий взрыва

Формирование	Количество, чел.
Сводная механизированная группа (СМГ)	23
Звенья ручной разборки (ЗРР)	28
Отряд первой медицинской помощи (ПМП)	8
Пожарный отряд	6
Итого для спасательных работ	65
Звено расчистки подъездных путей	2
Аварийно-техническая команда (КЭС)	7
Итого для неотложных работ	9
ОБЩАЯ ЧИСЛЕННОСТЬ ГРУППИРОВКИ СИЛ	74

Техническое оснащение группировки включает: автокран, экскаватор, бульдозеры (2 ед.), самосвалы (2 ед.), компрессорную станцию, керосинорез, а также пожарные автомобили (АЦ, АР) и автомобиль скорой помощи.

Сценарий 2: Образование «огненного шара» и пожар пролива

Расчет интенсивности теплового излучения выполнен по ГОСТ Р 12.3.047-2012 [3].
Эффективный диаметр огненного шара:

$$Ds=6,48 \cdot M_{г0,325}=6,48 \cdot 100000,325=129 \text{ м. } Ds=6,48 \cdot M_{г0,325}=6,48 \cdot 100000,325=129 \text{ м.}$$

Время существования огненного шара:

$$\tau_s=0,852 \cdot M_{г0,26}=0,852 \cdot 100000,26=10 \text{ с. } \tau_s=0,852 \cdot M_{г0,26}=0,852 \cdot 100000,26=10 \text{ с.}$$

Интенсивность теплового излучения на расстоянии 110 м:

$$q=E_f \cdot F_q \cdot \tau=350 \cdot 0,145 \cdot 0,93=47,2 \text{ кВт/м}^2. q=E_f \cdot F_q \cdot \tau=350 \cdot 0,145 \cdot 0,93=47,2 \text{ кВт/м}^2.$$

Доза теплового излучения: $Q=q \cdot \tau_s=472 \text{ Дж/м}^2$ $Q=q \cdot \tau_s=472 \text{ Дж/м}^2$. Условная вероятность поражения человека (пробит-функция $Pr=4,12$) составляет 19%.

После огненного шара возникает пожар пролива в резервуаре ($S=4,6$ м²) и в обваловании ($S=15$ м²).

Расчет сил и средств для тушения пожара

Для охлаждения горящего резервуара требуется 2 ствола РС-70 (личный состав – 5 чел.). Для тушения пожара пеной средней кратности (ГПС-600) необходимо:

- в обваловании – 1 ствол ГПС-600;
- в резервуаре – 1 ствол ГПС-600.

Общий расход пенообразователя: $V_{\text{по}}=1037$ л. Результаты расчета сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Силы и средства для ликвидации пожара

Наименование	Количество
Личный состав (с учетом резерва), чел.	18
Пожарный автомобиль АЦ-40 (131), ед.	1
Пожарный автомобиль АВ-40 (375)-Ц50, ед.	1
Пожарный пеноподъемник (ППП), ед.	1

Организация взаимодействия при ликвидации ЧС

Успех ликвидации последствий аварии на взрывопожароопасном объекте напрямую зависит от четкой организации управления и слаженного взаимодействия всех привлекаемых сил и средств. В соответствии с требованиями Федерального закона № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и постановления Правительства РФ от 30.12.2003 № 794, на ООО «ПолиМикс Казань» разработана система взаимодействия, основанная на принципах единоначалия, централизации управления и четкого разграничения зон ответственности [6][7].

На предприятии разработана система оповещения и схема взаимодействия между нештатным аварийно-спасательным формированием (НАСФ), газоспасательной службой (ООО «ПРОМГАЗСЕРВИС»), пожарной частью № 8 и службой охраны. Ответственный руководитель работ организует пункт управления, определяет сектора работ и обеспечивает безопасность личного состава (контроль СИЗ, дозиметрический контроль, выставление постов наблюдения за конструкциями).

Таким образом, организация взаимодействия на ООО «ПолиМикс Казань» строится на сочетании заблаговременного планирования, четкого распределения функций, наличия отлаженной системы оповещения и оперативного переподчинения сил прибывшему руководству. Привлекаемые силы (74 человека личного состава и 13 единиц техники для сценария с взрывом, 18 человек и 3 ед. техники для сценария с пожаром) действуют в рамках единого замысла РЛЧС, что обеспечивает комплексный подход к ликвидации ЧС и минимизацию ущерба.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокий уровень техногенной опасности нефтехимических производств, устойчивая статистика аварий с тяжелыми последствиями, ужесточение требований надзорных органов, необходимость детальной проработки вопросов взаимодействия на местах, а также региональная специфика — определяет безусловную актуальность выбранной темы исследования. Разработанные в работе мероприятия по организации и ведению АСДНР при аварии со взрывом на ООО «ПолиМикс Казань» имеют как теоретическую значимость (в части методик прогнозирования), так и практическую ценность (в виде конкретных расчетов сил и средств и плана взаимодействия), позволяя повысить уровень защищенности объекта и снизить потенциальный ущерб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уроки, извлеченные из аварий // Ростехнадзор: официальный сайт. – URL: <https://www.gosnadzor.ru/industrial/oil/lessons/> (дата обращения: 15.02.2023).
2. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 03.11.2022 № 387 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» (включает РД 03-409-01). – М., 2022.
3. ГОСТ Р 12.3.047-2012. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М.: Стандартинформ, 2014. – 58 с.

4. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». – М., 1997.
5. Терещенко В.В. Тактика тушения пожаров: учебник. – М.: Калан, 2017. – 512 с.
6. Разъяснения Генеральной прокуратуры РФ «Порядок действия организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, в случае возникновения аварий».
7. КонсультантПлюс. «Организация руководства при ликвидации ЧС» // Постановление Правительства РФ № 794.

УДК 502/504:614.84

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ КРУПНЫХ ПОЖАРОВ И СТРАТЕГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ

Прищепов К.А.

Качурин А.С.

Университет гражданской защиты

Аннотация. В тезисе анализируются экологические последствия крупных лесных пожаров, включая прямые эффекты (уничтожение растительности, выбросы CO₂ до 300 т/га), вторичные (эрозия почв на 50–100 т/га, загрязнение водоемов токсинами) и долгосрочные (изменение микроклимата, снижение плодородия на 40–60%). Рассматриваются стратегии восстановления: фито- и агролесовосстановление с посевом пионерных видов, биоинженерные меры (террасирование, микробные инокулянты), ГИС-мониторинг и государственные программы (например, МЧС Беларуси). Комплексный подход позволяет сократить сроки реабилитации до 5–7 лет и снизить риски рецидивов на 60–80%, способствуя устойчивому развитию.

Ключевые слова: лесные пожары, экологические последствия, эрозия почв, биоразнообразие, выбросы CO₂, фиторемедиация, агролесовосстановление, ГИС-мониторинг, восстановление экосистем, устойчивое развитие.

ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF MAJOR FIRES AND STRATEGIES FOR THE RESTORATION OF TERRITORIES

Prishchepov K.A.

Kachuryn A.S.

University of Civil Protection

Abstract. In Belarus's agro-industrial complex (AIC), fires on grain harvesters lead among man-made emergencies—they account for about 25% of all incidents involving agricultural machinery ignitions. Most cases occur during daytime hours (67%, peaking at 14:00–16:00) in hot, dry weather, when engine compartment overheating poses the main threat. Key causes: electrical equipment failures (34%), fuel leaks and exhaust gases (24%), and overheating of friction nodes (16%).

Keywords: forest fires, environmental impacts, soil erosion, biodiversity, CO₂ emissions, phytoremediation, agroforestry, SIS monitoring, ecosystem restoration, sustainable development.

Крупные пожары представляют собой одну из наиболее разрушительных форм чрезвычайных ситуаций, оказывая глубокое и многогранное воздействие на экосистемы, климат и здоровье человека. Они приводят к прямому уничтожению растительности, деградации почв, потере биоразнообразия, а также высвобождению огромных объемов парниковых газов, что усугубляет глобальное потепление. Восстановление пострадавших территорий требует системного подхода, сочетающего природоохранные, инженерные и социально-экономические стратегии, с учетом специфики регионов вроде Беларуси, где лесные массивы играют ключевую роль в экобалансе.

Экологические последствия крупных пожаров

Прямые эффекты пожаров включают полное или частичное выгорание растительного покрова на площадях от тысяч до миллионов гектаров. В умеренном климате, как в Беларуси и соседних странах, лесные пожары уничтожают хвойные и лиственные породы, нарушая круговорот веществ: один гектар тайги при интенсивном горении теряет до 150–250 тонн биомассы, высвобождая 100–300 тонн CO₂-эквивалента. Это усиливает парниковый эффект — по данным ООН, лесные пожары в 2020–2025 гг. внесли до 20% антропогенных выбросов метана и сажи. [1],[3]

Сопутствующая эрозия почв возникает из-за гибели корневой системы, фиксирующей грунт: в первые дожди смыв плодородного слоя достигает 50–100 т/га, что приводит к оползням и заиливанию рек. В степных и лесостепных зонах эрозия провоцирует пустынизацию, снижая гумусовый слой на 40–60% за 1–2 года. Биоразнообразие страдает критически: погибают 70–90% наземных насекомых, гнездящихся птиц и мелких млекопитающих, а миграция крупных животных нарушается на годы; эндемичные виды (например, редкие орхидеи в белорусских лесах) могут исчезнуть локально.

Вторичные и долгосрочные эффекты

Водные экосистемы загрязняются пеплом, зольными частицами и токсинами: полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), диоксины и тяжелые металлы (свинец, кадмий) из сгорающих отходов попадают в грунтовые воды, вызывая эвтрофикацию озер и рек. В Беларуси после крупных пожаров 2021–2024 гг. отмечено снижение кислорода в водоемах на 30%, гибель рыбы и накопление токсинов в пищевой цепи. Микроклимат меняется: выжженные зоны нагреваются на 5–10°C, снижая влажность и повышая риск повторных пожаров в засушливые периоды.

Социально-экономические последствия включают потерю лесных ресурсов (древесина, ягоды, грибы), что бьет по сельскому хозяйству: пастбища деградируют, урожайность падает на 20–50%. Здоровье населения страдает от вдыхания дыма — респираторные заболевания растут на 15–25% в радиусе 100 км, с пиками онкологии через 10–15 лет из-за канцерогенов.

Стратегии восстановления территорий

Фито- и агролесовосстановление. Первичный этап — посев быстрых пионерных видов (овсяница красная, люцерна, сосна обыкновенная) для фиксации почвы за 1–2 года. В Беларуси программы МЧС и Минприроды предусматривают посадку 15–25 тыс. га ежегодно, с использованием семян местной селекции для сохранения генетики. Агролесомелиорация сочетает лесные полосы с пастбищами, повышая продуктивность на 30%.

Инженерные и биотехнологические меры. Террасирование склонов, мульчирование соломой или гидрогелем предотвращает эрозию на 80%; микробные инокулянты (бациллы, грибы-микоризники) ускоряют разложение органики и накопление гумуса в 2–3 раза. Биоинженерия с дронами для точного посева семян охватывает труднодоступные зоны, сокращая сроки на 40%.

Мониторинг и управление. ГИС-технологии и спутниковый контроль (Sentinel-2, Landsat) отслеживают регенерацию; дроны с мультиспектральными камерами выявляют очаги деградации. Государственные планы ГОСЧС интегрируют восстановление в предупреждение ЧС: буферные зоны, контролируемые выжигания и противопожарные минерализованные полосы шириной 5–10 м.[2],[4]

Перспективы и инновации

Комплексный подход снижает риски рецидивов на 60–80%, способствуя устойчивому развитию по принципам ЕС "Зеленого курса". Инновации — генетически модифицированные саженцы устойчивые к засухе, углеродные фермы для секвестрации CO₂ и ИИ-прогнозирование пожаров — ускоряют реабилитацию до 5–7 лет. В Беларуси пилотные проекты в Брестской и Гомельской областях демонстрируют рост биоразнообразия на 50% через 3 года, подтверждая эффективность. Необходима межведомственная координация МЧС, Минсельхозпрода и местных сообществ для долгосрочного успеха.[5]

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние лесных пожаров на экосистему и пути восстановления [Электронный ресурс] // Tellmi.ru. – 2025. – URL: <https://tellmi.ru/blog/vliyanie-lesnix-pozharov-otsenka-i-vosstanovlenie>. дата доступа - 24.02.2026.
2. Горячие последствия лесных пожаров [Электронный ресурс] // Forest-save.ru. – 2023. – URL: <https://forest-save.ru/esg-blog/novosti/goryachie-posledstviya>. дата доступа - 24.02.2026.
3. Картографирование восстановления территорий после пожаров [Электронный ресурс] // Esri.com. – 2022. – URL: <https://www.esri.com/ru-ru/industries/wildland-fire/strategies/rehabilitation>. дата доступа - 24.02.2026.
4. Пожары в экосистемах: причины, последствия и пути предотвращения [Электронный ресурс] // Zhabinka.brest-region.gov.by. – 2010. – URL: <https://zhabinka.brest-region.gov.by/special/ru/2010-11-11-09-58-12-466-ru/view/pozhary-v-ekosistemax-prichiny-posledstviya-i-ot>. дата доступа - 24.02.2026.
5. Экологические последствия лесных пожаров [Электронный ресурс] // Khfrc.ru. – 2024. – URL: <http://www.khfrc.ru/news/news-khfrc/kak-lesnye-pozhary-vliayut-na-okruzhayushchuyu-sredu.html>. дата доступа - 24.02.2026.

УДК 614.841.3

ОГНЕПРЕГРАДИТЕЛЬ «ЕРШ» КАК СРЕДСТВО ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЖАРА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ АСПИРАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Рассади́ков Д.Н., Рома́нюк Е.В.

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России»

Аннотация. В данной статье рассматривается огнепреградитель «Ерш» предназначенный для производственных аспирационных систем лакокрасочных производств, обеспечивающий локализацию пламени, снижение аэродинамического сопротивления и регенерацию огнепреграждающих элементов.

Ключевые слова: огнепреградитель, лакокрасочное производство, аэрозольные загрязнения, предотвращение распространения пожара, аспирация.

FLAME ARRESTER «YERSH» AS A MEANS OF PREVENTING FIRE DISSEMINATION IN INDUSTRIAL ASPIRATION SYSTEMS OF PAINT AND VARNISH PRODUCTIONS

Rassadnikov D.N., Romanyuk E.V.

State Fire Academy, the Ministry of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Abstract. This article discusses the flame arrester «Yersh», which is designed for industrial aspiration systems in paint production facilities. It provides flame localization, reduces aerodynamic resistance, and regenerates fire-blocking elements.

Keywords: flame arrester, paint and farnish production, aerosol pollution, fire prevention, aspiration.

Лакокрасочные производства относятся к категории объектов с повышенной пожарной опасностью, что обусловлено использованием легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, а также образованием паров растворителей и красочных аэрозолей в процессе нанесения покрытий. Существенную роль в обеспечении безопасных условий труда играют системы вентиляции и аспирации, предназначенные для удаления загрязнённого воздуха и снижения концентрации вредных веществ. Вместе с тем данные системы при возникновении очага загорания могут способствовать быстрому распространению пламени и продуктов горения по производственным коммуникациям.

Одним из наиболее распространённых технических средств, применяемых для локализации пожара и предотвращения его распространения, являются огнепреградители. Принцип их действия основан на гашении пламени за счёт интенсивного теплоотвода, дробления потока и разрушения фронта горения при прохождении через огнепреграждающие элементы. Однако эксплуатационный опыт показывает, что классические огнепреградители, особенно сухого типа с плотной мелкоячеистой структурой, имеют ограниченную эффективность в условиях лакокрасочных производств. Основным недостатком традиционных конструкций является их склонность к засорению жидкими и твёрдыми аэрозолями, содержащимися в вентиляционных потоках. Осаждение аэрозольных частиц на огнепреграждающих элементах приводит к росту аэродинамического сопротивления, снижению пропускной способности вентиляции и необходимости увеличения мощности тяги. В результате повышаются энергозатраты и создаются предпосылки для образования пожароопасных концентраций. Таким образом, применение классических огнепреградителей в аспирационных системах покрасочных цехов зачастую оказывается нецелесообразным. Анализ существующих технических решений, включая комбинированные устройства искрогашения, пламепреграждения и конденсации паров растворителей, показывает, что даже более совершенные конструкции требуют сложного обслуживания. В частности, очистка огнепреграждающих элементов нередко осуществляется с применением растворителей под давлением, пары которых сами по себе представляют дополнительную пожарную опасность. Указанные обстоятельства определили необходимость разработки нового огнепреградителя, адаптированного к условиям аэрозольных производств.

Таким устройством является огнепреградитель «Ерш» [1], конструкция которого ориентирована на снижение пожарной опасности, уменьшение аэродинамического сопротивления и обеспечение возможности регенерации огнепреграждающего элемента. Устройство представляет собой металлический корпус, увеличенный по отношению к защищаемому воздуховоду, внутри которого сформирована огнепреграждающая решётка из металлических ершовидных элементов, установленных в шахматном порядке. Принципиальной особенностью огнепреградителя «Ерш» является возможность очистки огнепреграждающей решётки в процессе эксплуатации. Ершовидные элементы приводятся во вращение с помощью электропривода, расположенного вне корпуса устройства, что обеспечивает их взаимное трение и удаление оседающих аэрозольных частиц. Счищаемый осадок удаляется через шиберную заслонку в нижней части корпуса. Такое решение позволяет поддерживать стабильные аэродинамические характеристики вентиляционной системы без применения горючих жидкостей и без остановки технологического процесса. При возникновении пожара искры и пламя, перемещающиеся с газовоздушным потоком, попадают в объём огнепреградителя, где за счёт увеличенной длины пути распространения, интенсивного теплоотвода и многократных соударений с металлическими элементами происходит разрушение фронта горения и гашение пламени. Увеличенный объём корпуса по

сравнению с сечением воздуховода дополнительно снижает скорость потока, повышая надёжность локализации пожара.

Для оценки работоспособности огнепреградителя «Ерш» разработан экспериментальный стенд, имитирующий участок вентиляционной системы. Методика испытаний предусматривает проверку способности устройства локализовать пламя в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53323–2009 [2], а также оценку его ресурса и регенерационной способности при воздействии красочного аэрозоля. Контроль осуществляется путём измерения температур и перепадов давления до и после огнепреградителя. Проведение таких испытаний позволяет определить допустимые значения аэродинамического сопротивления, периодичность регенерации и время восстановления эксплуатационных характеристик устройства. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения огнепреградителя «Ерш» в системах вентиляции лакокрасочных производств и других объектов, где воздушные потоки содержат аэрозольные загрязнения.

Таким образом, огнепреградитель «Ерш» может рассматриваться как элемент комплексной системы обеспечения пожарной безопасности, сочетающий функции локализации пламени и поддержания эффективной работы вентиляции. Предложенные конструктивные решения открывают возможности для дальнейшего развития и адаптации огнепреградителей к условиям современных аэрозольных производств.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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/vniipo.pb.2024.114.1.004
2. ГОСТ Р 53323-2009 Огнепреградители и искрогасители. Общие технические требования. Методы испытаний. – М.: Стандартиформ, 2009. – 14 С.

УДК 678.675:614.841.332

ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ КОНСТРУКЦИОННОГО ПОЛИАМИДА, МОДИФИЦИРОВАННОГО КОМПЛЕКСНЫМ АНТИПИРЕНОМ

Рева О.В., Криваль Д.В.

Университет гражданской защиты

Аннотация. Изучены особенности термодеструкции конструкционного полиамида, содержащего минимально допустимую концентрацию многокомпонентного замедлителя горения синергического действия. Доказано, что сочетание соединений газофазного и твердофазного действия в оптимальном соотношении в комплексе с структурирующими тугоплавкими добавками обеспечивает требуемую огнестойкость полиамидного композита с сохранением конструкционных свойств.

Ключевые слова: композиционные материалы на основе полиамида-6, аммонийные фосфаты, каркасообразующие минеральные добавки, термодеструкция.

FEATURES OF THERMAL DESTRUCTION THE STRUCTURAL POLYAMIDE MODIFIED WITH A COMPLEX FLAME PYRENATE

Reva O.V., Krival D.V.

University of Civil Protection

Abstract. The thermal degradation characteristics of a structural polyamide containing the minimum permissible concentration of a multicomponent flame retardant with a synergistic effect were studied. It has been proven that the combination of gas-phase and solid-phase compounds in an optimal ratio, in combination with structuring refractory additives, provides the required fire resistance of the polyamide composite while maintaining its structural properties.

Keywords: composite materials based on polyamide-6, ammonium phosphates, frame-forming mineral additives, thermal destruction.

Одной из серьезных проблем получения огнестойких полиамидных конструкционных материалов является существенное снижение физико-механических показателей конечного композита при внесении замедлителя горения в полимерную матрицу. Как органические антипирены (полифосфинаты, меламин), так и неорганические (аммонийные фосфаты, красный фосфор, гидроксиды и карбонаты двухвалентных металлов) обеспечивают стойкость материала к горению не ниже категории ПВ-0 только при концентрации не менее 20-25 масс. %, тогда как механическая прочность полимерного композита обычно резко понижается при достижении содержания примесей ~15 масс. %. В связи с этим требуется разработка новых многокомпонентных замедлителей горения синергического действия, которые обеспечат требуемую по ГОСТ огнестойкость полиамида при минимальной концентрации.

Комплексом исследований нами доказано [1, 2], что необходимыми характеристиками замедлителей горения для полиамида являются выделение летучих ингибиторов горения в газовую фазу, и образование минеральных скелетов и карбонизированных структур, изолирующих твердую фазу, причем установлено, что формирование минерального каркаса не только способствует потуханию пламени, но и также блокирует растекание полимера и каплепадение [2].

Полученные данные были использованы для разработки нового многокомпонентного антипирена синергического действия. Исследуемые композиции замедлителей горения содержали в различных сочетаниях соединения, активно выделяющие при разложении инертные и ингибирующие горение газы, и тугоплавкие основы роста минеральных каркасов. Новый замедлитель горения включал: смесь нетоксичных синтетических нестехиометрических аммонийных фосфатов многовалентных металлов (НЗГ), меламин, пентаэритрит и ряд минеральных добавок ($(\text{CaH}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), NH_4Cl ; молотый гранит) в различных массовых соотношениях. Согласно проведенным исследованиям, наивысшую огнестойкость проявляет полиамидный композит, содержащий ~15 масс. % комплексной огнезащитной композиции; тогда как скачкообразное ухудшение физико-механических характеристик конструкционного материала происходит после увеличения содержания многокомпонентного антипирена более 12 масс. %. Поскольку эта концентрация разработанного ЗГ для конструкционного полиамида является критической, исследования закономерностей термодеструкции были проведены именно для композита данного состава.

Согласно данным дифференциальной сканирующей калориметрии, зона температур плавления и разложения исходного и огнезащищенного полиамида практически не изменяется, что связано с совпадением температурных интервалов разложения полимера и замедлителя горения. Однако тепловыделение для модифицированного материала снижено в 5,5-6 раз, Рисунок, что и приводит к затуханию материала в отсутствие принудительного нагрева. Кривые потери массы для исходного и модифицированного полимера также близки, однако если исходный полиамид сгорает практически полностью (коксовый остаток ~1 %), то модифицированный замедлителем горения формирует заметную коксовую корку – остаток составляет ~8,43 %.

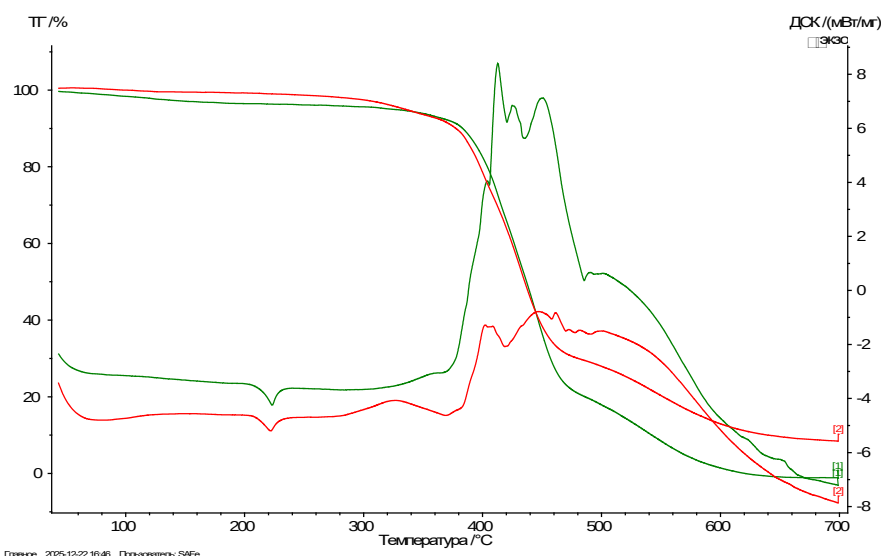


Рисунок 1 – Термогравиметрические кривые для необработанного (зеленые линии) и огнезащищенного (красные линии) полиамидного материала

Таким образом, многокомпонентный антипирен, оптимально сочетающий соединения газофазного и твердофазного действия со структурирующими тугоплавкими добавками, обеспечивает огнестойкость полиамидного композита с сохранением конструкционных свойств при минимально допустимой концентрации 12 масс. %. Одним из важнейших условий успешного огнезащитного действия малого количества антипирена является совпадение температурных интервалов плавления и разложения полиамида и ряда компонентов замедлителя горения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рева, О. В. Исследование закономерностей термодеструкции азот-фосфорсодержащих замедлителей горения, применяемых для огнезащиты полиамида 6 / О. В. Рева, Д. В. Криваль // Полимерные материалы и технологии. – 2018. – Т. 4, № 2. – С. 77–84.
2. Рева, О. В. Органоминеральные композиции синергического действия для огнезащиты полиамидных полимеров / О. В. Рева, Д. В. Криваль // Полимерные материалы пониженной горючести : сб. тез. докл. X Междунар. конф., 14–18 сент. 2021 г. / Рос. акад. наук [и др.] ; редкол.: А. А. Берлин (гл. ред.) [и др.]. – Кокшетау, 2021. – С. 75–77.

УДК 676.26:661

ПРИДАНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГОФРАКАРТОНА

Рева О.В., Коваль В.В., Чашев Е.Д.

Университет гражданской защиты

Аннотация. Экспериментально установлено, что наибольшая огнестойкость достигается в случаях пропитки технической бумаги 10 % растворами $\text{Na}_4\text{B}_2\text{O}_7$, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ и Na_2CO_3 , в результате чего скорость горения целлюлозного материала замедляется в 4-5 раз и после 3-5 секунд пламенного горения образец затухает.

Ключевые слова: гофра картон, небеленая целлюлоза, экологичная тара, вторичное сырье, нетоксичные замедлители горения, огнестойкие целлюлозные волокна, модифицированная техническая бумага.

FIREPROOFING OF TECHNICAL PULP FOR CORRUGATED BOARD PRODUCTION

Reva O.V., Koval V.V., Chashev E.D.

University of Civil Protection

Abstract. It has been experimentally established that the highest fire resistance is achieved in cases of impregnation of technical paper with 10% solutions of $\text{Na}_4\text{B}_2\text{O}_7$, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ and Na_2CO_3 , as a result of which the rate of combustion of cellulose material slows down 4-5 times and after 3-5 seconds of fiery combustion sample decays.

Keywords: corrugated cardboard, unbleached pulp, eco-friendly containers, recycled materials, non-toxic flame retarders, flame-resistant cellulose fibers, modified technical paper.

В настоящий момент весьма актуальным является повышение физико-механических и эксплуатационных характеристик упаковочных материалов из небеленой целлюлозы, в первую очередь гофрокартона, поскольку с расширением ассортимента сложно технической продукции с высокой стоимостью к транспортировочной и складской упаковке появляются новые требования. Требуется защита груза не только от климатических и механических воздействий, но и от неблагоприятной газовой среды и локальных возгораний с максимально возможным ограничением площади распространения огня. Проблемы повышения механической прочности технической бумаги и картона исследуются уже достаточно долго и решаются модификацией технологического режима производства или введением в состав бумаги упрочняющих соединений и синтетических волокон [1]; тогда как огнестойкость мешочной бумаги и картона для гофра коробок и ящиков практически не изучена. Работы по огнезащитной обработке целлюлозных материалов для тары или упаковки в литературных источниках не обнаружены. Тем не менее исследования в этой области весьма актуальны – они помогут снизить пожарные риски при хранении и транспортировке ценных грузов.

При разработке антипиреющих композиций для технической целлюлозы требуется обеспечить одновременное соблюдение многих условий: отсутствие тления, минимальное влияние обработки на внешний вид, воздухопроницаемость и прочностные свойства технической бумаги; низкую токсичность, экономичность, что совпадает с требованиями для огнезащиты текстильных изделий из натуральных волокон [2]. Наиболее технически простым решением является введение замедлителей горения в бумажную массу на этапе ее формовки с получением композитных материалов, для чего были использованы растворы ряда нетоксичных доступных неорганических соединений, таблица 1, известных как эффективные замедлители горения. Растворы замедлителей горения (ЗГ) вводились в водную суспензию, полученную из сульфатной небеленой хвойной целлюлозы, в количестве 10 % от массы сухого волокна, которая далее выливалась на сито (по технологии формования крафтовой бумаги). Полученные влажные образцы бумаги (отливки), массой 120 г/м^2 , подвергали прессованию валиком и высушивали в сушильном шкафу Экрос ES-4620 при температуре $105 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ до остаточной влажности 4–7 %. После термостатирования 1 сутки при комнатной температуре, проводили огневые испытания полос бумаги шириной 5 см по СТБ 11.03.02-2010 для текстильных изделий, так как для бумаги нормативные документы по огневым испытаниям отсутствуют, а данный тип технической бумаги по физико-механическим свойствам наиболее приближен к тонким тканям или рыхлым нетканым материалам типа «спанбонд». При проведении огневых испытаний выяснилось, что требуемая огнестойкость целлюлозного материала не достигается ни в одном из вариантов обработки; все исследуемые образцы прогорают по всей длине (22 см), хотя скорость горения существенно различается для бумаги с добавками различной природы. Таким образом, либо волокна целлюлозы неспособны сорбировать достаточное количество антипирена из истинного раствора и требуется использовать для их обработки коллоидные растворы или мелко дисперсные суспензии ЗГ; либо проблема обеспечения огнестойкости

заключается в технологических приемах внедрения ЗГ в целлюлозную матрицу без нарушения основных эксплуатационных характеристик конечного изделия в виде технической бумаги и гофрокартона.

На следующем этапе исследований нами была проведена пропиточная обработка готовой технической бумаги из небеленой целлюлозы в 10 % растворах тех же неорганических солей и после механического отжима высушивалась как на воздухе, так и в сушильном шкафу при 110 ± 2 °С, после чего проводили огневые испытания.

Огневые испытания показали, что в ряде случаев, даже когда образец модифицированной бумаги сгорает полностью (22 см), горение значительно замедляется с сохранением скелета материала. Наиболее эффективна огнезащитная обработка в случаях пропитки технической бумаги растворами $\text{Na}_4\text{B}_2\text{O}_7$, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ и Na_2CO_3 вне зависимости от условий сушки, таблица 1.

Таблица 1 – Результаты огневых испытаний технической бумаги после пропиточной огнезащитной обработки

Антипирен	сушка при 110 ° С		сушка на воздухе	
	Длина сгоревшего участка, см	Время горения, с	Длина сгоревшего участка, см	Время горения, с
$\text{Na}_4\text{B}_2\text{O}_7$	16,50	9,42 (затухание)	4,70	1,21 (затухание)
NH_4F	22,00	3,11	22,00	2,35
NH_4Cl	22,00	1,64	13,83	13,20 (затухание)
Na_3PO_4	22,00	5,95	22,00	3,36
$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$	5,50	4,04 (затухание)	14,17	7,45 (затухание)
Na_2CO_3	3,83	1,87 (затухание)	2,33	3,89 (затухание)

По сочетанию всех показателей наилучший результат получен при обработке технической бумаги раствором Na_2CO_3 , что весьма перспективно для последующих модификаций материала и технологии получения крафтовой бумаги и гофрокартона, поскольку данный реагент не только экологически безопасен и не препятствует повторной переработке бумаги, но и экономически очень дешев и доступен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов С.Н. Технология бумаги. Изд. 3-е. – М: Школа бумаги. – 2006. – 696 с.
2. Разработка огнезащитного состава для текстильных материалов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ru.plita.org>. – Дата обращения: 05.09.2025.

УДК 614.84

СИСТЕМЫ АНАЛИЗА РИСКОВ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Рокало Д.И.

Говор Э.Г., Курский И.А.

Университет гражданской защиты

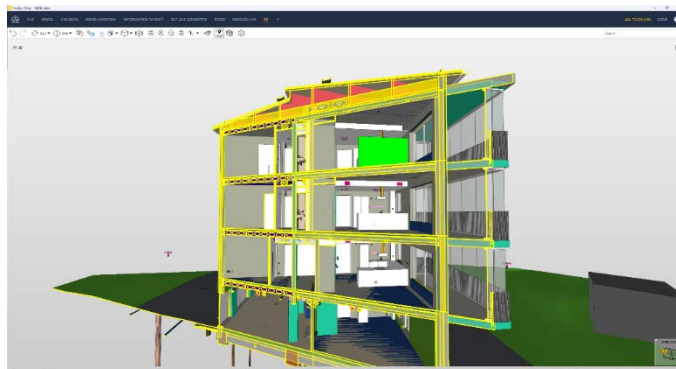
В современных условиях стремительной урбанизации и технологического развития обеспечение безопасности зданий и сооружений становится одной из ключевых задач архитекторов, инженеров и специалистов в области гражданской защиты. Пожары остаются одной из наиболее опасных техногенных угроз, ежегодно приводящих к значительным человеческим жертвам и экономическим потерям. Традиционные методы проектирования противопожарных систем зачастую основаны на ручных расчетах и использовании статических моделей, что не позволяет в полной мере учитывать динамику реальных сценариев возникновения и распространения пожара, а также влияние различных факторов окружающей среды и поведения людей.

В последние годы активно развивается применение цифровых технологий в строительстве, среди которых особое место занимает концепция информационного моделирования зданий — BIM (Building Information Modeling). BIM представляет собой цифровую среду, в которой формируется интегрированная информационная модель здания, содержащая геометрические параметры, инженерные системы, материалы конструкций и другие данные. Такая модель фактически является цифровым представлением объекта, позволяющим анализировать его характеристики на всех этапах жизненного цикла: от проектирования и строительства до эксплуатации и модернизации.

Использование BIM-технологий позволяет создавать так называемые «цифровые двойники» зданий — виртуальные копии реальных объектов, в которых отображаются все элементы конструкции и инженерные системы [1]. Так, в феврале 2021 года в АО «ВНИИАЭС» (входит в «Росатом») стартовали практические работы по созданию первого в России и мире так называемого цифрового двойника АЭС малой мощности (АСММ). Цифровой двойник АСММ включает в себя расчётные коды, моделирующие физические процессы в АСММ в различных режимах эксплуатации, средства моделирования, базы данных и сервисное программное обеспечение [3]. Такие цифровые двойники дают возможность моделировать различные сценарии эксплуатации и чрезвычайных ситуаций, включая пожарные риски. А при интеграции BIM-моделей с алгоритмами искусственного интеллекта появляется возможность более масштабного автоматизированного анализа данных, выявления скрытых закономерностей и прогнозирования потенциальных угроз [2]. Искусственный интеллект анализирует поступающие данные, прогнозируя вероятность аварий с точностью до 85%, что подтверждено пилотными проектами на объектах "Лукойла" [4].

Для создания BIM-моделей и цифровых двойников зданий в настоящее время используется широкий спектр специализированных программных комплексов. Наиболее распространенными являются системы автоматизированного проектирования и информационного моделирования, такие как ArchiCAD, AutoCAD и Компас-3D. Эти программные продукты позволяют разрабатывать детализированные трехмерные модели зданий, включающие архитектурные элементы, инженерные системы и конструктивные решения. Кроме того, для создания отдельных трехмерных объектов и элементов часто используется программа SketchUp, которая отличается простотой освоения и широкими возможностями визуализации.

В международной практике также применяются специализированные платформы для



анализа BIM-моделей и проверки их соответствия нормативным требованиям. Одной из наиболее известных является Solibri Model Checker — специализированное приложение для анализа BIM-моделей, содержащее около 300 встроенных правил проверки, связанных с эвакуацией людей, управлением пространством и обеспечением доступности зданий. Пользователь может выбрать набор правил, задать необходимые параметры и автоматически запустить процесс проверки модели. Подобные системы позволяют существенно ускорить процедуру анализа проекта и снизить вероятность проектных ошибок [5].

Рис. 1 — Специализированное приложение для анализа BIM-моделей

Помимо указанных программных решений существуют и другие специализированные инструменты, такие как BIM Assure, Jotne Express Data Manager (EDM) и Daima. Они предназначены для управления данными BIM-моделей, проверки соответствия проектных решений нормативным требованиям и обеспечения обмена информацией между различными участниками строительного процесса. Несмотря на высокий уровень функциональности, многие из этих систем имеют определенные ограничения, связанные с жестко заданными правилами проверки и ограниченными возможностями их изменения пользователями [6].

Несмотря на то, что в странах СНГ внедрение BIM и искусственного интеллекта в пожарной безопасности только начинается и сталкивается с трудностями из-за отсутствия локальных данных, именно симбиоз этих технологий является ключевым вектором развития. Поскольку реальные эксперименты затратны, компьютерное моделирование становится главным источником данных для обучения ИИ. Переход к использованию цифровых двойников и интеллектуального анализа, адаптированных под местные архитектурные особенности, позволит преодолеть текущее отставание и вывести проектирование противопожарных мероприятий на качественно новый уровень, что в конечном итоге приведет к созданию более безопасной городской среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Riccardo Levante, Data Management and Virtual Reality Applications of BIM models. Masters Thesis in Building Technology Nr 464, KTH ROYAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY SCHOOL OF ARCHITECTURE AND THE BUILT ENVIRONMENT, 2018
2. Weyer S., Meyer T., Ohmer M., Gorecky D., Zühlke D. Future modeling and simulation of CPS-based factories: An example from the automotive industry // IFAC PapersOnLine. 2016. Vol. 49, N 31. P. 97—102. DOI:10.1016/j.ifacol.2016.12.168.
3. Во ВНИИАЭС началась разработка цифровых двойников атомных станций малой мощности. [Электронный ресурс] // URL: <https://rosatom-energy.ru/media/rosatom-news/vo-vniiaes-pristupili-k-razrabotke-pervogo-tsifrovogo-dvoynika-aes-maloy-moshchnosti/> (дата обращения: 14.03.2021).
4. Васильев Ю.С. Цифровые двойники в промышленности. М.: Техносфера, 2022;
5. Соловьева Е.В., Совков В.И. BIM-ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: SOLIBRI MODEL CHECKER // Сборник статей Международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Институт строительства и транспортной инфраструктуры; ФГБОУ ВО «КубГТУ»; Международный центр инновационных исследований «OMEGA SCIENCE». - У.: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2017. - С. 272-275.
6. Скворцов а.в. ОБЗОР МЕЖДУНАРОДНОЙ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В СФЕРЕ BIM // САПР и ГИС Автомобильных дорог. - 2016. - №2(7). - С. 4-48.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Слюсарева А.П.

Шакирова А.И., кандидат технических наук, доцент

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ

Аннотация. Рассматривается применение математического моделирования для прогнозирования пожаров и предупреждения ЧС. Предложены рекомендации по интеграции моделей в систему пожарной безопасности.

Ключевые слова: математическое моделирование, пожарная безопасность, чрезвычайная ситуация, прогнозирование, управление рисками.

MATHEMATICAL MODELING IN FIRE SAFETY AND EMERGENCY SITUATIONS FORECASTING

Slyusareva A.P.

Shakirova A.I., PhD in Technical Science, Associate Professor

Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev – KAI

Abstract. The article examines the application of mathematical modeling for fire forecasting and emergency prevention. Recommendations for integrating models into the fire safety system are proposed.

Keywords: mathematical modeling, fire safety, emergency situation, forecasting, CFD modeling, risk management.

Пожары остаются одним из наиболее распространенных и разрушительных видов чрезвычайных ситуаций (ЧС). В условиях усложнения инфраструктуры современных городов и промышленных объектов традиционные методы управления пожарными рисками демонстрируют ограниченную эффективность, что обуславливает необходимость внедрения инновационных подходов к анализу и прогнозированию пожаров.

Математическое моделирование выступает ключевым инструментом, позволяющим количественно оценивать вероятности возникновения пожаров, прогнозировать динамику их развития, моделировать сценарии эвакуации и обосновывать выбор превентивных мер [1]. Современные исследования демонстрируют существенный прогресс в этой области: от детального CFD-моделирования процессов горения до создания гибридных моделей, интегрированных с геоинформационными системами (ГИС).

Особого внимания заслуживают комбинированные подходы, например, гибридные физико-эмпирические модели для прогнозирования распространения пожаров в городских условиях, сочетающие надежность физических моделей с вычислительной эффективностью эмпирических методов. Современное развитие методов моделирования в области пожарной безопасности характеризуется несколькими перспективными направлениями:

1) Моделирование пожаров на промышленных объектах. Значительные успехи достигнуты в моделировании Natech-событий – техногенных аварий, инициированных природными катастрофами.

2) Прогнозирование природных пожаров. Активно развиваются методы моделирования ландшафтных пожаров с использованием спутниковых данных и машинного обучения.

3) Моделирование городских пожаров. Интеграция ГИС-технологий с гибридными моделями горения позволяет прогнозировать пожары в условиях плотной застройки с учетом ветра, теплового излучения между зданиями и переноса горящих частиц.

В рамках данного исследования было проведено практическое изучение торгово-развлекательного комплекса площадью 20 000 м² с массовым пребыванием людей. Методология исследования включала комплексный подход к анализу пожарной безопасности объекта. На первом этапе был осуществлен сбор и обработка статистических данных. Затем проводилось построение математической модели оценки рисков с учетом специфики объекта. Особое внимание уделялось моделированию различных сценариев развития пожара и анализу эффективности существующих систем противопожарной защиты [2]. Для оценки вероятности возникновения пожара широко применяется формула, основанная на статистических данных, учитывающая совместное воздействие различных причин возгорания:

$$Q(A) = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - Q_j \cdot P)$$

где $Q(A)$ - вероятность возникновения пожара при заданных условиях;

Q_j - вероятность реализации j -го опасного события или фактора;

P - условная вероятность возникновения пожара при реализации j -го фактора;

m - количество рассматриваемых факторов.

В результате исследования были получены значимые показатели вероятности возникновения пожара. Базовое значение вероятности пожара составило $Q(A) = 0,0035$. При детальном анализе выявлены ключевые факторы риска: электрооборудование ($Q_1 = 0,0012$), человеческий фактор ($Q_2 = 0,0015$) и нарушение противопожарного режима ($Q_3 = 0,0008$).

Проведенное моделирование позволило выявить критические зоны повышенного риска и оптимизировать размещение систем пожаротушения. Практическая значимость исследования заключается в повышении точности прогнозирования рисков на 30% и оптимизации расходов на противопожарные мероприятия. Внедрение разработанных моделей обеспечит существенное улучшение эффективности системы пожарной безопасности и позволило принимать более обоснованные управленческие решения.

В рамках профилактических мероприятий может быть внедрен комплексный подход, включающий регулярные проверки критических зон, своевременное обновление противопожарного оборудования и проведение практических учений персонала. Все рекомендации направлены на создание эффективной системы управления пожарной безопасностью, основанной на научно обоснованных данных.

Таким образом, реализация предложенных мер позволит существенно повысить уровень защищенности объекта от возможных возгораний, минимизировать риски возникновения чрезвычайных ситуаций и обеспечить максимальную безопасность находящихся на объекте людей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцева Н. А. Математическое моделирование: Учебное пособие. – Москва: РУТ (МИИТ), 2017. – 110 с.
2. Горбунов А. А., Пономорчук А. Ю., Иванов В. Г. Использование геоинформационных систем при принятии управленческих решений в Единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. – 2015. – № 2 (дата обращения: 25.02.2026).

АДАПТАЦИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПОЖАРА ДЛЯ РАСЧЕТА ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА В ПОМЕЩЕНИЯХ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Статкевич М.А.

Осяев В.А., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. Представлены результаты компьютерного моделирования по полевой модели динамики опасных факторов пожара в помещениях сложной геометрической формы на примере ангара. Сопоставление результатов моделирования с результатами аналогичных расчетов по интегральной модели пожара позволили повысить точность ее расчетов.

Ключевые слова: полевая модель пожара, интегральная модель пожара, опасный фактор пожара, сложная геометрическая форма.

ADAPTATION OF AN INTEGRAL FIRE MODEL FOR CALCULATION OF HAZARDOUS FIRE FACTORS IN ROOMS OF COMPLEX GEOMETRIC SHAPE

Statkevich M.A.

Osyayev V.A., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The results of computer simulations using a field model of the dynamics of fire hazards in buildings with complex geometric shapes are presented, using a hangar as an example. Comparison of the simulation results with those of similar calculations using an integrated fire model allowed for increased accuracy.

Keywords: field fire model, integral fire model, fire hazard, complex geometric shape.

Актуальность исследования опасных факторов пожара (ОФП) на начальной стадии пожара [1] в помещениях сложной геометрии обусловлена современными тенденциями в архитектуре и строительстве, которые все чаще предполагают использование нестандартных форм (отличных от прямоугольной формы). Такие архитектурные решения значительно усложняют прогнозирование наступления критических значений ОФП (повышенная температура, потеря видимости, понижение содержание кислорода и прочие) по изложенной в ГОСТ 12.1.004 [2] методике, которая не учитывает сложность геометрии нестандартных пространств. В этом контексте адаптация методики расчета по ГОСТ 12.1.004 [2] с помощью моделирования на программных комплексах, таких как Fire Dynamics Simulator (FDS) [3] и Pyrosim [4], становится актуальной.

На основании вышеизложенного проведены оценочные расчеты по определению времени наступления критических значений ОФП в помещении сложной геометрии на примере ангара. Для расчета принят ангар длиной 36 м, шириной 18,5 м и высотой 8,5 м. Моделирование проводилось для 5 пожарных нагрузок, наиболее распространённых для данного типа сооружений. Это позволило получить данные по динамике ОФП (рисунок 1) и сравнить их с результатами расчетов по методике [2].

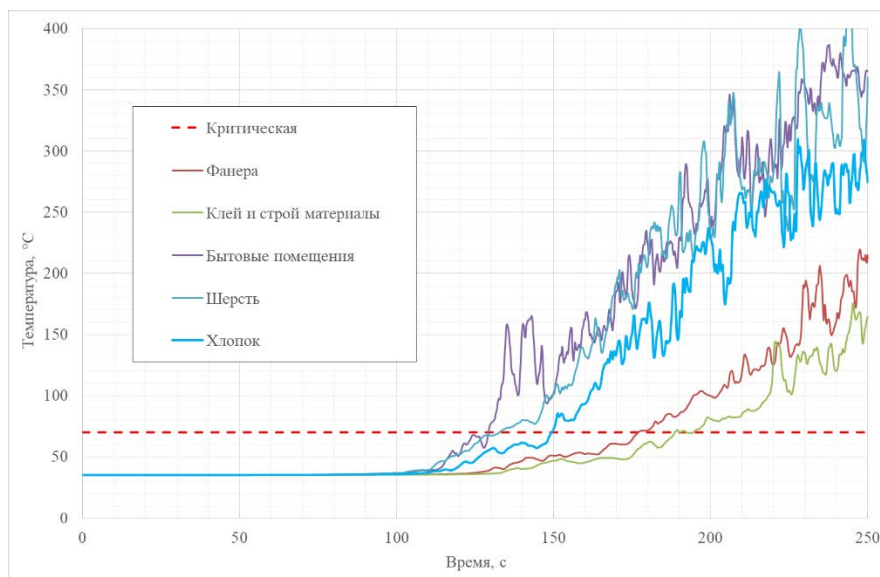


Рисунок 1 – Динамика температуры. Сценарий 1-5

По результатам сопоставления установлено, что при принятии в расчетах по [2] высоты сооружения равной верхней точке свода, время наступления ОФП в среднем на 20% выше. Данное завышение напрямую влияет на корректную оценку безопасной эвакуации людей при пожаре из данного типа сооружений.

Для решения данной проблемы предлагается в качестве расчетной высоты ангара принимать приведенную высоту, определяемую как соотношения объема к площади его основания. Проведенные проверочные расчеты показали, что время наступления критических значений ОФП становится сопоставимым с результатами расчетов по [3] (рисунок 2).

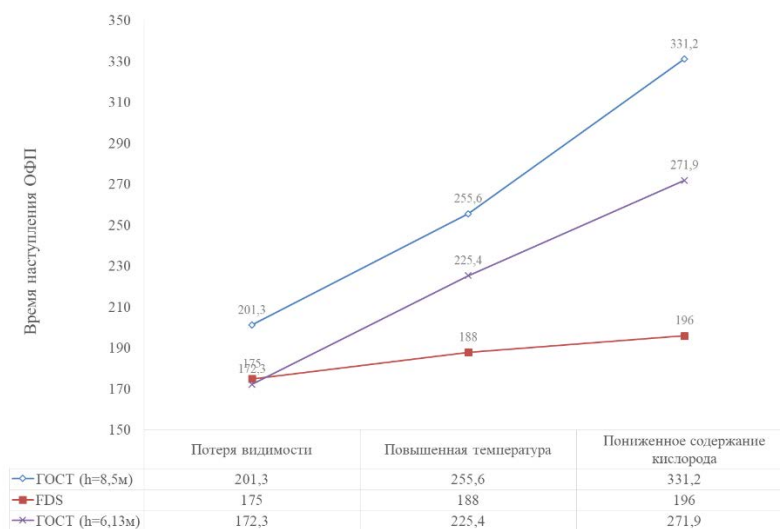


Рисунок 2 – Сравнение времени наступления критических значений ОФП на примере ангара с пожарной нагрузкой «Клей и строительные материалы»

ЛИТЕРАТУРА

1. Кошмаров, Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие / Ю.А. Кошмаров. – Москва : Академия ГПС МВД России, 2000. – 118 с.
2. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.004-91. – Введ. 01.07.1992. – М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР : Министерство внутренних дел СССР, Министерство химической

промышленности СССР, 1996. – 83 с.

3. Fire Dynamics Simulator. Technical Reference Guide. Vol. 3: Validation / NIST Special Publication 1018-3. Sixth Edition. 2015.

4. Работа в программном комплексе FireCat для расчета индивидуального пожарного риска. Библиотека реакций и поверхностей горения в PyroSim. Редакция 4 / И.Н. Карькин [Электронный ресурс]. – 2016.

УДК 614.841.12

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ И КИНЕТИКИ ГОРЕНИЯ ПРОПАНА В ВОЗДУХЕ

Судиловский Д.С., Скакалин Г.Д.

Журов М.М., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. Представлены зависимости объёма и площади поверхности факела пламени от расхода пропана при диффузионном ламинарном режиме горения. На основе экспериментальных данных рассчитаны значения параметров химической реакции горения пропана в воздухе, полученные.

Ключевые слова: объём, площадь поверхности, газовая горелка, ротаметр, зависимости, тепловизор, снимок.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF PARAMETERS AND KINETICS OF PROPANE COMBUSTION IN AIR

Sudilovsky D.S., Skakalin G.D.

Zhurov M.M., PhD in Technical Science, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The article presents the dependence of the volume and surface area of the flame torch on the propane flow rate in the diffusion laminar combustion mode. Based on the experimental data, the values of the parameters of the chemical reaction of propane combustion in air were calculated.

Keywords: volume, surface area, gas burner, rotameter, dependencies, thermal imager, image.

Для исследования объёма и площади поверхности факела пламени пропана от расхода пропана использовали газовую горелку и ротаметр. Полученные с помощью экспериментальных снимков на тепловизоре (рисунок 1) и программы FlexCad значения объёма и площади факела пламени пропана позволили установить зависимости данных параметров факела пламени от его расхода при диффузионном ламинарном режиме горения (рисунок 2).

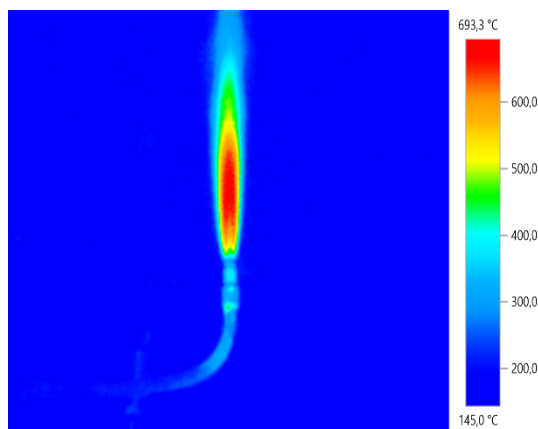


Рисунок 1 – Экспериментальный снимок при $Q=0,1$ л/с.

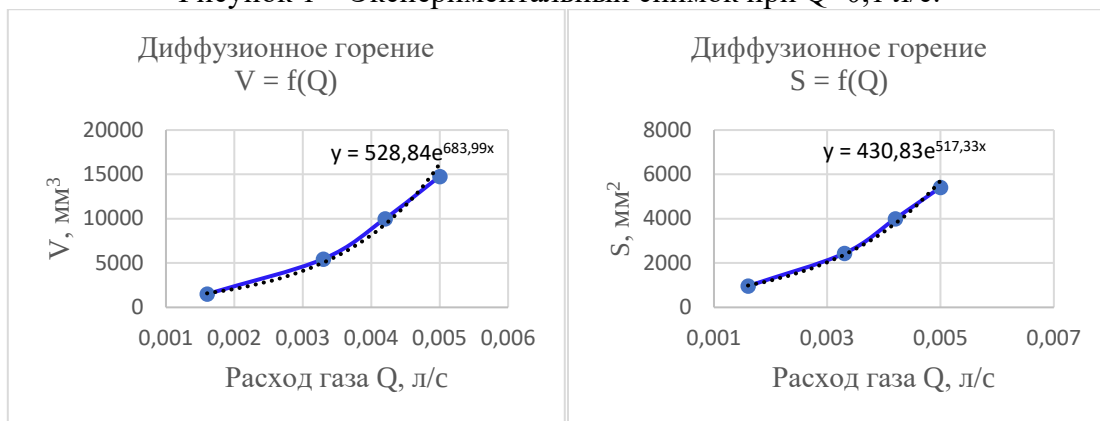


Рисунок 2 – Зависимость объема и площади факела пламени от расхода при диффузионном ламинарном режиме горения пропана в воздухе.

На основе экспериментально установленных зависимостей, нами получена зависимость скорости химической реакции горения пропана (w) от его расхода при диффузионном ламинарном режиме горения (рисунок 3).

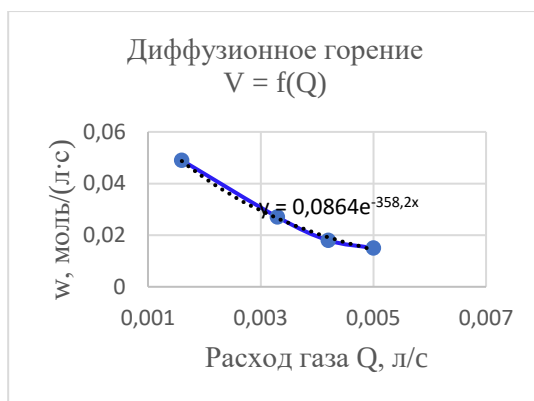


Рисунок 3 – Зависимость скорости химической реакции при диффузионном ламинарном режиме горения пропана в воздухе.

Расчетные значения параметров химической реакции горения пропана в воздухе, полученные на основе экспериментальных данных, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения скорости химической реакции горения пропана в воздухе.

№ п/п	Q , л/с	V , мм ³	S , мм ²	w , моль/(л*с)	Q_i/Q_1	V_i/V_1	w_i/w_1	S_i/S_1
1	0,0016	1495,8	961	0,049	1	1	1	1

2	0,0033	5462,4	2435	0,027	2,062	3,65	0,5	2,53
3	0,0042	10001,5	4000	0,018	2,625	6,68	0,38	4,16
4	0,0050	14772,1	5418	0,015	9,88		0,31	5,63

Анализ табличных данных свидетельствует о том, что увеличение скорости поступления пропана в зону горения сопровождается снижением скорости химической реакции в условиях увеличения фактической площади факела пламени, через которую кислород воздуха диффундирует в зону горения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдурагимов, И.М. Физико-химические основы развития и тушения пожаров / И.М. Абдурагимов, В.Ю. Говоров, В.Е. Макаров. - М.: ВИПТШ МВД СССР, 1980. – 255 с.
2. Драйздейл, Д. Введение в динамику пожаров / Пер. с К.Г. Бомштейна; под ред. Ю.А. Кошмарова, В.Е. Макарова. – М.: Стройиздат, 1990. – 424 с.

УДК 614.841.334.1; 536.37; 536.331; 536.24

СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГОРЕНИЯ СКАТНЫХ КРЫШ С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ

Тетерюков А.В.

Университет гражданской защиты

Аннотация. Представлены результаты сопоставления компьютерного моделирования, на основе физико-математической модели нестационарного тепломассопереноса, и экспериментальных исследований горения скатных крыш, выполненных из горючих материалов.

Ключевые слова: противопожарный разрыв, горение крыш, численное моделирование, тепломассоперенос, плотность теплового потока, вычислительная гидрогазодинамика.

COMPARISON OF COMPUTER SIMULATION RESULTS OF PITCHED ROOF COMBUSTION WITH EXPERIMENTAL STUDIES

Teteryukov A.V.

University of Civil Protection

Abstract. The results of a comparison between computer simulation based on a physical-mathematical model of unsteady heat and mass transfer and experimental studies of pitched roof combustion made of combustible materials are presented.

Keywords: fire separation distance, roof combustion, numerical modeling, heat and mass transfer, heat flux density, computational fluid and gas dynamics.

Анализ пожаров, вызванных несоблюдением противопожарных разрывов [1], показал, что их наибольшее количество происходит в зданиях класса Ф1.4 (одноквартирные и блокированные жилые дома, агроусадьбы), возводимые преимущественно с применением горючих строительных материалов в несущих и ограждающих конструкциях и элементах наружной отделки. Для уточнения форм и геометрических параметров излучающих поверхностей при горении двускатных крыш из горючих материалов проведены натурные экспериментальные исследования [2]. После чего разработана физико-математическая

модель [3] и установлены закономерности теплового и газодинамического взаимодействия при горении скатных крыш с использованием методов вычислительной гидрогазодинамики.

Разработанная физико-математическая модель нестационарного тепломассопереноса при горении скатных крыш, выполненных из горючих строительных материалов, основана на решении уравнений газодинамики, турбулентного горения, пиролиза материалов, сажеобразования и лучистого теплообмена с использованием метода дискретных ординат. Модель реализована в программной среде ANSYS Fluent и учитывает как конвективную, так и радиационную составляющие теплового воздействия очага пожара на окружающее пространство.

При использовании данной модели получены пространственно-временные распределения скорости движения газовой среды, плотности лучистого теплового потока (рисунок 1) и температуры (рисунок 2). Установлено, что в точках на расстоянии 1 м по горизонтали и 1 м по вертикали от поверхности крыши значения плотности теплового потока лежат в диапазоне от 4,5 до 8,0 кВт/м², а температуры на поверхности датчиков от 530 до 590 К. Проведено сопоставление расчетных и экспериментальных данных по плотности теплового потока и температурам поверхности датчиков, показавшее достаточное согласование результатов. Относительное расхождение между расчетным и максимальным экспериментальным значениями температуры не превышает 8,5 %, что подтверждает достоверность разработанной модели и корректность принятых граничных условий.

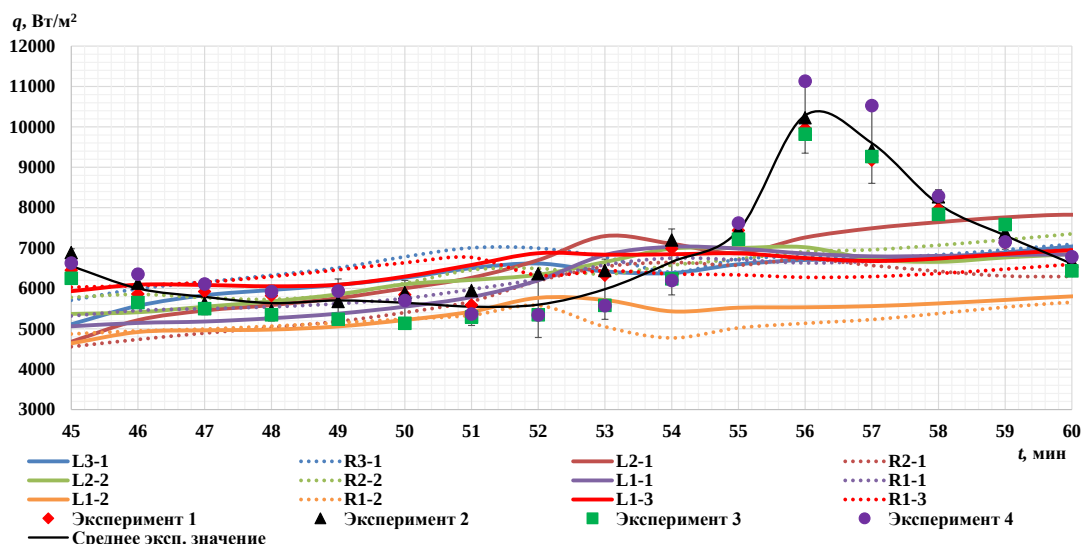


Рисунок 1 – Изменение плотности лучистого теплового потока на датчиках во времени

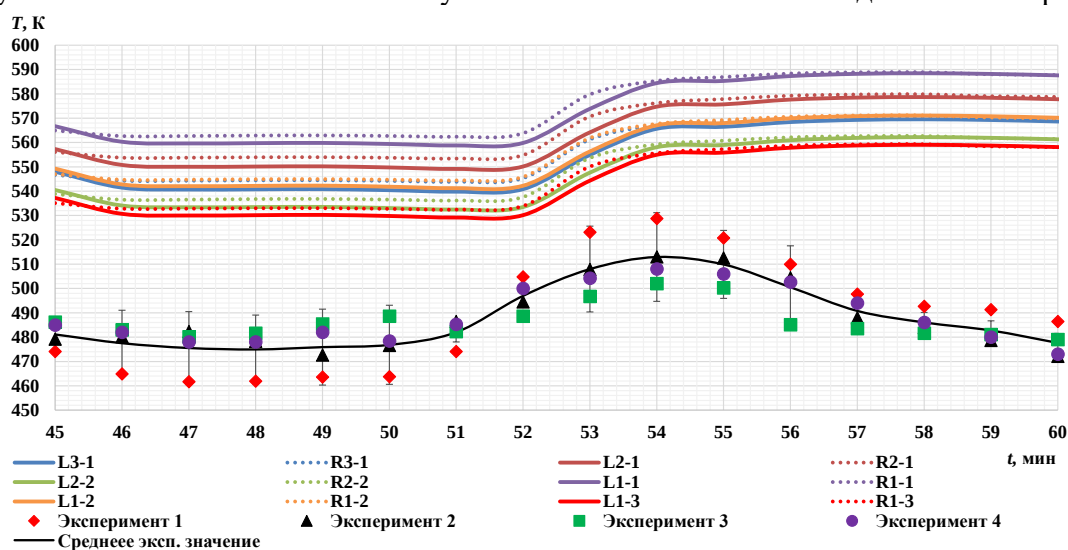


Рисунок 2 – Изменение температуры поверхности датчиков во времени

Полученные результаты могут быть использованы для уточнения геометрических параметров излучающей поверхности при горении скатных крыш, а также для модернизации инженерных методик расчета противопожарных разрывов между зданиями и сооружениями с крышами, выполненными из горючих материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пастухов, С.М. Инженерная методика определения противопожарных разрывов между зданиями с двускатными крышами, выполненными из горючих материалов / С.М. Пастухов, А.Д. Чорный, А.В. Тетерюков // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2025. – Т. 9, № 2. – С. 139–154. – DOI: 10.33408/2519-237X.2025.9-2.139. – EDN: ATFSVQ.
2. Пастухов, С.М. Методика проведения экспериментальных исследований по определению геометрических параметров пламени при горении кровельных материалов / С.М. Пастухов, А.В. Тетерюков // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2018. – Т. 2, № 2. – С. 176–185. – DOI: 10.33408/2519-237X.2018.2-2.176. – EDN: XPAXID.
3. Полевода, И.И. Моделирование пожара при горении скатных крыш / А.Д. Чорный, А.В. Тетерюков // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2026. – Т. 10, № 1. – С. 5–23. – DOI: 10.33408/2519-237X.2026.10-1.5. – EDN: ADJVJY.

УДК: 614.84

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Фирсов А.Г., Загуменнова М.В., Малемина Е.Н., Гончаренко В.С.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Аннотация. В статье рассмотрены результаты оперативной деятельности подразделений пожарной охраны: структура и динамика выездов, техническая оснащенность подразделений пожарной охраны средствами радиационной защиты.

Ключевые слова: пожарная опасность, выезды, подразделение пожарной охраны, средства радиационной защиты.

ENSURING FIRE SAFETY FOR NUCLEAR POWER PLANTS

Firsov A.G., Zagumennova M.V., Malemina E.N., Goncharenko V.S.

Federal State Budgetary Institution All-Russian Research Institute for Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Abstract. The article examines the results of the operational activities of fire departments: the structure and dynamics of departures, the technical equipment of fire departments with radiation protection equipment.

Keywords: fire hazard, departures, fire department, radiation protection equipment.

Пожарная опасность атомной электростанции (далее – АЭС) связана с наличием большого количества радиоактивных веществ, представляющих большую угрозу персоналу, населению и окружающей среде. Она дополняется наличием различных горючих материалов: изоляция электрических проводов и кабелей, трансформаторное масло, дизельное топливо, водород, натрий и др. Учитывая большие риски радиационного

заражения при пожаре для его тушения, как правило, используются стационарные установки пожаротушения и мобильные роботизированные комплексы.

Сегодня в целях обеспечения пожарной безопасности на объектах АЭС присутствуют специально подготовленные оперативные подразделения пожарной охраны, которые не только осуществляют тушение пожаров и ликвидацию последствий аварий и чрезвычайных ситуаций, но и занимаются профилактической работой по их предупреждению. Сведения о результатах их работы приведены в источниках [1-4]. В среднем в год данными подразделениями осуществляется более 6 140 выездов. Количество выездов в 2025 г. по сравнению с 2021 г. увеличилось 8,9 раза, а среднегодовой темп прироста выездов составил – 54,8%. Причем распределение количества выездов по годам характеризуется экспоненциальной зависимостью. В среднем за год совершается выездов: на пожары – 2 ед., на ложные срабатывания пожарной автоматики – 32 ед., на ложные вызовы – 3 ед., за пределы АЭС – 239 ед. и прочих выездов – 5 868 ед. Здесь необходимо отметить, что за рассматриваемый период в общей сложности зарегистрировано 9 выездов на пожары. Из них 2022 г. и 2023 г. по 1 выезду, 2024 г. – 4 выезда, 2025 г. – 3 выезда.

Основное количество выездов (95,51 %) приходится на прочие выезды. Они включают в себя проведение пожарно-тактических занятий, отработку нормативов, патрулирование по территории АЭС, проведение профилактических мероприятий и передвижной пожарной пост в случае проведения опасных работ (огневые, газо-электросварка, ремонтные работы и т.п.). На пожары приходится 0,03 % выездов, на аварии – 0 %, на ложные срабатывания пожарной автоматики – 0,52 %, на ложные вызовы – 0,05 % и выезды за пределы АЭС составляют – 3,89 %.

Каждое подразделение пожарной охраны, осуществляющее свою деятельность на территории АЭС, должно быть обеспечено необходимым количеством средств радиационной защиты. Процент укомплектованности оперативных подразделений пожарной охраны средствами радиационной защиты составляет: специальная защитная одежда пожарных и спасателей (СЗО-1) – 79 %, радиационно-защитный комплект (РЗК) – 27 %, прибор радиационной разведки и дозиметрического контроля – (индивидуальный дозиметр) – 53 %, прибор радиационной разведки и дозиметрического контроля – (рентгенметр, радиометр) – 72 %. Что касается машины разведки на БТР то по штату данное техническое средство не предусмотрено, но имеется в наличии 1 ед. Однако данная машина разведки предусматривалось в штатном расписании в 2021-2022 гг. Исходя из результатов проведенных статистических исследований, надо обратить внимание на очень низкий процент укомплектованности необходимыми средствами радиационной защиты. В конечном итоге такая низкая укомплектованность может серьезно сказаться при выполнении мероприятий по тушению пожара на АЭС в условиях радиоактивного заражения.

Ядерная энергетика интенсивно развивается, используются новые более безопасные технологии производства. В период до 2042 г. планируется ввести в эксплуатацию еще 38 энергетических блоков с общей мощностью более 29 ГВт. Также взят курс на развитие АЭС малой мощности и плавучие ПАТЭС, что очень актуально для Дальнего востока и Сибири. В этой связи необходимо уделять особое внимание обеспечению пожарной безопасности объектов ядерной энергетике. Необходимо расширить техническую оснащенность подразделений пожарной охраны АЭС и довести оснащенность подразделений всеми средствами радиационной защиты до 100 %. Для тушения пожаров и проведения радиационной разведки использовать беспилотные мобильные роботизированные комплексы и беспилотные летательные аппараты. Также необходимо проводить широкие научные исследования, связанные с поиском новых средств защиты личного состава пожарных подразделений и тушения пожаров в условиях повышенной радиационной опасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный надзор МЧС России в 2024 г: информационно-аналитический сборник / М.В. Загуменнова, К.В. Домрачев, Е.Н. Малемина [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025. – 276 с. – EDN XSRKBE.
2. Государственный надзор МЧС России в 2023 г: информационно-аналитический сборник / М.В. Загуменнова, К.В. Домрачев, Е.Н. Малемина [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. – 258 с. – EDN FCTSHI.
3. Государственный надзор МЧС России в 2022 г: Информационно-аналитический сборник / С.В. Глинов, А.А. Григорьев, С.А. Дмитриев [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. – 262 с. – EDN JARHLE.
4. Государственный надзор МЧС России в 2021 г: Информ. сб. / С.В. Глинов, А.А. Григорьев, С.А. Дмитриев [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. – 263 с. – EDN CAAPCZ.

УДК 614+621.25

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ: СОВРЕМЕННЫЕ РИСКИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Хандошко К.А.

Ширяева Е.В.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные вопросы обеспечения пожарной безопасности холодильных предприятий. На основе отечественных и зарубежных исследований рассмотрены технические решения по повышению защищенности холодильных объектов: адаптация спринклерных систем к низким температурам, использование газового пожаротушения, совершенствование проектных требований.

Ключевые слова: пожарная безопасность, холодильные предприятия, хладагенты, спринклерные системы, газовое пожаротушение.

FIRE SAFETY OF REFRIGERATION ENTERPRISES: MODERN RISKS AND TECHNICAL SOLUTIONS

Khandoshko K.A.

Shiriaeva E.V.

Far Eastern State Technical Fisheries University

Abstract. The article discusses the current issues of ensuring fire safety of refrigeration enterprises. Based on domestic and foreign research, technical solutions for improving the security of refrigeration facilities are considered: adaptation of sprinkler systems to low temperatures, use of gas fire extinguishing, improvement of design requirements.

Keywords: fire safety, refrigerating enterprises, refrigerants, sprinkler systems, gas fire extinguishing.

Холодильные предприятия занимают ключевое место в инфраструктуре продовольственной безопасности страны. При этом их эксплуатация сопряжена с комплексом пожарных рисков.

Традиционные риски возникновения пожара связаны с наличием деревянных конструкций (стеллажи, поддоны), горючей упаковкой (картонные и деревянные ящики, прокладочные рейки, полиэтиленовая пленка), теплоизоляционные материалы (полиуретановые сэндвич-панели).

Холодильные предприятия имеют и специфические пожарные риски, связанные с используемым холодильным агентом. Так, аммиак образует взрывоопасную смесь при утечке из холодильной системы при смешивании с воздухом, а углеводороды, входящие в состав фреонов, пожаровзрывоопасны.

В соответствии с Монреальским протоколом и Кигалийской поправкой промышленность вынуждена отказаться от озоноразрушающих фторсодержащих фреонов (способствующих накоплению «парникового эффекта») и переходит на альтернативные хладагенты, многие из которых (например, R290, R600a, R1234yf) являются горючими [1,4].

Анализ причин пожаров на холодильных предприятиях показывает, что **многие возгорания связаны с нарушением правил пожарной безопасности при проведении огневых работ (электросварка, газовая резка) – 64 %, неисправностью оборудования (возгорание автопогрузчиков, электрокаров, электродвигателей вентиляторов) – 22 % или внешними факторами (неисправность электропроводки, самовозгорание, поджог) – 14 % [2]. Специфической причиной пожара может стать разгерметизация системы охлаждения при снятии «снеговой шубы» с испарителей, когда оттаивание производится горячими парами аммиака либо механическим способом.**

Критической проблемой противопожарной защиты холодильных предприятий является обеспечение работоспособности водяных систем пожаротушения при отрицательных температурах. Спринклерные установки не используются в морозильных камерах из-за риска замерзания воды. Для адаптации спринклерных установок к низким температурам можно использовать систему предварительного действия с двойной блокировкой (double interlock pre-action systems) [3], в которые вода поступает в трубопроводы только после одновременного срабатывания системы обнаружения и вскрытия спринклера.

В качестве альтернативы водяному пожаротушению в холодильных камерах рекомендуется применение автоматических установок газового пожаротушения. В качестве огнегасительного элемента используется газ CO₂. Положительными сторонами использования углекислого газа для тушения пожаров является эффективность его использования, отсутствие повреждений от воды (нет намокания и размораживания продуктов), безопасность для электрооборудования. Отрицательная сторона использования CO₂ – его токсичность и обязательная эвакуация персонала до начала подачи газа.

На основе проведенных экспериментальных исследований взрывов пропана для снижения давления в ограниченном пространстве Чен и др. [4] предложили предусматривать следующие конструктивные меры:

- проектирование легкобрасываемых конструкций (остекление, легкие панели);
- обязательное использование принудительной вентиляции для исключения накопления взрывоопасных концентраций газа;
- автоматическое отключение оборудования при достижении пороговых значений (при непрерывном контроле концентрации хладагента);
- размещение оборудования, содержащего хладагенты, в отдельных помещениях с выгороженными противопожарными преградами.

Важнейшим элементом обеспечения безопасности является готовность персонала к действиям при пожаре и утечке хладагента. Для этого проводятся обучение, отработка действий при авариях, пристальный контроль за огневыми работами.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку экономически эффективных решений для существующих холодильных предприятий, где полная реконструкция систем противопожарной защиты затруднительна, а также на совершенствование методов прогнозирования последствий аварий с участием новых типов хладагентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елтышев, И.П. Пожаробезопасные смесевые хладагенты как рабочие вещества в энергетике: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Елтышев Илья Павлович, 2024. – 125 с. – EDN WKYVPB.
2. Соколов В. М. Анализ пожароопасности и тушение пожара в холодильных камерах и помещениях // Вестник МАХ. 2005. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-pozharoopasnosti-i-tushenie-pozhara-v-holodilnyh-kamerah-i-pomescheniyah> (дата обращения: 19.02.2026).
3. Lee J.G., Min S.H. A Study on the Operational Characteristics and Adaptability of Sprinkler Systems in Frozen Warehouses // Journal of the Korean Society of Disaster Information. — 2025. <https://koreascience.kr/article/JAKO202511950405167.page#full-text-html>
4. Chen J. et al. Explosion of Flammable Propane Refrigerants Leaked in an MiC Unit // Fire. — 2025. — Vol. 8, No. 10. — 378. <https://www.mdpi.com/2571-6255/8/10/378>

УДК 697.83

УЧЕБНАЯ ПЛОЩАДКА ПО ОБСЛЕДОВАНИЮ ЧЕРДАЧНЫХ ПРОСТРАНСТВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОЖАРНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ В ЖИЛОМ ФОНДЕ

Чашев Е.Д.

Осяев В.А., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. Значительная часть пожаров происходит из-за неисправностей или неправильной эксплуатации дымоходов. Чтобы предотвратить это, специалисты должны досконально знать множество специфических требований к их устройству и обслуживанию. Для качественной отработки этих знаний на практике предлагается организовать специализированный учебный полигон.

Ключевые слова: обучение, дымовая труба, печное отопление, пожарная безопасность.

TRAINING GROUND FOR THE INSPECTION OF ATTIC SPACES DURING FIRE-PREVENTION WORK IN THE HOUSING STOCK

Chashev E.D.

Osyayev V.A., PhD in Technical Science, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. A significant part of fires occur due to malfunctions or improper operation of chimneys. To prevent this, specialists must be thoroughly aware of the many specific requirements for their

design and maintenance. For the qualitative development of this knowledge in practice, it is proposed to organize a specialized training ground.

Keywords: training, chimney, furnace heating, fire safety.

Проблема пожаров, возникающих из-за нарушений правил устройства и эксплуатации дымоходных труб и печного оборудования, сохраняет высокую актуальность для Республики Беларусь. С наступлением отопительного сезона традиционно фиксируется рост числа возгораний в частном жилом секторе. Ежегодно пренебрежение элементарными мерами безопасности становится причиной не только значительного материального ущерба, но и гибели людей. Основной причиной пожаров является неудовлетворительное состояние отопительных приборов и дымоходов. Согласно статистике МЧС, нарушение правил устройства и эксплуатации печей и других теплогенерирующих аппаратов составляет значительную долю от общего количества возгораний.

Основные причины пожаров — это нарушения при проектировании дымоходов в чердачных помещениях, а именно: использование материалов, склонных к разрушению при воздействии огня, устройство горизонтальных участков (лежаков), наличие трещин в кладке, а также несоблюдение противопожарных отступов (разрывов) до сгораемых конструкций кровли. (рисунок 1).

Действующие нормы и правила предъявляют множество специфических требований к конструкции дымоходов, их расположению, материалу стенок и их размеров, разделкам и именно этим требованиям в первую очередь необходимо обучать специалистов, чтобы минимизировать риск возникновения пожаров. Правила по проектированию дымоходных труб менялось, начиная с СНиП 2.04.05-91 [1], затем при существовании Республики Беларусь появился СНБ 4.02.01-03 [2], а в последствии был создан последний действующий документ СН 4.02.03-2019 [3]. По своей сути документы почти не чем не отличались друг от друга, каждый последующий документ использовал наработку предыдущих.

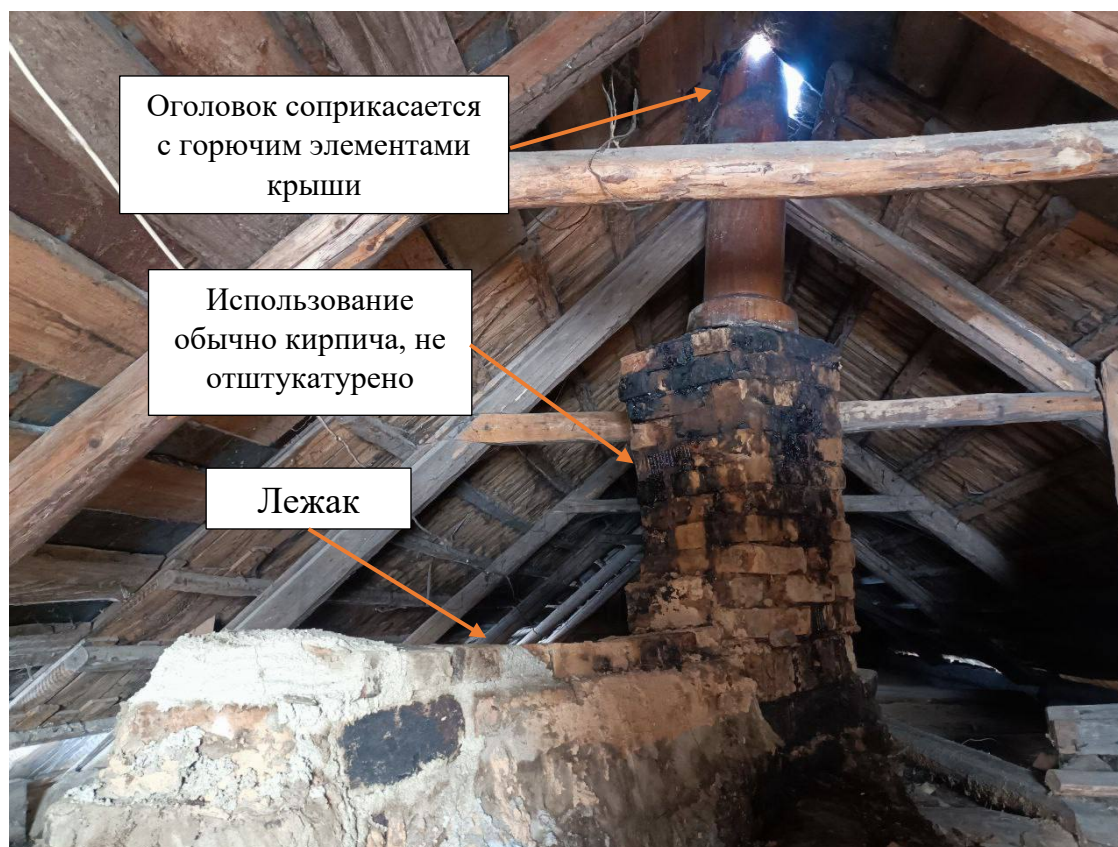


Рисунок 1 – Нарушение правил ПБ по устройству дымовых труб в чердачных пространствах

Анализ трех ключевых документов (СНиП 2.04.05-91, СНБ 4.02.01-03 и СН 4.02.03-2019) показывает, что базовые принципы пожарной безопасности остаются неизменными.

Если в старых постройках дымоходы чаще всего выполнялись из традиционного глиняного кирпича (толщина стенок 120 мм) или жаростойкого бетона (толщина стенок 60 мм), то современные стандарты отдают предпочтение керамическому полнотелому кирпичу (толщина стенок 120 мм), а также заводскому изготовлению (сэндвич-труб). В отличие от своего предшественника, он обладает меньшим водопоглощением, повышенной морозостойкостью и способен выдерживать более интенсивные тепловые нагрузки, что значительно продлевает срок службы трубы. Нормы по противопожарным разделкам также претерпели изменения – раньше ширина разделки 500 мм (с защитой — 380 мм), то сейчас она составляет 380 мм без защиты (250 мм с защитой). В основном нормы остались неизменными: допускается принимать отклонения труб под углом до 30° к вертикали с относом не более 1 м (лежаки запрещены), необходимо при пролегании дымохода через перекрытие предусматривать разделку, которая должна быть больше толщины перекрытия (покрытия) на 70 мм,

Для повышения эффективности обучения специалистов, а также для качественного проведения пожарно-профилактической работы в частном секторе предлагается создание специализированной учебной площадки, оснащенной шестью макетами дымоходов (три с нарушениями/ три без нарушений).

ЛИТЕРАТУРА

1. СН 4.02.03-2019. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: строительные нормы Республики Беларусь: утверждены и введены в действие постановлением Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 16 декабря 2019 г. № 69: взамен СНБ 4.02.01-03: дата введения 2020-02-25. – Переизд. (январь 2025) с Изм. № 1. – Минск: Минстройархитектуры, 2025. – 52 с.

2. СНБ 4.02.01-03*. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: строительные нормы Республики Беларусь: утверждены и введены в действие приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 30 декабря 2003 г. № 259: взамен СНиП 2.04.05-91. – Переизд. (авг. 2015) с Изм. № 1–6. – Минск: Минстройархитектуры, 2015. – 81 с. – (Национальный комплекс нормативно-технических документов в строительстве).

3. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование: строительные нормы и правила : утв. постановлением Государственного комитета СССР по строительству и инвестициям от 28.11.1991 № 21 : взамен СНиП 2.04.05-86 : дата введения 1992-01-01. – Москва : АПП ЦИТП, 1992. – 64 с.

4. Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 25 марта 2020 г., № 13. Об утверждении правил пожарной безопасности.

УДК 614.84

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Шайымов С.С.

Институт Телекоммуникаций и информатики Туркменистана

Аннотация: В статье рассматриваются актуальные стратегии минимизации рисков возникновения пожаров и чрезвычайных ситуаций (ЧС) в условиях современной урбанизации. Основное внимание уделяется интеграции интеллектуальных систем мониторинга, применению огнестойких материалов нового поколения и важности формирования культуры.

Ключевые слова: пожарная безопасность, предупреждение ЧС, техносферная безопасность, системы раннего обнаружения, интернет вещей (IoT), противопожарная профилактика, риск-ориентированный подход.

MODERN APPROACHES TO FIRE SAFETY AND EMERGENCY PREVENTION IN THE URBAN ENVIRONMENT

Shayymov S.S.

Institute of Telecommunications and Informatics of Turkmenistan

Abstract. This article examines current strategies for minimizing the risk of fires and emergencies in today's urbanized environment. The focus is on the integration of intelligent monitoring systems, the use of next-generation fire-resistant materials, and the importance of cultivating a culture of fire safety.

Keywords: fire safety, emergency prevention, technosphere safety, early warning systems, Internet of Things (IoT), fire prevention, risk-based approach.

Современная противопожарная защита зданий и сооружений эволюционировала от изолированных датчиков к единым интеллектуальным экосистемам.

Применение инновационных материалов — ключевой фактор локализации пожара. Использование вспучивающихся красок, огнестойкого остекления и негорючих фасадных систем позволяет удерживать огонь в пределах одного помещения (пожарного отсека) в течение времени, необходимого для полной эвакуации (от 60 до 180 минут).

Техника бессильна, если нарушаются базовые алгоритмы эксплуатации объектов.

Предупреждение ЧС включает в себя три обязательных уровня:

1. Нормативно-правовой контроль: Регулярные аудиты пожарной безопасности и строгое соответствие проектной документации техническим регламентам.

2. Диспетчеризация: Создание единых центров управления, где в режиме реального времени отображается состояние всех систем жизнеобеспечения крупных объектов.

3. Автоматизация пожаротушения: Переход на модульные системы тонкораспыленной воды и газового пожаротушения, которые минимизируют ущерб имуществу при срабатывании.

Несмотря на технологический прогресс, более **70% инцидентов** по-прежнему связаны с человеческим фактором. Профилактика в этом направлении должна выходить за рамки формальных инструктажей.

- Иммерсивное обучение: Использование VR-тренажеров для отработки навыков эвакуации и использования первичных средств пожаротушения позволяет выработать мышечную память и снизить риск паники.

- Информационная работа: Популяризация установки автономных дымовых пожарных извещателей (АДПИ) в жилом секторе доказала свою эффективность, снижая смертность при пожарах в быту на 40-50%.

Переход от концепции «борьбы с огнем» к концепции «управления рисками» — единственный путь к созданию безопасной среды. Интеграция ИИ для прогнозирования потенциальных очагов возгорания и использование экологических систем пожаротушения определяют вектор развития отрасли на ближайшие десятилетия. Безопасность будущего —

это синергия высоких технологий, архитектурной грамотности и личной ответственности каждого гражданина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корольченко, А. Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справочник : в 2 ч. / А. Я. Корольченко, Д. А. Корольченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Пожнаука, 2018.
2. Брушлинский, Н. Н. Моделирование пожаров и профилактических процессов / Н. Н. Брушлинский. — Москва : Издательство МГСУ, 2020. — *Классик в области математического моделирования пожарных рисков.*

УДК 614.84:692.23(476)

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Юркевич Р.И.

Ботян С.С., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. В статье рассматривается проблема пожарной опасности современных фасадных систем на примере резонансных пожаров последних лет. Особое внимание уделено нормативно-правовой базе Республики Беларусь, в частности стандартам, используемым для определения огнестойкости и классов пожарной опасности современных фасадных систем.

Ключевые слова: фасадные системы, пожарная опасность конструкций, класс пожарной опасности, огневые испытания, распространение пожара.

ANALYSIS OF APPROACHES TO ASSESSING THE FIRE HAZARD OF MODERN FACADE SYSTEMS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Yurkevich R.I.

Botyan S.S., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The article discusses the problem of fire Hazard of modern facade systems using the example of high-profile fires in recent years. Special attention is paid to the regulatory framework of the Republic of Belarus, in particular the standards used to determine the fire resistance and fire hazard classes of modern facade systems.

Keywords: facade systems, fire hazard of structures, fire hazard class, fire tests, fire spread.

Архитектурный облик современных городов во многом определяется развитием технологий фасадных систем. Стремление к энергоэффективности за счет экономии энергоресурсов, уменьшения затрат на отопление и возможности более длительного безремонтного срока эксплуатации привело к повсеместному внедрению современных фасадных систем как при строительстве новых зданий, так и при реставрации старых [1]. Однако опыт последних десятилетий показывает, что пожары в зданиях с современными фасадными системами характеризуются высокой скоростью вертикального распространения

пламени, сложностью локализации очага и зачастую непредсказуемым поведением горючих компонентов облицовки.

Примеры опасности, которую несут в себе современные фасадные системы, отражают уже произошедшие в мире пожары [2], некоторые из которых представлены ниже.

14 марта 2024 года пожар в строящемся объекте ЖК «Атмосфера» в Твери (Россия). Возгорание произошло из-за нарушения техники безопасности при проведении огневых работ на нижних этажах. Здание высотой 16 этажей выгорело практически полностью по всей площади за считанные минуты (рис. 1, а). Жертв удалось избежать, так как здание еще не было введено в эксплуатацию.

29 августа 2024 года произошел пожар в ЖК «Otyrar City» в Шымкенте (Казахстан). Предположительной причиной пожара стало короткое замыкание на террасе или балконе на 5-м этаже 12-этажного дома. Огонь стремительно поднялся с 5-го по 12-й этаж по облицовке здания. Площадь пожара составила около 120 квадратных метров (рис. 1, б), при этом выгорела именно внешняя обшивка, что характерно для вентилируемых систем.



Рис. 1. а - пожар в ЖК «Атмосфера» в Твери (Россия);
б – последствия пожара в ЖК «Otyrar City» в Шымкенте (Казахстан)

В Республике Беларусь существует ряд стандартов СТБ EN 1364-3-2009 [3], СТБ EN 1364-4-2009 [4], СТБ 1761-2007 [5], СТБ 1961-2009 [6], используемых для оценки огнестойкости и пожарной опасности фасадов, систем утепления наружных стен зданий и их облицовок, а также эффективности их конструктивных решений, направленных на ограничение распространения пожара на вышерасположенные этажи [7].

Для определения огнестойкости систем навесных фасадов устанавливается методики огневых испытаний согласно СТБ EN 1364-3-2009, СТБ EN 1364-4-2009, которые являются аутентичными и переведенными по отношению к международным стандартам EN 1364-3-2006, EN 1364-4-2007. Данные методики базируются на определении способности конструкции сохранять целостность (Е) и теплоизолирующую способность (I), а при необходимости и ограничения теплового излучения (W) в условиях стандартного температурного воздействия. Основной целью испытаний является имитация реального пожара и комплексная оценка полной конфигурации конструкции, с учетом особенностей конструкций фасадов.

Согласно СТБ EN 1364-3-2009 [3] предусматривается использование полноразмерного образца шириной не менее 3 метров при размещении пожарной нагрузки с внутренней и наружной стороны. Испытательный образец должен включать в себя типовые узлы примыкания, элементы каркаса, заполнения (прозрачные и непрозрачные панели) и системы крепления к перекрытиям. Испытание проводится в специальной печи при избыточном

давлении, что имитирует физическое давление продуктов горения и провоцирует прорыв пламени через возможные неплотности в уплотнителях или деформационные зазоры.

Основными критериями оценки данной методики выступают предельные состояния по целостности (E), теплоизолирующей способности (I) и при необходимости тепловому излучению (W). Потеря целостности (E) фиксируется при появлении устойчивого пламени на внешней стороне конструкции, превышающего по длительности 10 секунд, либо при образовании сквозных трещин. Теплоизолирующая способность (I) считается утраченной, если средняя температура на необогреваемой поверхности образца поднимается более чем на 140 градусов выше начальной, либо если в любой отдельной точке зафиксирован нагрев свыше 180 градусов. Весь процесс сопровождается непрерывным мониторингом с помощью системы термопар и визуальной фиксацией деформаций каркаса.

На основании достигнутых результатов системе присваивается классификация в минутах (15, 30, 45, 60, 90, 120). Итоговая маркировка подтверждает способность сохранять как целостность, так и теплоизоляцию при воздействии огня внутри помещения в течении заданного времени.

В отличие от методики СТБ EN 1364-3-2009, которая тестирует полноразмерные фрагменты фасада в полной конфигурации здания, СТБ EN 1364-4-2009 [4] фокусируется на компонентах навесных фасадов (надоконных/подоконных панелей, горизонтальных и вертикальных уплотнений швов строительных элементов, а также креплений для присоединения навесного фасада к элементу перекрытия). Испытание в СТБ EN 1364-4-2009 акцентирует оценку распространения огня, дыма и тепла именно через стыковые зазоры и деформации швов под избыточным давлением, дополняя полноразмерные тесты данными о слабых местах конструкции, что позволяет уточнить класс огнестойкости (EI) для конкретных узлов и расширить область применения результатов без необходимости повторных полномасштабных испытаний. Критерии E, I и W идентичны, но особое внимание уделяется швам и примыканиям, фиксируя прорыв пламени через них как ключевой фактор вертикального распространения пожара.

Для систем утепления наружных стен зданий и их облицовок классификация по классам пожарной опасности проводится на основании огневых испытаний согласно СТБ 1961-2009 [6]. Для испытаний пожарной опасности стандарт устанавливает метод Б [6]. Сущность метода испытаний заключается в определении характеристик пожарной опасности при имитации пожара внутри помещения и воздействия через оконный проем. Испытания проводят на установке, имитирующей фрагмент наружной стены двухэтажного здания с внутренним углом (для создания наиболее благоприятных условий для распространения огня) и оконным проемом, с пристроенной огневой камерой. Согласно СТБ 1761-2007 [5] стандартным топливом для использования в огневой камере является пропан, также допускается использование других видов топлива (жидкости, штабели деревянных брусков). Общая продолжительность испытаний составляет до двадцати семи минут.

В рамках испытаний оцениваются параметры, определяющие потенциальную способность конструкции к дальнейшему развитию пожара. К ним относятся наличие пламенного горения газов, выделяющихся при термическом разложении материалов, а также образование горящего расплава, способного выступать в роли вторичного источника зажигания. Совокупность данных показателей определяет класс пожарной опасности по наименее благоприятному показателю [6].

Классификация систем наружного утепления по СТБ 1961-2009 [6] базируется на их разделении по уровням КН0–КН3, исходя из способности конструкции противостоять распространению пламени. К высшему классу КН0 относятся системы, полностью исключаящие возникновение вторичных источников зажигания (воспламенение газов или образование горящего расплава). Класс КН1 допускает кратковременные термические эффекты, в то время как классы КН2 и КН3 характеризуются значительным развитием горения, каплеобразованием или обрушением фрагментов.

Проведенный анализ подтверждает, что в условиях современного строительства классификации по стандартам (СТБ EN 1364-3-2009, СТБ EN 1364-4-2009, СТБ 1761-2007, СТБ 1961-2009), используемым для определения огнестойкости и классов пожарной опасности современных фасадных систем, являются важными инструментами при проектировании пассивной противопожарной защиты зданий. Установление жестких требований к материалам позволяет эффективно ограничивать вертикальное распространение пламени в течение установленного времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Меркулов С. И. Навесные вентилируемые фасады: преимущества применения и проблемы пожарной безопасности / С.И. Меркулов, Н.В. Полякова // Auditorium. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2017. – № 1 (13). – С. 143 – 148.
2. Богданова Г.А. Анализ причин возникновения пожаров в зданиях с системами навесных вентилируемых фасадов / Г.А. Богданова // Национальная ассоциация ученых. – 2023. – №94-2. – С. 43 – 48.
3. Испытания на огнестойкость. Элементы зданий, не несущие нагрузки. Часть 3. Наружные фасады. Полная конфигурация: СТБ EN 1364-3-2009. Введ. - 01.01.2010. – Минск : НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси, 2010. – 54 с.
4. Испытания на огнестойкость. Элементы зданий, не несущие нагрузки. Часть 4. Наружные фасады. Частичная конфигурация: СТБ EN 1364-4-2009. Введ. - 01.01.2010. – Минск : НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси, 2010. – 82 с.
5. СТБ 1761-2007. Государственный стандарт Республики Беларусь. Конструкции строительные. Системы наружного утепления фасадов зданий с внешней теплоизоляцией. Классификация. Технические требования. – Введ. 01.07.2007 г. – Минск: Госстандарт, 2008. – С. 5
6. СТБ 1961-2009. Государственный стандарт Республики Беларусь. Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности. – Введ. 01.01.2010 г. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2009. – С. 10
7. Ботян С.С. Методология оценки влияния конструктивных решений фасадов зданий на распространение пожара по наружным ограждающим конструкциям на вышележащие этажи / С.С. Ботян, Д.С. Нехань, И.И. Полевода // Вестник университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2025. - № 9 (1). – С. 41-53.

Секция 2

УПРАВЛЕНИЕ ЗАЩИТОЙ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧС

ОСОБЕННОСТИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЯХ

Корикина П.Е.

Шемятихина Л.Ю., кандидат педагогических наук, доцент

Уральский институт ГПС МЧС России

Аннотация. Контрольно-надзорная деятельность является важнейшим инструментом обеспечения пожарной безопасности населения и объектов инфраструктуры, находящихся в рамках действия полномочий органов местного самоуправления. Особенность организации контрольных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности с учетом специфики сельской местности обусловлена: удаленностью от крупных городов, высокой плотностью несанкционированной застройки, ограниченными ресурсами пожарных подразделений и особенностями местной социальной среды, отсутствием индивидуальных средств обеспечения пожаротушения. Ситуация осложняется тем, что органы местного самоуправления не всегда эффективно осуществляют свои полномочия в данной области. Статья представляет собой обзор особенностей осуществления контрольно-надзорной деятельности в сфере пожарной безопасности в условиях сельских поселений.

Ключевые слова: пожарная безопасность, контрольно-надзорная деятельность, мониторинг, сельское поселение.

FEATURES OF CONTROL AND SUPERVISION ACTIVITIES IN THE FIELD OF FIRE SAFETY I RURAL SETTLEMENTS

Korikova P.E.

Shemyatikhina L.Y., PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor

Ural Institute of State Fire Service EMERCOM of Russia

Abstract. Fire safety monitoring and oversight activities are a crucial tool for ensuring fire safety for the population and infrastructure facilities under the jurisdiction of local governments. The specific nature of fire safety monitoring activities in rural areas is determined by the remoteness of large cities, the high density of unauthorized development, the limited resources of fire departments, the local social environment, and the lack of individual firefighting equipment. The situation is further complicated by the fact that local governments do not always effectively exercise their authority in this area. This article provides an overview of the specifics of fire safety monitoring and oversight activities in rural areas.

Keywords: fire safety, control and supervisory activities, monitoring, rural settlement.

Вопрос обеспечения пожарной безопасности в России является одной из ключевых проблем. Значительная доля пожаров ежегодно фиксируется именно в сельской местности, что обусловлено рядом объективных факторов: низкий уровень оснащённости противопожарными средствами, недостаточная подготовка местных жителей к действиям в ЧС, слабое развитие инфраструктурных элементов защиты.

Полномочия органов местного самоуправления по обеспечению пожарной безопасности регламентируются Федеральным законом от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности». К основным полномочиям органов местного самоуправления в контрольно-надзорной деятельности можно отнести: 1) создание условий для организации добровольной пожарной охраны, а также для участия граждан в обеспечении первичных мер пожарной безопасности в иных формах; 2) организация и принятие мер по оповещению населения и подразделений Государственной противопожарной службы о пожаре; 3) оказание содействия органам государственной власти субъектов Российской Федерации в информировании населения о мерах пожарной безопасности, в том числе, посредством организации и проведения собраний населения [1].

Организация контрольно-надзорной деятельности включает в себя три этапа: 1) планирование проверок; 2) проведение проверок; 3) контроль исполнения предписаний [2].

Однако, несмотря на работу надзорных органов, значительное число нарушений остаются не устранёнными из-за дефицита финансирования и ограниченных организационных ресурсов муниципалитетов. Кроме того, согласно Федеральному закону «О внесении изменений в Основы законодательства Российской Федерации о нотариате и отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 27.12.2019 № 480-ФЗ, если будет установлено, что субвенции на осуществление таких полномочий выделены в размере, недостаточном для их осуществления, что привело к неисполнению или ненадлежащему исполнению полномочий, то производство по делу об административном правонарушении, связанном с неисполнением или ненадлежащим исполнением государственных полномочий, переданных органам государственной власти субъектов РФ или органам местного самоуправления подлежит прекращению [3].

Осуществление контрольно-надзорной деятельности за реализацией полномочий ОМС обязательно должно включать в себя разъяснительную работу и консультирование согласно Федеральному закону «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» от 31.07.2020 № 248-ФЗ [2].

Существует ряд ограничений, мешающих эффективному осуществлению контрольно-надзорных функций в сельских поселениях в отношении органов местного самоуправления: отсутствие единых подходов к оценке рисков возникновения пожаров, удалённость объектов надзора, дефицит квалифицированных кадров и специализированного оборудования, несовершенство механизма координации действий между ведомством и муниципальным образованием.

Для снятия наиболее значимых ограничений видится следующее: формирование проверочных листов для осуществления контроля за реализацией полномочий ОМС по обеспечению первичных мер пожарной безопасности, оценка эффективности финансирования указанных мер. Если говорить о совершенствовании деятельности субъекта контроля (ОМС), то необходимо проведение оценки планов обеспечения первичных мер пожарной безопасности на соответствие и достаточность мер требованиям действующего законодательства. Согласно статье 19 Федерального закона от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» создание условий для организации добровольной пожарной охраны, оснащение территорий общего пользования первичными средствами, тушения пожаров и противопожарным инвентарем, организация и принятие мер по оповещению населения и подразделений Государственной противопожарной службы о пожаре [1].

Вопросы организационно-правового, финансового, материально-технического обеспечения первичных мер пожарной безопасности устанавливаются нормативными актами органов местного самоуправления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ. «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации»
3. Федеральный закон от 27.12.2019 № 480-ФЗ «О внесении изменений в Основы законодательства Российской Федерации о нотариате и отдельные законодательные акты Российской Федерации»

УДК 614.8:004.932:004.89:630*165.5(476)

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АВАРИЙНО-ОПАСНЫХ ДЕРЕВЬЕВ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Алешкевич Д.М.

Ребко Д.В.

Университет гражданской защиты

Аннотация. Разработан программный комплекс для автоматического выявления аварийно-опасных деревьев на основе методов компьютерного зрения и нейронных сетей. Система анализирует изображения, определяет геометрические параметры деревьев и оценивает риск их обрушения, обеспечивая поддержку принятия решений при мониторинге лесных насаждений.

Ключевые слова: аварийно-опасные деревья, компьютерное зрение, нейронные сети, YOLO, мониторинг леса, чрезвычайные ситуации.

SOFTWARE SYSTEM FOR DETECTION OF HAZARDOUS TREES BASED ON COMPUTER VISION AND NEURAL NETWORK METHODS

Aleshkevich D.M.

Rebko D.V.

University of Civil Protection

Abstract. A software system for automatic detection of hazardous trees based on computer vision and neural network methods has been developed. The system analyzes images, determines geometric parameters of trees, and assesses the risk of their fall, providing decision support for forest stand monitoring.

Keywords: hazardous trees, computer vision, neural networks, YOLO, forest monitoring, emergency situations.

Леса являются важнейшим природным ресурсом Беларуси, занимая около 40% территории страны (порядка 8–9 млн га). Ветровалы, вызванные сильными ветрами, представляют серьёзную угрозу для лесных экосистем и жизнедеятельности человека. В июле 2024 года сильный ветер привёл к гибели шести человек и повреждению лесов на площади свыше 41 тыс. га [1]. Последний масштабный случай произошёл в июле 2025 года: один человек погиб, четверо получили травмы и были госпитализированы, лесные массивы

пострадали на площади около 1,7 тыс. га [2]. Подобные чрезвычайные ситуации наносят значительный экономический и экологический ущерб.

Программный комплекс основан на применении нейронных сетей и технологий компьютерного зрения, что позволяет автоматизировать анализ изображений, полученных с беспилотных летательных аппаратов, мобильных камер или стационарных наблюдательных систем. Основу алгоритма составляет модель YOLO, реализованная в библиотеке Ultralytics, обеспечивающая высокую скорость детекции объектов [3, 5]. Для классификации видов деревьев используется модель ResNet18 на базе PyTorch [4]. Сегментация и морфологическая обработка изображений выполняются средствами OpenCV, а визуализация результатов – с помощью PIL и tkinter [6].

Система позволяет оценить высоту дерева, диаметр ствола, ширину кроны и вычислить пропорции для определения риска обрушения. Благодаря использованию эталонного объекта с известными размерами (измерительной рейки) программа выполняет перевод пиксельных координат в метрические единицы. Решение не зависит от коммерческих платформ и может применяться лесничими и специалистами коммунальных служб непосредственно в полевых условиях.

В перспективе проект может быть расширен за счёт внедрения модуля автоматической оценки устойчивости дерева с учётом данных о ветровой нагрузке и влажности почвы, а также интеграции с системами ГИС для пространственной привязки результатов анализа. Разработанная система представляет собой пример эффективного применения искусственного интеллекта в задачах мониторинга окружающей среды и снижения рисков чрезвычайных ситуаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лукашенко поручил за будущий год восстановить лесонасаждения на пострадавших от стихии территориях // Полоцкий районный исполнительный комитет : [сайт]. – 2024. – 2 авг. – URL: <https://polotsk.vitebsk-region.gov.by/ru/novosti/respublikanskije-novosti/item/13654...> (дата обращения: 07.05.2025).
2. Иванова, К. Как выглядит сломанный и поваленный лес после урагана в Беларуси: фото и видео / К. Иванова // Комсомольская правда : [сайт]. – 2025. – 11 июля. – URL: <https://www.belarus.kp.ru/daily/27724.5/5113231/> (дата обращения: 10.09.2025).
3. Redmon, J. YOLOv3: An Incremental Improvement / J. Redmon, A. Farhadi. – 2018. – URL: <https://arxiv.org/abs/1804.02767> (date of access: 09.10.2025).
4. Paszke, A. PyTorch: An Imperative Style, High-Performance Deep Learning Library / A. Paszke [et al.] // Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). – 2019. – P. 8024–8035.
5. Ultralytics YOLO Documentation : [сайт]. – URL: <https://docs.ultralytics.com> (date of access: 09.10.2025).
6. Bradski, G. The OpenCV Library / G. Bradski // Dr. Dobb's Journal of Software Tools. – 2000. – Vol. 25, № 11. – P. 120–123.

УДК 355/359

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ОХРАНЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГРАНИЦЫ

Апанасевич М.О.

Бугай А.Н., кандидат военных наук, доцент

Институт пограничной службы Республики Беларусь

Аннотация. Установлено, что результаты оценки прогнозируемой (фактической) радиационной обстановки оказывают непосредственное влияние на определение порядка охраны государственной границы, а также организацию обеспечения радиационной безопасности военнослужащих органов пограничной службы и членов их семей.

Ключевые слова: прогнозируемая радиационная обстановка, фактическая радиационная обстановка, оценка радиационной обстановки, радиологическая чрезвычайная ситуация, радиационная безопасность.

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE RADIATION SITUATION ON THE PERFORMANCE OF TASKS TO PROTECT THE STATE BORDER

Apanasevich M.O.

Bugai A.N., PhD in Military Sciences, Associate Professor

Institute of Border Service Republic of Belarus

Abstract. It has been established that the results of the assessment of the predicted (actual) radiation situation have a direct impact on the determination of the procedure for protecting the state border, as well as the organization of radiation safety for military personnel of the border service and their family members.

Keywords: predicted radiation situation, actual radiation situation, assessment of radiation situation, radiological emergency, radiation safety.

Анализ аварийных ситуаций, произошедших в мировой атомной энергетике показал, что начиная с 1952 года по настоящее время произошло более 100 крупных аварий на АЭС относящихся к различным уровням по шкале INES, в том числе к максимальному седьмому и соответственно приведшие к человеческим жертвам либо крупному материальному ущербу (Чернобыльская АЭС, АЭС Фукусима-1). Также необходимо отметить, что в базе данных Международного агентства по атомной энергии ежегодно фиксируется целый ряд аварийных ситуаций на объектах ядерного энергетического цикла в том числе и пожаров [1].

Одной из основных задач в сфере обеспечения радиационной безопасности сотрудников органов пограничной службы (ОПС) и членов их семей является разработка подходов к осуществлению полного комплекса мероприятий по минимизации рисков их поражения, связанного с выбросом радиоактивных веществ.

Оценка прогнозируемой радиационной обстановки в ОПС осуществляется в целях определения степени влияния радиоактивного загрязнения, а также выбора и обоснования оптимальных режимов несения службы по охране государственной границы на местности, загрязненной радиоактивными веществами.

Выявление и оценка прогнозируемой радиационной обстановки заключается в определении размеров зон загрязнения и отображении наиболее вероятного положения этих зон на карте. При этом в случае оповещения ОПС об угрозе радиоактивного заражения рекомендуется учитывать возможные отклонения от оси следа, нанесенного на карту, составляющие до 20° так как прогноз радиоактивного загрязнения местности носит ориентировочный характер и в случае возникновения радиологической чрезвычайной ситуации его необходимо уточнять посредством проведения радиационной разведки, которая организовывается в целях своевременного обеспечения данными командования о фактической радиационной обстановке на участке ответственности. Выявление радиационной обстановки по данным разведки включает в себя сбор, обработку и обобщение информации о мощностях доз излучения на местности, полученной от дозоров радиационной разведки.

Также оценка радиационной обстановки включает в себя решение основных задач оперативно-служебной деятельности ОПС по вариантам действий в зонах загрязнения, выбор наиболее целесообразных вариантов охраны государственной границы и обеспечение радиационной безопасности сотрудников ОПС и членов их семей с учетом сложившейся обстановки.

В соответствии с действующей в ОПС методикой оценки радиационной и химической обстановки используются следующие исходные данные:

характеристики энергетических установок АЭС (тип реактора, его энергетическая мощность, количество разрушенных реакторов, время аварии);

характеристики образовавшегося источника выброса (высота подъема радиоактивного облака, доля радиоактивных продуктов, поступивших в атмосферу, которая может составить от 3 до 50% от общей активности реактора на момент его останова или разрушения);

модели состояния атмосферы, характеристики рельефа района аварии и трасс распространения радиоактивного облака (категории устойчивости атмосферы А, Д, Ф, скорость ветра и скорость сухого осаждения невесомой смеси);

сведения о подразделениях ОПС (удаленность от объекта, степень защищенности личного состава) [2].

Необходимо отметить, что в непосредственной близости от государственной границы Республики Беларусь на территории Литвы, Украины и России расположен ряд объектов атомной энергетики, среднее удаление которых от границ Республики Беларусь составляет 45 км. По результатам оценки прогнозируемой радиационной обстановки определено, что в случае возникновения радиологической чрезвычайной ситуации на данных объектах размеры зон заражения на следе облака составят от 17 км (опасного) до 100 км (умеренного), а нахождение в них свыше 10 часов приведет к снижению боеспособности по радиационному фактору до 20 % личного состава подразделений ОПС.

Возможное образование участков радиоактивного загрязнения местности потребует проведения защитных мероприятий для сотрудников ОПС и членов их семей, включая йодную профилактику, обязательную защиту органов дыхания и другие мероприятия по обеспечению радиационной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бугай, А.Н., Хроники крупных аварий, инцидентов и потенциально опасных событий атомной эпохи по отечественным и зарубежным публикациям : Обзор / А.Н. Бугай. – Минск : ГУО «ИПС РБ», 2020. – 77 с.
2. Радиационная, химическая и биологическая защита. Методика оценки радиационной и химической обстановки: уч. пособие / А.Н. Бугай. – Минск: ИПС РБ , 2022. – 134 с.

УДК 004.8:351.863:519.876

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МЕТОДЫ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ: ОТ ДАННЫХ К ПРЕВЕНТИВНЫМ РЕШЕНИЯМ

Бабинцев Е.А.

Сафонова Н.Л.

ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Аннотация. Статья посвящена исследованию возможностей нейросетевых методов и технологий искусственного интеллекта в решении задачи прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Рассматривается принципиальное отличие данных подходов от классических статистических и детерминистических моделей.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронные сети, прогнозирование чрезвычайных ситуаций, машинное обучение, моделирование рисков, интеллектуальные системы поддержки принятия решений.

NEURAL NETWORK METHODS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PREDICTING EMERGENCY SITUATIONS: FROM DATA TO PREVENTIVE SOLUTIONS

Babintsev E. A.

Safonova N.L.

Air Force Military Academy named after N. Zhukovskiy and J. Gaganin

Abstract. The article is devoted to the study of the possibilities of neural network methods and technologies in solving the problem of forecasting natural and man-made emergencies. The fundamental difference of these approaches from classical statistical and deterministic models is considered.

Keywords: artificial intelligence, neural networks, emergency forecasting, machine learning, risk modeling, intelligent decision support systems.

Прогнозирование чрезвычайных ситуаций (ЧС) традиционно относится к классу сложных, слабоструктурированных задач, характеризующихся высокой неопределенностью, влиянием многочисленных взаимосвязанных факторов и, как правило, дефицитом однозначных причинно-следственных связей. Классические математические модели, основанные на физических уравнениях или регрессионном анализе, часто оказываются неадекватными в условиях сложной нелинейной динамики природных и техногенных систем. На этом фоне нейросетевые методы, составляющие ядро современного искусственного интеллекта (ИИ), открывают новые перспективы.

В отличие от моделей, требующих априорной формулировки гипотез о взаимосвязях между параметрами, искусственные нейронные сети (ИНС) действуют по принципу «черного ящика» в отношении внутренних закономерностей, но с явным результатом на выходе. Они не программируются явно, а обучаются на исторических примерах (данных), минимизируя ошибку между своим прогнозом и известным фактическим исходом. Это позволяет им: учитывать нелинейные взаимодействия большого числа факторов; работать с неполными и зашумленными данными, что характерно для реальных систем мониторинга; адаптироваться к изменяющимся условиям при поступлении новых данных.

Целью применения ИНС в прогнозировании ЧС является не просто экстраполяция трендов, а комплексная оценка вероятности наступления события в заданный будущий интервал времени на основе текущего и ретроспективного состояния множества влияющих факторов.

Выбор архитектуры ИНС зависит от данных и прогнозируемого события:

- рекуррентные нейронные сети (RNN) подходят для временных рядов (уровень воды, сейсмическая активность) благодаря «памяти»;
- сверточные нейронные сети (CNN) адаптируются для временных рядов и пространственных данных, выявляют локальные признаки (очаги техногенной опасности, формы сигналов предвестников землетрясений);

- гибридные архитектуры (CNN-LSTM) объединяют CNN для извлечения признаков и LSTM для анализа их временной динамики. Эффективны для прогноза распространения пожаров или загрязняющих шлейфов.

Этапами разработки и применения нейросетевой модели прогнозирования являются:

1. Препроцессинг данных - сбор истории ЧС и факторов, очистка, нормализация, устранение дисбаланса.
2. Обучение модели – использование размеченных данных, алгоритмов обратного распространения и оптимизаторов, регуляризация против переобучения.
3. Валидация - тестирование на независимой выборке, оценка по точности, полноте, анализ вклада факторов.
4. Эксплуатация – внедрение в систему мониторинга для реального времени с выдачей вероятностных оценок риска.

Примерами практического применения могут служить:

- лесные пожары. CNN (спутниковые снимки) и LSTM (метеоданные, тип растительности, антропогенная нагрузка) прогнозируют вероятность и скорость распространения возгораний;

- паводки и наводнения. LSTM-модели на данных об уровнях воды, осадках, снеготаянии и влажности почв обеспечивают краткосрочный и среднесрочный прогноз подъёма уровня воды;

- техногенные аварии. Гибридные модели анализируют показания датчиков на промышленных объектах, выявляют аномалии перед отказами и прогнозируют ресурс систем.

Нейросетевые методы представляют собой качественный скачок в области прогнозирования ЧС, переводя его на уровень работы с большими данными и сложными паттернами.

Широкому внедрению нейросетевых моделей мешают три основных вызова: высокие требования к объёму и качеству размеченных данных по редким событиям, проблема «чёрного ящика» (низкая интерпретируемость прогнозов, снижающая доверие экспертов) и необходимость интеграции ИИ с экспертным знанием — оптимальное решение лежит в развитии гибридных систем, где нейросетевой прогноз служит основой для сценарного моделирования и принятия решений человеком-оператором.

Таким образом, нейросетевые методы являются не заменой, а мощным расширением арсенала средств прогностики, открывающим путь к более заблаговременному, точному и, следовательно, эффективному предупреждению чрезвычайных ситуаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. О.В. Виноградов, О.А. Морозова Аспекты применения нейронных сетей для прогнозирования чрезвычайных ситуаций// Технологии гражданской безопасности. – 2021 - Том 18, №1(67). - С. 23–25.
2. МЧС России. Искусственный интеллект на страже безопасности: итоги конференции в «Сириусе». [Электронный ресурс]. URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/5641116> (Дата обращения: 25.02.2026 г.).

РАЗГРАНИЧЕНИЕ ПОЛНОМОЧИЙ МЕЖДУ ПУБЛИЧНЫМИ ОРГАНАМИ ВЛАСТИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ЧС

Березин А.А.

Шемятихина Л.Ю., кандидат педагогических наук, доцент,

Уральский институт ГПС МЧС России

Аннотация. В тезисах рассматриваются особенности разграничения полномочий между публичными органами власти в сфере обеспечения безопасности населения и территорий в условиях чрезвычайных ситуаций. Проанализированы функции различных уровней власти, выявлены проблемы правоприменительной практики и определены направления повышения эффективности управления в системе гражданской защиты.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, публичная власть, разграничение полномочий, безопасность населения, правоприменительная деятельность.

DELIMITATION OF POWERS BETWEEN PUBLIC AUTHORITIES IN ENSURING THE SAFETY OF THE POPULATION AND TERRITORIES IN EMERGENCY SITUATIONS

Berezin A.A.

Shemyatikhina L.Yu., PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor

Ural Institute of the State Fire Service of EMERCOM of Russia

Abstract. The paper examines the distribution of powers between public authorities in ensuring the safety of the population and territories in emergency situations. The functions of different levels of government are analyzed, key problems of law enforcement practice are identified, and directions for improving the civil protection management system are proposed.

Keywords: emergency situations, public authorities, distribution of powers, population safety, law enforcement.

Обеспечение безопасности населения и территорий при чрезвычайных ситуациях относится к числу приоритетных задач публичной власти. Нормативно-правовые основы организации деятельности в данной сфере закреплены в федеральном законодательстве, формирующем единую правовую рамку системы защиты населения и территорий [1].

Правовая природа разграничения полномочий основывается на принципах единства системы публичной власти, разграничения предметов ведения и самостоятельности органов местного самоуправления. Соответствующие положения закреплены в действующем законодательстве Российской Федерации и определяют институциональные основы взаимодействия различных уровней управления [3]. В условиях чрезвычайных ситуаций особое значение приобретает согласованность управленческих решений, поскольку отклонения в распределении компетенций способны привести к снижению оперативности реагирования и росту негативных последствий.

Федеральный уровень публичной власти выполняет стратегические и координационные функции. К его компетенции относится формирование государственной политики, нормативно-правовое регулирование, организация функционирования единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также

обеспечение единых подходов к управлению в сфере гражданской защиты [1; 4]. Существенным элементом федерального регулирования является установление общих стандартов деятельности органов управления и сил реагирования, что способствует единообразию правоприменительной практики.

Региональные органы государственной власти обеспечивают реализацию государственной политики с учётом особенностей субъектов Российской Федерации. Их деятельность связана с управлением территориальными подсистемами, организацией межмуниципального взаимодействия, а также координацией деятельности органов местного самоуправления [4]. Региональный уровень играет важную роль в перераспределении ресурсов и принятии решений, направленных на локализацию и ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций.

Муниципальный уровень публичной власти обладает особой значимостью в силу непосредственной приближённости к населению и территории. Органы местного самоуправления участвуют в организации первоочередных мероприятий по защите населения, обеспечивают функционирование систем оповещения, реализуют меры по поддержанию устойчивости объектов жизнеобеспечения [1]. Практика показывает, что именно на муниципальном уровне наиболее явно проявляются проблемы ресурсного обеспечения и распределения ответственности.

Анализ правоприменительной практики свидетельствует о наличии ряда системных проблем, связанных с разграничением полномочий. К числу наиболее распространённых относятся пересечение компетенций, недостаточная согласованность управленческих процедур и неоднородность организационных механизмов взаимодействия [4].

Особая роль в системе координации деятельности публичных органов власти принадлежит МЧС России, которое осуществляет организационно-методическое руководство, обеспечивает функционирование механизмов управления и участвует в формировании единых подходов к реагированию на чрезвычайные ситуации [2; 4].

Совершенствование системы разграничения полномочий предполагает уточнение компетенций, устранение дублирования функций и развитие механизмов межуровневого взаимодействия. Реализация указанных мер способствует повышению устойчивости системы публичного управления и эффективности реагирования на чрезвычайные ситуации [3; 4].

Таким образом, разграничение полномочий между уровнями публичной власти выступает необходимым условием эффективного функционирования системы обеспечения безопасности населения и территорий при чрезвычайных ситуациях, обеспечивая согласованность управленческих решений и устойчивость механизмов реагирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 № 68-ФЗ
2. Федеральный закон «О гражданской обороне» от 12.02.1998 № 28-ФЗ
3. Федеральный закон «Об общих принципах организации публичной власти в субъектах Российской Федерации» от 21.12.2021 № 414-ФЗ
4. Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 (ред. от 30.09.2025) «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Бугай Е.В.

Шемятихина Л.Ю., кандидат педагогических наук, доцент

Уральский институт ГПС МЧС России

Аннотация. Техногенные катастрофы и стихийные бедствия, вызванные быстроразвивающимися опасными природными явлениями и техногенными процессами, представляют угрозу для устойчивого социально-экономического развития страны в целом и ее регионов в частности. В статье актуализируется проблема совершенствования социально-экономической защиты (СЭЗ) населения и территорий при чрезвычайных ситуациях (ЧС).

Ключевые слова: СЭЗ населения и территорий при ЧС, проблемы СЭЗ населения и территорий при ЧС, направления совершенствования СЭЗ.

IMPROVEMENT OF SOCIAL AND ECONOMIC PROTECTION OF THE POPULATION OF TERRITORIES IN EMERGENCY SITUATIONS

Bugai E.V.

Shemyatikhina L.Y., PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor

Ural Institute of State Fire Service EMERCOM of Russia

Abstract. Man-made disasters and natural calamities caused by rapidly developing hazardous natural phenomena and man-made processes pose a threat to the sustainable socioeconomic development of the country as a whole and its regions in particular. This article addresses the issue of improving the socioeconomic protection (SEZ) of the population and territories during emergency situations.

Keywords: SEZs for the population and territories during emergency situations, problems of SEZs for the population and territories during emergency situations, areas for improving SEZs.

Понятие «чрезвычайная ситуация» включает в себя «обстановку на определенной территории, сложившуюся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, распространения заболевания, представляющего опасность для окружающих, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей» [1]. В условиях усложнения ЧС и отягощения их последствий становится актуальным обеспечение СЭЗ населения регионов.

Социально-экономическая защита населения и территорий при чрезвычайных ситуациях – это комплекс мер, направленных на предупреждение возникновения ЧС, снижение их последствий организационными и экономическими мерами и обеспечение устойчивого социально-экономического развития территорий [2]. Так, в 2024 г. на территории РФ произошло 272 ЧС, в том числе [3], и выявлена отрицательная тенденция их увеличения в сравнении с предыдущими годами: федерального характера – 9, межрегионального характера – 2, регионального характера – 40, межрегионального характера – 7, муниципального характера – 166, локального характера – 48.

Проблемы СЭЗ населения и территорий при ЧС связаны с различными аспектами: законодательным регулированием, финансированием мероприятий, организацией системы защиты, информационным обеспечением и подготовкой населения к реагированию на ЧС. Проблемы проявляются на всех этапах деятельности единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС).

Реализация Стратегии – 2030 [4] предусматривает создание оптимальных условий для эффективного решения общегосударственных задач в области обеспечения безопасности жизнедеятельности населения и защищенности критически важных и потенциально опасных объектов, материальных и культурных ценностей на территории России от опасностей, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при ЧС, пожарах и происшествиях на водных объектах, в целях обеспечения национальной безопасности и устойчивого социально-экономического развития РФ в современных условиях.

Совершенствование СЭЗ населения и территорий при ЧС включает законодательные, экономические и организационные меры, развитие технических средств и совершенствование подготовки населения. Цель государства в этой области видится нам в обеспечении устойчивого социально-экономического развития страны и приемлемого уровня безопасности жизнедеятельности населения в ЧС. Направления совершенствования законодательной базы в области защиты населения и территорий при ЧС могут включать: 1) формирование единых подходов к мероприятиям по защите населения и территорий от ЧС на федеральном, региональном и муниципальном уровнях; 2) разработку нормативных правовых актов и нормативно-технических документов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций; 3) создание резервов финансовых и материальных ресурсов в субъектах РФ, что является приоритетным при ликвидации ЧС и восстановления функционирования территорий. Н-р, сравним создание и использование резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации ЧС в разрыве пяти лет, а также отметим, что статистика не оценивает их достаточность (таблица, млн. руб.) [5]:

Округ	3 кв. 2020 г.	3 кв. 2025 г.	сравнение
Северо-Западный федеральный округ	36981,217	49907,981	>
Приволжский федеральный округ	23958,41	78153,281	>
Южный федеральный округ	15649,984	56839,014	>
Центральный федеральный округ (без г. Москвы)	8864,154	52340,255	>
Сибирский федеральный округ	6808,079	18460,969	>
Дальневосточный федеральный округ	5959,161	15165,675	>
Уральский федеральный округ	5079,552	16921,566	>
Северо-Кавказский федеральный округ	2736,249	6033,254	>
г. Москва	60000,0	130000,0	>

Таким образом, проводимые исследования по управлению в условиях кризисных ситуаций и осмысление правоприменительной практики по социально-экономической защите населения и территорий подтверждает актуальность представленной темы, которая требует также научного осмысления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
2. Указ Президента РФ от 11.12.2018 № 12 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года».
3. Государственный доклад о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2024 году.

4. Указ Президента РФ от 16.10.2019 № 501 «О Стратегии в области развития гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на период до 2030 года».

5. Бюллетень о создании, наличии, использовании и восполнении резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций.

УДК 331.453

СПЕЦИФИКА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ КАЛИЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МЕТОДЫ ИХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Бунас А.Г.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Аннотация. Обеспечение промышленной безопасности на объектах минерально-сырьевого комплекса является одной из приоритетных задач современной техносферной защиты. Горнодобывающая отрасль, и в особенности калийная промышленность, характеризуется наличием сложного комплекса опасных производственных факторов, обусловленных как ведением подземных горных работ, так и функционированием наземных обогатительных комплексов и хранилищ отходов.

Ключевые слова: промышленная безопасность, чрезвычайные ситуации, калийное производство, прогнозирование ЧС, шламохранилище, управление рисками.

SPECIFIC FEATURES OF EMERGENCY SITUATIONS AT POTASSIUM INDUSTRY FACILITIES AND METHODS FOR THEIR PREDICTION

Bunas A.G.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

Abstract. Ensuring industrial safety at mineral resource facilities is one of the priority tasks of modern technosphere protection. The mining industry, and in particular the potash industry, is characterized by a complex set of hazardous production factors caused by both underground mining operations and the operation of surface enrichment complexes and waste storage facilities.

Keywords: industrial safety, emergencies, potash production, emergency forecasting, tailings storage facility, risk management.

Особое место среди предприятий горно-добывающей отрасли занимает ОАО «Беларуськалий» - один из крупнейших в мире производителей калийных удобрений. Масштабы производства, значительная глубина ведения горных работ и наличие обширных шламохранилищ [1] определяют высокую потенциальную опасность этого объекта. Анализ литературных источников [2] показывает, что спектр возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС) на таком предприятии чрезвычайно широк: от нарушений проветривания и загазирования подземных выработок [3] до гидродинамических аварий на хвостохранилищах, способных привести к значительному экологическому ущербу [4].

Актуальность темы настоящего доклада обусловлена необходимостью систематизации знаний о современных подходах к управлению защитой от ЧС на калийных предприятиях. Особый интерес представляют вопросы прогнозирования аварийных ситуаций и мониторинга опасных факторов, которые являются ключевыми элементами системы предотвращения и минимизации последствий техногенных катастроф [5].

ОАО «Беларуськалий» представляет собой уникальный производственный комплекс, сочетающий ведение подземных горных работ на значительных глубинах с функционированием наземных обогатительных фабрик и обширных хранилищ отходов. Такая структурная сложность предопределяет многообразие и специфику потенциальных чрезвычайных ситуаций, которые принципиально можно разделить на две крупные группы: риски, связанные с подземным способом добычи, и риски, обусловленные деятельностью на поверхности.

Подземные риски в первую очередь определяются аэрологическими факторами. Одной из ключевых угроз является нарушение устойчивого проветривания очистных и подготовительных забоев. Как показывают исследования, проведенные в условиях рудников ОАО «Беларуськалий», системы аэрогазовой безопасности должны обеспечивать непрерывный мониторинг расхода воздуха и качественного состава рудничной атмосферы [3]. Возникновение аварийных ситуаций, таких как загазирование выработок, требует не только своевременного оповещения, но и возможности перехода на аварийные режимы проветривания участков [3]. Особую опасность представляет пылевая обстановка. Интенсивное пылеобразование при добыче и транспортировке калийной руды создает риски не только профессиональных заболеваний, но и взрывов пыли при определенных концентрациях [6].

Вторая группа подземных рисков связана с геомеханическими процессами. Ведение горных работ на больших глубинах сопровождается проявлениями горного давления, что может приводить к деформациям и обрушениям пород кровли. Кроме того, особую категорию риска представляют эндогенные пожары, специфичные для калийных рудников, причины и механизмы возникновения которых требуют постоянного контроля и прогнозирования [7].

Поверхностные же риски для ОАО «Беларуськалий» в значительной степени сконцентрированы вокруг гидротехнических сооружений – шламохранилищ и хвостохранилищ, которые являются крупными инженерными объектами, аккумулирующими жидкие и твердые отходы производства [8]. Основные причины возможных аварий на грунтовых дамбах связаны с нарушением правил эксплуатации, фильтрационными процессами и потерей устойчивости откосов [9]. Анализ возможных причин аварий на таких объектах показывает, что критически важными являются параметры состояния шламохранилища, требующие постоянного диагностического контроля: положение кривой депрессии, работа противотифльтрационных устройств и фильтрационные свойства грунтов тела дамбы [10].

Гидродинамическая авария на шламохранилище, вызванная прорывом ограждающей дамбы, относится к категории ЧС с наиболее тяжелыми последствиями. Прогнозирование таких аварий и оценка вероятности их возникновения являются необходимым условием безопасной эксплуатации этих сооружений [11]. Развитие возможных ЧС на шламохранилищах может быть вызвано комплексом факторов, включая фильтрационные деформации грунта, переполнение карт, недостаточную эффективность дренажных систем и внешние воздействия [12].

Таким образом, специфика рисков ОАО «Беларуськалий» заключается в их комплексном характере, требующем одновременного управления безопасностью как в подземном пространстве, так и на поверхности, с применением специализированных методов мониторинга и прогнозирования для каждой из выявленных групп угроз.

Прогнозирование чрезвычайных ситуаций на калийном предприятии представляет собой сложную многокомпонентную задачу, решение которой базируется на применении различных методологических подходов. В зависимости от природы прогнозируемой опасности используются вероятностные методы, методы компьютерного моделирования, а также специализированные методики оценки риска гидродинамических аварий.

Вероятностные методы оценки риска занимают важное место в системе прогнозирования аварий на горнодобывающих предприятиях. Как показывает практика

оценки риска на месторождениях калийных удобрений, эффективным инструментом является построение деревьев событий и деревьев отказов, позволяющих комплексно проанализировать причины возникновения аварий и систематизировать мероприятия по их минимизации. Такой подход дает возможность не только идентифицировать возможные сценарии развития аварий, но и количественно оценить вероятность каждого из них с учетом множества влияющих факторов.

Нормативно-методическая база в области прогнозирования аварий на горных предприятиях постоянно совершенствуется. В частности, разработаны рекомендации по определению загазированных взрывчатой смесью объемов горных выработок и оценке полноты и достоверности компьютерных моделей шахтной вентиляционной сети. При проведении анализа риска аварий рекомендуется придерживаться поэтапной процедуры, включающей сбор данных об условиях ведения работ, обнаружение и классификацию потенциальных угроз, установление определяющих факторов для каждой выявленной угрозы и расчет соответствующих показателей опасности.

Особое направление составляет прогнозирование последствий аварий на гидротехнических сооружениях - шламохранилищах и хвостохранилищах. Анализ существующих методик оценки риска возникновения чрезвычайных ситуаций на гидротехнических сооружениях различного типа показывает, что они зачастую сложны, громоздки и трудоемки в использовании из-за отсутствия, неточности и неопределенности исходных данных. В связи с этим требуется разработка специализированных методик оценки риска с учетом конструктивных особенностей конкретных сооружений.

Оценка рисков гидродинамических аварий на шламохранилищах и прогнозирование зон затопления базируются на анализе причин аварий, которые могут быть обусловлены фильтрационными деформациями грунта, переполнением карт, недостаточной эффективностью дренажных систем и внешними воздействиями [11]. Методика оценки рисков чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, позволяет комплексно подходить к прогнозированию аварий на гидротехнических сооружениях с учетом их текущего технического состояния [11]. Эффективное управление безопасностью на таком сложном объекте, как ОАО «Беларуськалий», невозможно без создания комплексной системы мониторинга, позволяющей в реальном времени отслеживать состояние производственной среды, и методов прогнозирования, дающих возможность предвидеть развитие аварийных ситуаций. В современных условиях это достигается путем интеграции автоматизированных систем контроля, геотехнических наблюдений и математического моделирования.

Таким образом, прогнозирование последствий ЧС на объектах ОАО «Беларуськалий» осуществляется с использованием комплекса методов: от вероятностного анализа риска до компьютерного моделирования и специализированных методик оценки надежности гидротехнических сооружений. Ключевую роль в системе прогнозирования играют экспертные системы и цифровые двойники, позволяющие в реальном времени оценивать развитие аварийных ситуаций и выработать рекомендации по их локализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хрипович, А. А. Геоэкологические факторы загрязнения почвы и подземных вод хлоридами в зоне воздействия объектов складирования галитовых отходов / А. А. Хрипович, Е. А. Тишковская // Природопользование. – 2024. – № 1. – С. 78-87.
2. Линкевич, Н. Н. Оценка уровня безопасности и риска аварий гидротехнических сооружений / Н. Н. Линкевич // Мелиорация. – 2021. – № 3(97). – С. 28-43.
3. Журавков, М. А. Экспертная система компьютерного моделирования вентиляционной обстановки в шахте при возникновении аварии / М. А. Журавков, А. В. Николаев // Уголь. – 2023. – № 7(1169). – С. 85-88.
4. Кобяк, В. В. Причины и последствия гидродинамических аварий на водохранилищах мира и Республики Беларусь / В. В. Кобяк // Гражданская оборона на

страже мира и безопасности : Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны в Год 90-летия со дня образования Академии ГПС МЧС России. В 5-ти частях, Москва, 01 марта 2023 года. Том Часть II. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2023. – С. 55-60.

5. Методика оценки рисков чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера / Д. С. Миканович, А. А. Морозов, А. И. Гницевич, А. С. Гусев // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2024. – Т. 8, № 2. – С. 209-224.

6. Исаевич, А. Г. Исследование пылевой обстановки на рудниках ОАО "Беларуськалий", опыт снижения запыленности атмосферы рабочих мест / А. Г. Исаевич // Стратегия и процессы освоения георесурсов : Сборник научных трудов / Главный редактор А.А. Барях. Том Выпуск 16. – Пермь : Горный институт Уральского отделения Российской академии наук, 2018. – С. 249-253.

7. Гришин, Е. Л. Развитие систем аэрогазовой безопасности рудников / Е. Л. Гришин // Горное эхо. – 2019. – № 4(77). – С. 104-107.

8. Пашкевич, В. И. Могут ли храниться отходы калийного производства на поверхности земли без водонепроницаемых экранов? / В. И. Пашкевич // Природопользование. – 2018. – № 2. – С. 152-155.

9. Зиновьева О. М., Кузнецов Д. С., Меркулова А. М., Смирнова Н. А. Цифровизация систем управления промышленной безопасностью в горном деле // ГИАБ. 2021.

10. Методика лабораторных исследований по определению коэффициента фильтрации песчаных грунтов для оценки безопасности при эксплуатации шламохранилищ / Г. И. Касперов, В. Е. Левкевич, С. М. Пастухов [и др.] // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2015. – № 2(22). – С. 68-72.

11. Методика оценки рисков чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера / Д. С. Миканович, А. А. Морозов, А. И. Гницевич, А. С. Гусев // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2024. – Т. 8, № 2. – С. 209-224.

УДК 355.58

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ

¹*Соляnnиков А.А.*

¹Горшков А.Г., кандидат физико-математических наук

²Горшкова Ю.Н., кандидат технических наук, доцент

¹Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

²Главное управление МЧС России по Воронежской области

Аннотация. Рассмотрены основные вопросы теоретической и практической подготовки специальных формирований гражданской обороны города Воронежа.

Ключевые слова: специальные формирования, гражданская оборона.

PECULIARITIES OF TRAINING OF SPECIAL CIVIL DEFENSE FORMATIONS

¹Solyannikov A.A.

¹Gorshkov A.G., PhD in Physical and Mathematical Sciences

²Gorshkova Yu.N., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

¹Air Force Military Training and Research Center "Air Force Academy named after prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin," Voronezh

²Main Directorate of EMERCOM of Russia for the Voronezh Region

Abstract. The main issues of theoretical and practical training of special civil defense units of the city of Voronezh are considered.

Keywords: special formations, civil defense.

Цель данной работы является ознакомление и анализ со специальными формированиями (спасательные службы, нештатные аварийно-спасательные формирования) гражданской обороны на территории города Воронежа. Основным вопросом остается совершенствование способов подготовки и методики проведения учений, проведение мероприятий по повышению устойчивого функционирования объектов экономики в военное время, в период действия военного положения и при ЧС природного и техногенного характера, а также проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в очагах поражения.

Специальные формирования создаются в организациях по различным нормативно-правовым документам. Проблема взаимодействия органов управления различных уровней по устойчивому и надежному функционированию в ЧС и в период действия военного положения этих формирований стоит наиболее остро, поэтому основной задачей является разработать и обосновать предложения по решению данного вопроса.

Формирования оснащаются специальной техникой и имуществом, которая происходит за счет имеющихся в организациях для обеспечения производственной деятельности, а при их отсутствии или недостаточном количестве - за счет заблаговременного закрепления за формированиями специальной техники и имущества других организаций, которое производится на договорной основе при участии администрации города. Непосредственная передача техники и имущества осуществляется с введением соответствующих степеней готовности ГО. Обеспечение формирований техникой и имуществом по номенклатуре, установленной МЧС России, осуществляется централизованно. Распределение фондов специальной техники и имущества производится МЧС России по заявкам через управление ГОЧС города.

Основными видами специальной техники и имущества централизованного снабжения по номенклатуре, установленной МЧС России, являются: средства индивидуальной защиты, дозиметрическая аппаратура, приборы радиационной разведки и дозиметрического контроля, средства связи и оповещения, индивидуальные средства медицинской защиты.

Нештатные аварийно-спасательные формирования (НАСФ) созданы на территории Воронежской области согласно [1], распоряжению администрации Воронежской области от 15.03.2006 №674-р «О создании штатных аварийно-спасательных формирований на территории Воронежской области».

Подготовка НАСФ организуется в соответствии с «Программой обучения личного состава штатных АСФ Воронежской области», разработанной на основе «Примерной программы обучения личного состава штатных аварийно-спасательных формирований» (утвержденной Министром МЧС России 23 марта 2006 года). Формирования самостоятельно или совместно с профессиональными аварийно-спасательными формированиями участвуют в ликвидации последствий стихийных бедствий, аварий.

Подготовка руководителей формирований осуществляется путем повышения их квалификации в Учебно-методическом центре по ГОЧС и на курсах ГО муниципальных образований, проведением занятий с личным составом формирований по месту работы. В ходе проведения практических занятий и учений обращается внимание на вопросы морально-психологической подготовки личного состава формирований к действиям в обстановке ЧС, на способы спасения людей в очагах поражения, оказание само- и взаимопомощи при различных поражениях, приобретение практических навыков по ликвидации чрезвычайных ситуаций, наиболее характерных для конкретных территорий и организаций.

На территории области функционируют профессиональные спасательные формирования:

- Воронежская областная поисково-спасательная служба. В ее составе дежурные поисково-спасательные подразделения, водный аварийно-спасательный отряд (с базированием в Воронеже, Борисоглебске, Лиски, Павловске), отряд специальных и взрывотехнических работ;
- поисково-спасательные отряды городского округа г. Воронежа, г. Лиски и Борисоглебского городского округа.

Привлекается к поисково-спасательным работам добровольный студенческий спасательный отряд Воронежского государственного технического университета.

Профессиональная подготовка спасателей проводится в соответствии с Программой профессиональной подготовки спасателей МЧС России по общей и специальной тематике в местах постоянной дислокации поисково-спасательных формирований в составе дежурных смен.

Весь комплекс мероприятий по ГО и ЧС должен обеспечить подготовку сотрудников к смелым и решительным действиям в условиях применения противником современных средств поражений, а также привитие уверенности в эффективности проводимых мероприятий, воспитание стойкости, готовности выполнить обязанности по ГО и ЧС в самых сложных условиях при высокой организованности и дисциплине.

В ходе работы были рассмотрены основные вопросы теоретической и практической подготовки специальных формирований гражданской обороны города Воронежа.

ЛИТЕРАТУРА

1. О гражданской обороне [Электронный ресурс]: федер. закон Рос. Федерации от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ : принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 28 января 1998 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ:
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ**

Соколов Г.П.

Дементьева Ю.А.

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Статья посвящена применению технологий искусственного интеллекта в сфере пожарной безопасности. Рассмотрены теоретические основы и практические аспекты использования систем машинного обучения для прогнозирования возникновения и развития пожаров. Проанализированы федеральные и региональные проекты, внедрённые в контур МЧС России. Выявлены правовые и методологические аспекты интеграции интеллектуальных систем в противопожарную деятельность.

Ключевые слова: искусственный интеллект, прогнозирование пожаров, машинное обучение, пожарная безопасность, нейросетевые технологии.

**USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR FORECASTING THE DYNAMICS OF FIRE
DEVELOPMENT AND EXTINGUISHING: THEORETICAL FOUNDATIONS AND
PRACTICAL IMPLEMENTATION**

Sokolov G.P.

Dementyeva Yu.A.

Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency
Situations of Russia

Abstract. The article is devoted to the application of artificial intelligence technologies in the field of fire safety. The theoretical foundations and practical aspects of using machine learning systems for predicting the occurrence and development of fires are considered. Federal and regional projects integrated into the structure of the Ministry of Emergency Situations of Russia are analyzed. Legal and methodological aspects of integrating intelligent systems into fire-fighting activities are identified.

Keywords: artificial intelligence, fire forecasting, machine learning, fire safety, neural network technologies.

Статистика МЧС России фиксирует тревожную динамику: если в 2024 году лесные пожары охватили 6 млн га, то за январь-июнь 2025-го — уже 4 млн га [1]. Темп распространения возгораний ускоряется. В Ростовской области январь 2026 года принёс 354 пожара различной категории сложности, что на 10% превышает показатели января 2025-го [2]. Д.А. Давыдова, волонтёр «Симаргла», наблюдает сдвиги иного порядка: пожарный сезон открывается раньше климатических норм, а территории, традиционно считавшиеся безопасными, ныне требуют мониторинга [3]. В этих условиях традиционные методы прогнозирования — индекс Нестерова и метеорологические модели — демонстрируют принципиальные ограничения. Их прогностический горизонт сужается в условиях нестабильного климата, поскольку не учитывают совокупность множества взаимосвязанных факторов риска.

В ответ на эти вызовы исследовательская группа Центра искусственного интеллекта Сколковского института науки и технологий под руководством С.В. Илларионовой разработала систему машинного обучения, обучаемую на архивах десятилетней глубины [4]. Алгоритм выявляет закономерности, недоступные традиционному статистическому анализу. Многокомпонентность входных данных — спутниковые снимки, метеопараметры, топография, плотность населения — позволяет строить прогнозы с горизонтом пять суток [5]. Пилотное внедрение в Сахалинской области летом 2025 года продемонстрировало работоспособность системы при обработке спутниковых данных [6]. По данным С.В. Илларионовой, точность прогнозирования варьирует в диапазоне 70–87% в зависимости от региона и полноты входных данных [4]. В настоящий момент разработка интегрирована во внутренний контур МЧС России, обеспечивая ежедневное картирование пожарного риска по всей территории страны [7].

Параллельно с федеральными инициативами региональные проекты подтверждают эффективность интеллектуальных систем. В Пермском крае компания «ИнноГеоТех» реализовала экспериментальный модуль, объединяющий 16 факторов риска, включая десятилетнюю историю пожаров, геологические особенности и состав почв [8]. Как отмечает главный инженер В.В. Авраменко, система генерирует карты потенциальной пожароопасности с семисуточным горизонтом визуализации [8]. Результаты шестимесячного эксперимента на площади 12 млн га лесного фонда показали снижение площади высокорисковых зон с 10,8 млн га до 7,6 млн га в течение августа 2023 года [8]. П.А. Шиловских, министр информационного развития и связи Пермского края, акцентирует возможность тиражирования проекта в субъектах с ежегодной актуализацией проблемы природных пожаров [8].

Наряду с прогнозированием возгораний, исследователи разрабатывают решения для оптимизации непосредственного тушения пожаров и эвакуации населения. В Санкт-Петербургском политехническом университете им. Петра Великого создана концепция интеллектуальной системы мониторинга на базе интернета вещей с использованием автономных роботов-проводников [9]. Архитектура построена на глубоком обучении с подкреплением: робот формирует стратегию эвакуации через механизм поощрения за эффективные действия и штрафа за ошибки [9]. Интегрирован модуль взаимодействия с человеком, включающий распознавание эмоционального состояния для выявления паники, голосовые инструкции в условиях задымлённости и тактильную обратную связь для эвакуации лиц с нарушениями зрения [9]. Таким образом, искусственный интеллект трансформируется из инструмента анализа в агента спасательных операций.

Масштабное внедрение интеллектуальных систем требует соответствующей правовой инфраструктуры. С 1 марта 2025 года статья 1 Федерального закона от 24.09.2022 № 370-ФЗ вступила в силу, модифицируя Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [10]. Статья 24 в редакции 2025 года устанавливает обязательное соответствие работников квалификационным требованиям профессионального стандарта «Специалист по пожарной профилактике» (утв. приказом Минтруда России от 11.10.2021 № 696н) [11]. Следовательно, разработка и внедрение ИИ-систем в противопожарной сфере требует участия специалистов с профильным образованием либо профпереподготовкой не менее 250 часов [12]. С 1 сентября 2025 года вступило в силу постановление Правительства РФ от 03.02.2025 № 90, уточняющее требования к эксплуатации систем пожарной безопасности [13].

Вместе с тем, масштабирование ИИ-систем сопряжено с методологическими ограничениями. Региональная специфика климатических условий и деятельности человека требует локального обучения моделей. По оценке С.В. Илларионовой, адаптация модели к условиям одного субъекта занимает около недели, при этом разброс точности прогнозов определяется полнотой и достоверностью входных данных [4]. В этой связи возникает необходимость в развитой инфраструктуре сбора и верификации данных. Дополнительно аспекты информационной безопасности регламентированы Федеральным законом от

31.07.2025 № 304-ФЗ, вступающим в силу 1 марта 2026 года, который устанавливает требования к передаче данных через портал «Госуслуги» [14].

Опыт других стран подтверждает эффективность отечественных разработок. В Калифорнии применение ИИ-систем в 2025 году обеспечило сокращение экономических потерь от лесных пожаров на 22% [15]. Российские решения демонстрируют конкурентоспособность при адаптации к отечественным ландшафтно-климатическим условиям. Перспективы эволюции функционала связаны с интеграцией прогностических моделей в системы реального времени, применением генеративного ИИ для повышения разрешения спутниковых снимков, созданием цифровых двойников пожароопасных территорий [16]. Это позволит перейти от прогнозирования возникновения к моделированию сценариев развития пожаров и оптимизации расстановки сил и средств тушения.

Применение искусственного интеллекта для прогнозирования динамики развития и тушения пожаров формирует междисциплинарное направление, синтезирующее машинное обучение, дистанционное зондирование Земли и анализ больших данных. Практическая реализуемость подтверждена пилотными проектами Сколтеха и «ИнноГеоТеха», интеграцией в контуры МЧС России. Учитывая ужесточение законодательных требований к квалификации специалистов и стандартизации процедур, дальнейшее развитие данного направления предопределяет необходимость синергии компетенций в сферах пожарной безопасности, информационных технологий и правового регулирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдова Д.А. — волонтер команды добровольных лесных пожарных «Симаргл» // Комментарий для РБК Трендс. — 2025. — 28 ноября.
2. Мордвиненко С.Е. — заместитель начальника Главного управления МЧС России по Ростовской области // Пресс-конференция ТАСС Юг. — 2026. — 4 февраля.
3. Давыдова Д.А. — волонтер команды добровольных лесных пожарных «Симаргл» // Комментарий для РБК Трендс. — 2025. — 28 ноября.
4. Илларионова С.В. — руководитель исследовательской группы Центра искусственного интеллекта Сколтеха // Интервью «Известиям». — 2025. — 9 апреля.
5. Илларионова С.В. — руководитель исследовательской группы Центра искусственного интеллекта Сколтеха // Научная публикация в журнале Scientific Reports. — 2025.
6. Илларионова С.В. — руководитель исследовательской группы Центра искусственного интеллекта Сколтеха // Комментарий для ИА «Октагон». — 2025. — 11 февраля.
7. Разработчики Сколтеха // Комментарий для ИА «Октагон». — 2025. — 11 февраля.
8. Авраменко В.В. — главный инженер компании «ИнноГеоТех» // Официальный сайт компании «ИнноГеоТех». — 2025. — 21 января.
9. Громов В.В., Лебедев А.А. Применение алгоритмов глубокого обучения для прогнозирования пожароопасности // Журнал «Информационные технологии». — 2023. — СПбПУ.
10. Федеральный закон от 24.09.2022 № 370-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Российская газета. — 2022. — Статья 1 вступает в силу с 01.03.2025.
11. Профессиональный стандарт «Специалист по пожарной профилактике», утв. приказом Минтруда России от 11.10.2021 № 696н // Официальный интернет-портал правовой информации. — 2021.
12. Приказ МЧС России от 18.11.2021 № 806 «Об определении Порядка, видов, сроков обучения лиц...» // База данных «Гарант». — 2021.
13. Постановление Правительства РФ от 03.02.2025 № 90 «О внесении изменений в постановление...» // Официальный интернет-портал правовой информации. — 2025.

14. Федеральный закон от 31.07.2025 № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О пожарной безопасности» // Российская газета. — 2025.
15. Искусственный интеллект против стихии: как нейросети спасают жизни // РБК. — 2025. — 16 декабря.
16. Сколтех представил свои разработки на Дне искусственного интеллекта в Сколково // Официальный сайт Сколтеха. — 2025. — 2 октября.

УДК 004.031.42:[355.58:614.876]

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АВАРИЙНОЕ РЕАГИРОВАНИЕ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИАЦИОННОЙ АВАРИИ

Соколова А.А.

Университет гражданской защиты

Аннотация. В статье автор актуализирует вопросы экологической безопасности, экологическим контролем, представляющий собой специфические мероприятия, направленные на выявление, пресечение нарушений законодательства в сфере охраны окружающей среды, что также имеет отношение к моделированию при возникновении чрезвычайной ситуации на атомной электростанции.

Ключевые слова: экологическая безопасность; моделирование; алгоритмизация управленческих решений; чрезвычайная ситуация; аварийное реагирование.

Современное развитие цивилизации свидетельствует о том, что неизбежно возникают глобальные проблемы, связанные с воздействием человека на биосферу, что актуализирует вопросы, касающиеся экологической безопасности, реализации типов моделей, систем ситуационного моделирования [1]. Экологическая безопасность представляет собой особое состояние защищенности природной среды и здоровья личности, а также от возможного деструктивного воздействия человека и общества на природно-хозяйственную систему при возникновении чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Сегодня в мире не уменьшается количество различных катастроф, поэтому важно обратить внимание на эффективность применения ситуационного моделирования в условиях чрезвычайных ситуаций при ликвидации последствий радиационной аварии, что непосредственно связано с экологической безопасностью, которая представляет собой комплексное явление в биосфере, социосфере и техносфере [2, с. 78].

Актуальность авторской точки зрения, представленной в контексте обозначенной проблематики, определяется следующими обстоятельствами.

Во-первых, тем, что, при разрушающем экологическом воздействии радиации на объект хозяйственной деятельности при возникновении чрезвычайной ситуации на атомной электростанции, а также при ликвидации последствий радиационной аварии наблюдаются трансформации глобального характера, которые приводят к необратимым изменениям в природе, оказывая разрушительное воздействие на определенную территорию и здоровье человека.

Во-вторых, обязательно надо учитывать происходящие общемировые геополитические изменения, имеющие непосредственное отношение к экологической безопасности, а при необходимости, к ситуационному моделированию на ядерном объекте повышенной опасности при возникновении чрезвычайной ситуации и ликвидации последствий радиационной аварии.

Поясню, что экологическая безопасность требует особого внимания к объективным триггерам: экологический аудит, реализация профессионально-направленного

документированного процесса верификации полученных сведений, уточняющих критерии, правила эксплуатации атомных электростанций. Так, именно экологическая экспертиза, устанавливающая параметры хозяйственной активности, которая должна соответствовать ранее заданным экологическим параметрам. В результате экологической экспертизы определяются допустимые нормы в процессе реализации объекта для предупреждения возможных деструктивных воздействий деятельности человека на окружающую среду, что не исключает возникновения чрезвычайной ситуации. Определяющим фактором, необходимым для реализации мероприятий по обеспечению экологической безопасности, является экологический контроль, представляющий собой специфические мероприятия, направленные на выявление, пресечение нарушений законодательства в сфере охраны окружающей среды, необходимые для своевременного предотвращения экологических катастроф, аварий на атомной электростанции. При осуществлении экологического контроля субъектами хозяйственной и другой деятельности на основании нормативов (нормативных документов), предполагается провести экологическую экспертизу конкретной природно-хозяйственной системы для более эффективной охраны окружающей среды. При этом важным элементом экологического контроля, обеспечения технической безопасности атомных электростанций является мониторинг, моделирование и своевременное выполнение противоаварийных мер за пределами территории ядерного объекта повышенной опасности. Следовательно, базовым принципом, обеспечивающим безопасность атомной электростанции является эшелонированная защита, ориентированная на систему барьеров на пути распространения радиоактивных веществ, ионизирующего излучения и осуществления организационно-технических мер по защите территории, населения, персонала станции, что предполагает создание последовательных уровней защиты от вероятных ошибок персонала, отказов используемого оборудования на атомной электростанции.

В данном аспекте наибольший интерес представляет использование дистанционного и локального мониторинга, что обусловлено современными подходами к обработке информации в процессе ликвидации последствий радиационной аварии, что в перспективе позволяет совместить данные методы в рамках единой измерительной задачи, позволив комплексно решить возникающие проблемы эксплуатации современных ядерных объектов повышенной опасности. Так, анализ различных катастроф доказывает тот факт, что предельно опасными являются сбои энергосистем на атомных электростанциях, на предприятиях химической промышленности, нефтепроводах, которые приводят к экологической катастрофе. На современной атомной электростанции предусмотрено временное хранение отработанного ядерного топлива с последующей транспортировкой, что предполагает строительство специальных предприятий по хранению, переработке радиоактивных отходов, требующих применения геоинформационного ситуационного моделирования, ориентированного на исследование постоянно изменяющихся условий работы технических систем при ликвидации последствий радиационной аварии.

Чрезвычайная ситуация как деструктивное пространственно-временное изменение, воздействующее на все сферы жизнедеятельности социума (экономическую, политическую, социальную, духовную) имеет специфические особенности и свои особые характеристики. Чрезвычайные ситуации имеют продолжительность в реальном времени, необходимом для выявления источников, последствий и максимально эффективного осуществления мероприятий по минимизации ущерба, предотвращению случившейся экологической катастрофы. Чрезвычайная ситуация на атомной электростанции, при которой увеличивается возможность возникновения и развертывания разрушительного процесса, прогнозируется и прекращается спасателями-пожарными, инженерами, деятельность которых, с одной стороны, является предметно-практической, а с другой, имеет ярко выраженный социальный характер [3, с. 37].

Уточню, что чрезвычайные ситуации классифицируются следующим образом: военно-политические и социально-политические конфликты, стихийные бедствия и техногенные катастрофы и комбинированные аварии, которые затрагивают популяции всех

живых организмов на нашей планете, в том числе, и среду обитания человека и поэтому являются основанием ситуационного моделирования и решения проблем экологической безопасности. Моделирование управленческих решений в чрезвычайных ситуациях при ликвидации последствий радиационной аварии на АЭС непосредственно связано с техническими системами, с появлением технологичных производств и внедрением компьютерных систем на основе сетевых технологий. Так, интегральные показатели экологических систем называются индикаторами, изменение которых играет определяющую роль при оценке состояния окружающей среды. Базовое требование к моделям – возможность получать входные данные о состоянии системы для управления и корректировки наблюдаемых процессов, а целью любой модели, учитывающей существенные данные и переменные, является получение новых знаний, оценка состояния объектов (природа, человек, социум) и обеспечение устойчивого развития природной среды и социальной системы.

Акцентуация на определенных типах моделей предполагает следующее: информационная (график, словестное описание, диаграмма); математическая (математические уравнения); имитационная (формализованное обобщение на основе компьютерных технологий), имеющая непосредственное отношение к выработке управленческих решений в чрезвычайных ситуациях. В процессе наблюдения за индикаторами, интегральными показателями, анализом экологических систем, применяются разноформатные модели. Так, информационные модели включают в себя качественные методы системного анализа экологического прогноза, где целью является прогнозирование поведения системы и обеспечения возможности управления (анализ географических зависимостей, списки, метод аналогий, экспертные оценки, дерево событий, матрица Леопольда, комплексный анализ карт или географический анализ). Метод аналогий позволяет найти аналогичный объект, а метод экстраполяции, скорее, частный случай, который дополняет интеллектуальный анализ (компьютерные программы). Методы экспертных оценок характеризует информационные модели, которые используются для проведения морфологического анализа, так как экспертные оценки (способ формализации интуитивных знаний экспертов), необходим для принятия управленческих решений. Кроме этого, математические модели, которые бывают двух видов (теоретические, эмпирические) ориентируются на количественные методы системного анализа. Теоретические модели строятся на базе обобщённых представлений о процессах в системе, ориентируясь на фундаментальные законы (вещество, информация, энергия), представляя собой системы дифференциальных уравнений с частными производными. Эмпирические модели представлены в виде математических уравнений, аппроксимирующие экспериментальные данные о зависимости характеристик системы от влияющих на них факторов. основополагающие методы изучения данных моделей используются в различных алгоритмах математической статистики. Далее, имитационные модели используются для моделирования экологических систем с акцентом на компьютерные технологии (формализация информационных моделей – имитационное моделирование, численное решение математических моделей, формирование сложных программных продуктов – имитационные системы и экспертные системы). Имитационная модель основывается на элементах-программах, аккумулирующих свойства разнообразных подсистем, объединенных в одну систему. К расчётным результатам дополняется случайный шум, который свидетельствует о характере природных, социальных процессов. Логично предположить, что важная роль принадлежит моделированию экологических систем, которое основывается на общей теории систем (модели свойств, модели состава, модели структуры). При этом, модели свойств или «черный ящик», как правило представляет собой статистические модели типа $Y=f(X)$, ориентированные на использование индексов, индикаторов. Методы исследования подобных моделей достаточно разнообразные (географические, математические, статистические) и нацелены на обоснование и выбор маркеров, подходящих и более адекватных индикаторов, во всем многообразии представляющих изучаемую

систему. Модели состава как морфологические модели, исследуют структуру системы, не раскрывая взаимосвязей, характеризующих «вход и выход» предполагаемых показателей, а модель структуры, описывающая связи и взаимодействия системы, как правило, представляют собой сложные математические или имитационные модели, иллюстрирующие специфику и особенности поведения экологических систем. Методы исследования данных моделей базируются на решении прямых задач: исследование зависимости выходной величины от динамично изменяющихся параметров математических уравнений, представляющих поведение экологической системы. Следует отметить, что перечисленные выше методы моделирования, активно используются и совершенствуются (построение математического аппарата для всестороннего описания систем) в контексте методологии общей теории систем, изучая систему как совокупность множества подсистем. Моделирование и алгоритмизация управленческих решений предполагает, что первоочередной задачей при обеспечении инженерными системами безопасности на атомной электростанции является реализация целенаправленной и более эффективной эшелонированной защиты: аварийная остановка реактора, отвод тепла от активной зоны реактора, удержание радиоактивных веществ в заданных границах сооружений станции [4, с. 106]. И в случае возникновения чрезвычайной ситуации очень важно четко осуществлять запланированные мероприятия по руководству ходом развития запроектированной радиационной аварии (структурирование, агрегирование, поиск закономерностей, информирование), что актуализирует экологическую безопасность и ситуационное моделирование при ликвидации последствий радиационной аварии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биненко, В.И., Донченко, В.К., Растоскуев, В.В. Риски и экологическая безопасность природно-хозяйственных систем. – СПб.: СПбГУ, НИЦЭБ РАН, 2019. – 352 с.
2. Булдык, Г. М. Современное инженерное образование / Г. М. Булдык // Педагогическая наука и образование. – 2022. – №2. – С. 78–82.
3. Тихонов, М. М., Соколова, А. А., Соколова, С. Н. Современные информационные технологии и управление рисками в условиях чрезвычайных ситуаций / М. М. Тихонов, А. А. Соколова, С. Н. Соколова // Norwegian Journal of development of the International Science: the Scientific journal. – 2020. – №51, vol.1. – P. 35–37.
4. Соколова, А. А., Соколова, С. Н. Безопасность на объектах повышенной опасности и аварийное реагирование при ликвидации последствий радиационной аварии / Сборник научных статей международного научного форума: «Научный диалог – теория и практика» (г. Москва, 16 января 2025 г.). Том 1 / Отв. ред. Д. Р. Хисматуллин. – Москва: Издательство Инфинити, 2025. – С. 106–112.

УДК 614+311

ПРОГНОЗ ОБСТАНОВКИ С ПОЖАРАМИ В ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ ИНДИКАТОРА KST

Кайбичев И.А.

Уральский институт ГПС МЧС России

Аннотация. Показана возможность использования индикатора KST для прогноза обстановки с пожарами в Псковской области.

Ключевые слова: количество пожаров, прогнозирование, Псковская область, индикатор KST.

FORECAST OF THE FIRE SITUATION IN THE PSKOV REGION USING THE KST INDICATOR

Kaibichev I.A.

Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia

Abstract. The possibility of using the KST indicator to predict the fire situation in the Pskov region is demonstrated.

Keywords: number of fires, forecasting, Pskov region, KST indicator.

Для анализа обстановки с ценами финансовых активов на фондовом рынке применяют индикатор KST[1]. Он является линейной комбинацией экспоненциальных скользящих средних

$$KST_t = EMA_{t,10}(R_{t,10}) + 2 * EMA_{t,10}(R_{t,15}) + 3 * EMA_{t,10}(R_{t,20}) + 4 * EMA_{t,15}(R_{t,30}) \quad (1)$$

где $EMA_{t,n}$ – значение экспоненциальной скользящей средней с периодом n в год с номером t , KST_t – значение индикатора KST в этот год.

Параметр $R_{t,n}$ является отношением разницы между текущим количеством пожаров X_t и аналогичной величиной X_{t-n} отстоящей на n лет позднее к значению X_{t-n} :

$$R_{t,n} = (X_t - X_{t-n}) * 100 / X_{t-n} \quad (2)$$

Попробуем применить индикатор KST для прогнозирования обстановки с пожарами в Псковской области (Рис. 1).

Заметим, что параметр $R_{t,10}$ можно вычислить для 2011 – 2024 годов (Рис. 2). Далее параметр $R_{t,15}$ можно вычислить для 2016 – 2024 годов (Рис. 3). Параметр $R_{t,20}$ можно вычислить для 2021 – 2024 годов (Рис. 4). Параметр $R_{t,30}$ нет возможности вычислить по причине ограниченного набора данных.

Поэтому формулу (1) приведем к виду

$$KST_t = EMA_{t,10}(R_{t,10}) + 2 * EMA_{t,10}(R_{t,15}) + 3 * EMA_{t,10}(R_{t,20}) \quad (3)$$

Значения индикатора KST удалось рассчитать для 2021 – 2024 годов (Рис. 5). Наблюдаем, что при значениях KST в диапазоне от 255,53 % до 438,27 % на следующий год происходил спад.

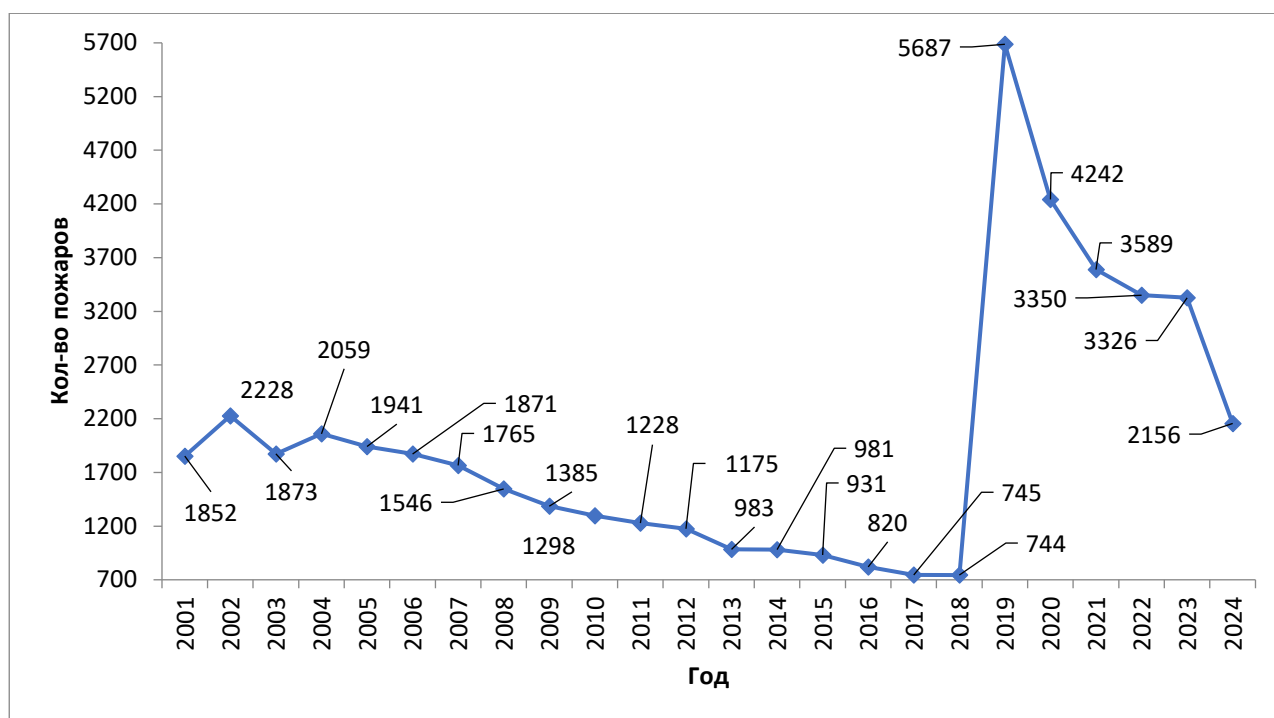


Рис. 1. Количество пожаров в Псковской области

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Год	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
2	$R_{t,10}$	-33,69%	-47,26%	-47,52%	-52,36%	-52,04%	-56,17%	-57,79%	-51,88%	310,61%	226,81%	192,26%	185,11%	238,35%	119,78%

Рис. 2. Результат вычисления параметра $R_{t,10}$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Год	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
2	$R_{t,15}$	-125,85%	-199,06%	-151,75%	63,79%	54,24%	47,87%	47,31%	53,52%	35,76%

Рис. 3. Результат вычисления параметра $R_{t,15}$

	A	B	C	D	E
1	Год	2021	2022	2023	2024
2	$R_{t,20}$	93,79%	50,36%	77,58%	4,71%

Рис. 4. Результат вычисления параметра $R_{t,20}$

	A	B	C	D	E	F
1	Год	2021	2022	2023	2024	2025
2	X_t	3589	3350	3326	2156	
3	KST_t	255,53%	338,56%	438,27%	459,78%	
4	На следующий год		Спад	Спад	Спад	Спад

Рис. 5. Прогноз на основе значений индикатора KST

Поэтому значение $KST = 459,78\%$ в 2024 году дает основание предполагать в 2025 году уменьшение количества пожаров.

В итоге выполненного исследования показана возможность использования индикатора KST для прогноза роста или спада в следующем году количества пожаров в Псковской области

ЛИТЕРАТУРА

1. Martin J. Pring Martin Pring on Market Momentum. McGraw-Hill, New York, May 1, 1997 - 358 p. ISBN 0-7863-1176-2; ISBN 978-0-7863-1176-7.

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФАКТОРОВ ЭМИССИИ ПОЛЛЮТАНТОВ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ

Калимуллина И.Ф., Сагиров Э.А.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. Разработана методика прогнозирования факторов эмиссии поллютантов транспортных потоков с учетом структуры автопарка и режимов движения. Предложен расчетный подход, интегрируемый в систему мониторинга и управления экологическими рисками. Показана возможность применения методики для поддержки управленческих решений в сфере предупреждения чрезвычайных ситуаций экологического характера.

Ключевые слова: транспортные потоки, эмиссия поллютантов, фактор эмиссии, альтернативный транспорт, экологический риск, прогнозирование.

METHOD FOR FORECASTING EMISSION FACTORS OF TRANSPORT FLOWS POLLUTANTS IN THE SYSTEM OF MONITORING AND ENVIRONMENTAL RISK MANAGEMENT

Kalimullina I.F., Sagirov E.A.

St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of
Russia

Abstract. A methodology for forecasting emission factors of transport flow pollutants considering fleet structure and traffic conditions is developed. A calculation approach integrated into the environmental risk monitoring and management system is proposed. The applicability of the method for decision-making support in environmental emergency prevention is demonstrated.

Keywords: transport flows, pollutant emissions, emission factor, alternative transport, environmental risk, forecasting.

Интенсивная автомобилизация урбанизированных территорий является одним из ключевых факторов формирования неблагоприятной экологической обстановки. По данным международных исследований, транспортный сектор вносит значительный вклад в суммарные выбросы оксидов азота (NO_x), оксида углерода (CO), твердых частиц (PM) и летучих органических соединений [1, 2]. Повышенные концентрации указанных загрязняющих веществ в сочетании с неблагоприятными метеоусловиями способны формировать условия, приближающиеся к чрезвычайным ситуациям экологического характера [5].

Существующие методики оценки выбросов базируются преимущественно на использовании нормативных коэффициентов эмиссии, закреплённых в отраслевых руководствах [1]. Однако такие подходы носят статический характер и не учитывают изменение структуры автопарка и режимов движения. В условиях перехода к низкоуглеродной экономике и развития электротранспорта возникает необходимость создания прогностических инструментов, адаптированных к задачам экологического мониторинга и управления рисками [3, 4].

Целью работы является разработка методики прогнозирования факторов эмиссии поллютантов традиционных и альтернативных видов транспорта для их интеграции в систему мониторинга и управления экологическими рисками.

В основе методики лежит расчет суммарного выброса *i*-го поллютанта:

$$E_i = \sum (N_j \cdot L_j \cdot EF_{ij}(v, k, T)),$$

где E_i — валовый выброс загрязняющего вещества; N_j — количество транспортных средств j -й категории; L_j — средний пробег; EF_{ij} — фактор эмиссии, зависящий от средней скорости движения, коэффициента загрузки и температурных условий.

Фактор эмиссии рассматривается как переменная величина, корректируемая с учетом доли альтернативных транспортных средств, режимов движения и сезонных условий эксплуатации.

Интеграция методики в систему мониторинга позволяет формировать сценарные прогнозы изменения эмиссионной нагрузки при трансформации транспортной структуры. Расчетные оценки показывают, что увеличение доли альтернативного транспорта на 15–20 % способно обеспечить снижение валовых выбросов NO_x и CO в диапазоне 10–18 %.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования подхода при разработке программ снижения выбросов, формировании транспортной политики и предупреждении чрезвычайных ситуаций экологического характера.

ЛИТЕРАТУРА

1. ЕМЕП/ЕЕА air pollutant emission inventory guidebook. - Luxembourg: European Environment Agency, 2019.
2. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. - Geneva: IPCC, 2006.
3. Белов С.В. Охрана окружающей среды. - М.: Высшая школа, 2018.
4. Хрипач В.А., Кузнецов А.Н. Экологическая безопасность урбанизированных территорий. – Минск: БНТУ, 2020.
5. World Health Organization. Air Quality Guidelines. - Geneva: WHO, 2021.

УДК 656.225:614.84

ИНДЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ УЯЗВИМОСТИ МАРШРУТОВ КАК ЭЛЕМЕНТ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ОСНОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

Капбасова Г.А., Молдахметов А.Д.

Кокшетауский университет имени Абая Мырзахметова

Аннотация. Неоднородность инфраструктурных и средовых условий железнодорожной сети приводит к существенным различиям в потенциальной тяжести пожароопасных последствий при перевозке опасных грузов даже при одинаковых свойствах груза. Для управленческих задач сетевого уровня требуется сопоставимый критерий, позволяющий ранжировать маршруты и участки по уязвимости. В тезисах предложена индексная процедура на основе сегментации маршрута и многокритериальной свёртки факторов экспозиции, инфраструктурной сложности, доступности реагирования и условий распространения опасных факторов. Индекс предназначен для ранжирования и выбора приоритетов.

Ключевые слова: опасные грузы; железнодорожный транспорт; пожарная безопасность; уязвимость маршрута; многокритериальная оценка; риск-ориентированное управление.

ROUTE FIRE VULNERABILITY INDEX AS A CONCEPTUAL ELEMENT OF FIRE SAFETY IN RAIL TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS

Kapbassova G.A., Moldakhmetov A.D.

Abai Myrzakhmetov Kokshetau University

Abstract. The heterogeneity of railway infrastructure and environmental conditions causes significant differences in the potential severity of fire-related consequences during dangerous goods transportation even for the same cargo properties. Network-level management tasks require a comparable criterion to rank routes and segments by vulnerability. This paper proposes an index-based procedure using route segmentation and multi-criteria aggregation of exposure, infrastructure complexity, response accessibility, and hazard propagation conditions. The index is intended for ranking and prioritization.

Keywords: dangerous goods; railway transport; fire safety; route vulnerability; multi-criteria assessment; risk-oriented management; prioritization.

Железнодорожные перевозки опасных грузов осуществляются в условиях выраженной пространственной неоднородности: станции и сортировочные парки, инженерные сооружения (мосты, тоннели), стеснённые участки и зоны с высокой антропогенной нагрузкой формируют различную экспозицию и различную доступность сил реагирования. В результате одинаковый по физико-химическим свойствам опасный груз способен приводить к принципиально различным по масштабу пожароопасным последствиям в зависимости от участка сети. Это требует включения в концептуальные основы обеспечения пожарной безопасности инструмента сетевого уровня, обеспечивающего сопоставимость маршрутов и формализацию приоритетов превентивного воздействия.

Целью тезисов является описание индексной процедуры ранжирования маршрутов перевозки опасных грузов по пожарной уязвимости, пригодной для управленческих решений при планировании перевозок и размещении ресурсов готовности. Коэффициент опасности перевозимого груза H_c задаётся на основе классификационных признаков опасных грузов и условий их перевозки в международных и национальных документах [1–3].

Маршрут r представляется как совокупность сегментов s (перегоны, станционные зоны, инженерные сооружения). Интегральный показатель пожарной уязвимости маршрута определяется выражением (1).

$$I_r = \sum_{s \in r} H_c V_s E_s \quad (1)$$

Здесь V_s — индекс уязвимости сегмента (безразмерный), E_s — коэффициент экспозиции сегмента, обеспечивающий корректное сравнение сегментов различной протяжённости (нормированная длина или нормированное время прохождения). Индекс сегмента формируется по выражению (2).

$$V_s = \sum_{k=1}^m \omega_k \tilde{x}_{s,k}, \quad \sum_{k=1}^m \omega_k = 1, \omega_k \geq 0 \quad (2)$$

Для обеспечения воспроизводимости нормирование факторов $\tilde{x}_{s,k} \in [0, 1]$ рекомендуется выполнять по линейной схеме «минимум–максимум» в пределах сравниваемой совокупности сегментов. Весовые коэффициенты ω_k целесообразно определять методом попарных сравнений с проверкой согласованности предпочтений [4],

при общей методологической привязке к принципам риск-ориентированного управления [5,6].

Индекс применяется как инструмент ранжирования: по I_r выбирается предпочтительный маршрут при равных эксплуатационных ограничениях, а по V_s выделяются сегменты повышенного приоритета для адресных превентивных мероприятий и планирования готовности. Предложенная процедура не подменяет детальный количественный риск-анализ; она предназначена для предварительного выбора направлений превентивного воздействия и обоснования распределения ресурсов на уровне сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. OTIF. Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail (RID). RID 2025. In force from 1 January 2025. Berne: OTIF, 2024.
2. Организация сотрудничества железных дорог (ОСЖД). Соглашение о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС): с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 июля 2025 г. Варшава: ОСЖД, 2025.
3. Республика Казахстан. Об утверждении Правил перевозок грузов железнодорожным транспортом: приказ Министра по инвестициям и развитию РК от 30 апреля 2015 года № 612 (реестр гос. регистрации НПА РК № 19188). ИПС «Әділет».
4. Saaty T.L. The Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw-Hill, 1980.
5. ISO 31000:2018 Risk management — Guidelines. Geneva: International Organization for Standardization, 2018.
6. ISO 31010:2019 Risk management — Risk assessment techniques. Geneva: International Organization for Standardization, 2019.

УДК 614.8

АНАЛИЗ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2015-2025 ГГ.

Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Стрельцов О.В.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Аннотация. Изучены динамика гибели и пострадавших людей в чрезвычайных ситуациях в Российской Федерации, а также динамика доли спасенных людей в чрезвычайных ситуациях по отношению к общему количеству погибших и спасенных людей в ЧС.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, гибель, пострадавшие, спасенные.

ANALYSIS OF THE CONSEQUENCES OF EMERGENCY SITUATIONS IN THE RUSSIAN FEDERATION IN 2015-2025

Kondashov A.A., Bobrinev E.V., Udavtsova E.Yu., Streltsov O.V.

FGBU VNIIPPO EMERCOM of Russia

Abstract. The dynamics of deaths and injured people in emergency situations in the Russian Federation, as well as the dynamics of the proportion of rescued people in emergency situations in relation to the total number of dead and rescued people in emergencies, were studied.

Keywords: emergencies, deaths, injured, rescued.

Одним из механизмов реализации государственной политики в области защиты от чрезвычайных ситуаций является мониторинг и оценка текущего состояния защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС).

Изучена динамика гибели людей в чрезвычайных ситуациях в Российской Федерации в 2015-2024 гг. по отношению к 2014 году [1]. После тенденции к снижению гибели людей в ЧС за период с 2015 по 2022 гг., намечился тренд к увеличению гибели. Результаты приведены на рис. 1.

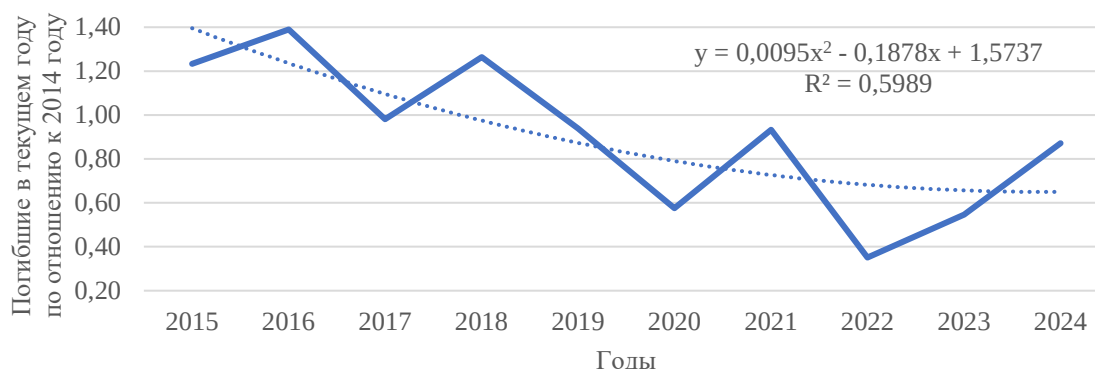


Рис. 1. Динамика гибели людей в чрезвычайных ситуациях в Российской Федерации в 2015-2024 гг. по отношению к 2014 г.

Полиномиальный тренд показателя «гибель людей в чрезвычайных ситуациях в Российской Федерации в 2015-2024 гг.(x) по отношению к 2014 году (y)» при высоком коэффициенте детерминации ($R^2=0,6$) напоминает пологую U-кривую, имеющую вид:

$$y = 0,0095x^2 - 0,19x + 1,57$$

В 2024 году погибло в ЧС (494 чел.) в 2,5 раза больше людей, чем в 2022 году (199 чел.).

Изучена динамика пострадавших людей в чрезвычайных ситуациях в Российской Федерации в 2015–2024 гг. по отношению к 2014 году [1]. Результаты приведены на рис. 2.

Наблюдается тенденция к увеличению пострадавших людей в ЧС за последние 10 лет, которую можно представить в виде U-кривой при высоком коэффициенте детерминации ($R^2=0,81$):

$$y = 0,12x^2 - 0,92x + 1,79$$

В 2024 г. пострадало в ЧС в 3 раза больше людей, чем в 2022 г.

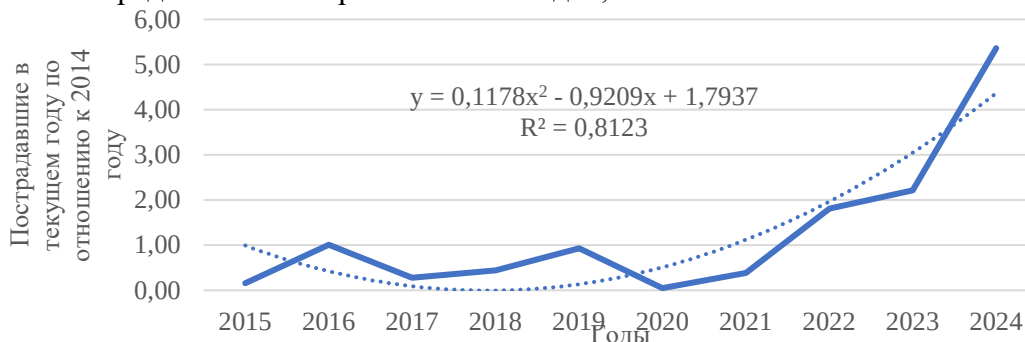


Рис. 2. Динамика пострадавших людей в чрезвычайных ситуациях в Российской Федерации в 2015-2024 гг. по отношению к 2014 г.

Для управления рисками чрезвычайных ситуаций и оценки эффективности сил и средств РСЧС при обеспечении безопасности в чрезвычайных ситуациях использован

показатель «доля спасенных людей по отношению к общему количеству погибших и спасенных людей в ЧС».

Изучена динамика доли спасенных людей в чрезвычайных ситуациях в Российской Федерации в 2015–2024 гг. по отношению к общему количеству погибших и спасенных людей в ЧС [1].

Рассматриваемый показатель характеризует вероятность спасения людей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов ЧС, его тренд носит линейный характер с отрицательным уклоном и имеет вид:

$$y = -0,0054x + 0,94$$

Однако в 2024 г. наметилась тенденция к увеличению эффективности деятельности сил и средств РСЧС по спасению людей в ЧС. Рассматриваемый показатель (доля спасенных людей по отношению к общему количеству погибших и спасенных людей в ЧС) увеличился в 1,2 раза по сравнению с 2022 г.

Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования последствий ЧС и выделения ресурсов сил и средств РСЧС и распределения ресурсов сил и средств РСЧС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2024 году». Москва. 2025. 277 с.

УДК 50-7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СОЗДАНИИ СЛОЖНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Котюков М.В.

Пекарская О.А., кандидат экономических наук

Национальный открытый институт

Аннотация. В работе охарактеризованы классические методы моделирования, позволяющие создать сложные комплексные модели прогнозирования ЧС, показан алгоритм создания прогнозной модели для определенной ЧС.

Ключевые слова: мониторинг чрезвычайных ситуаций, численные методы прогнозирования, корреляционно-регрессионный анализ, метод анализа иерархий, метод нечетких множеств.

USING MATHEMATICAL MODELING METHODS IN CREATING COMPLEX MODELS FOR PREDICTING EMERGENCY SITUATIONS

Kotyukov M.V.

Pekarskaya O.A., PhD in Economical Sciences

National Open Institute

Abstract. The paper describes classical modeling methods that allow for the creation of complex, integrated models for forecasting emergencies, and presents an algorithm for creating a forecast model for a specific emergency.

Keywords: emergency monitoring, numerical forecasting methods, correlation and regression analysis, hierarchical analysis method, fuzzy set method.

К отличительным чертам любой чрезвычайной ситуации (ЧС) на конкретной территории, то есть к ситуации, возникшей из-за катастрофы, аварии, стихийного бедствия, которая всегда влечет за собой медико-санитарные, социально-экономические, экологические последствия огромного масштаба, носящие цепной характер, прежде всего относят: неожиданность появления, огромную скорость развития, и, самое главное, недостаточный объем информационных данных о чрезвычайной ситуации [1].

Среди мер, касающихся предотвращения и предвидения ЧС, в целях снижения тяжести последствий при наступлении ЧС, выделяют прогнозирование (расчет вероятности появления ЧС на основе комплекса данных об аналогичных уже произошедших ЧС) ситуаций и их мониторинг.

Под математической моделью ЧС с понимают математическую формализованную систему, которая отображает наиболее важные свойства и динамику тех опасных явлений, которые могут привести к ЧС.

Анализ основных источников возникновения ЧС на территориях позволяет специалистам, например, с помощью метода анализа иерархий, определить доминантные факторы, связанные с опасностью возникновения ЧС [2].

Методика классического корреляционно-регрессионного анализа и численные методы прогнозирования делают возможным полноценный анализ первичных данных, получаемые инструментальными средствами мониторинга окружающей среды, и именно поэтому грамотно проводимый мониторинг очень важен в общем комплексе прогнозирования ЧС.

Методы нечетких множеств – перспективный инструмент оценки степени поражающего воздействия наблюдаемых параметров на развивающуюся чрезвычайную ситуацию с использованием экспертных суждений, если эти суждения нечеткого характера [3].

Известная ЧС подробно описывается с помощью теоретико-практического анализа, изучения аналогичных ситуаций и на основе консультаций с экспертами-специалистами. Затем принимается решение о формализации совокупного описательного этапа модели, выбираются конкретные переменные математической задачи. Наконец, с помощью формульного математического языка создается сама математическая модель, свойства которой, как универсальные, так и частные, детально исследуются с учетом начальных условий, определенных ограничений и т.д. На этапе проверки адекватности модели корректируются ее параметры с применением методов оптимизации, например, оценивается отклонение расчетных данных от эмпирических. Завершающий этап - использование модели для анализа и прогнозирования ЧС, происходящей в реальных условиях (рис.1).

Отметим, что одна и та же ЧС может быть описана различными моделями, но главным результатом применения любой из них является разработка прогноза ЧС, снижающего риски ее наступления.

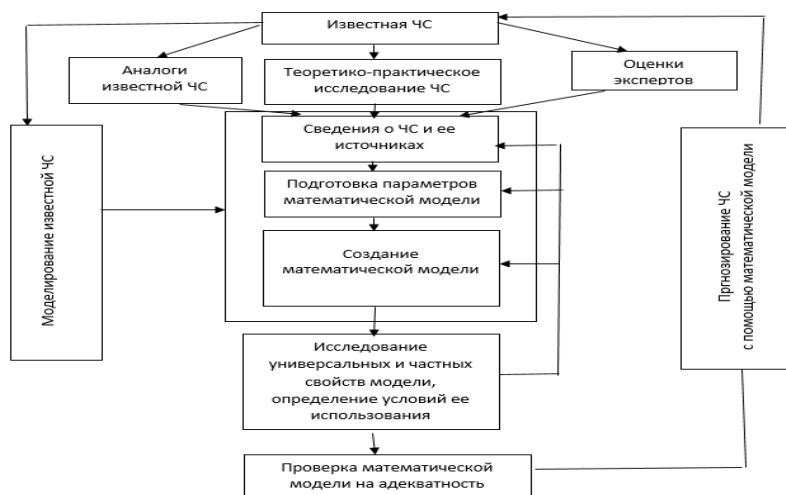


Рисунок 1 – Алгоритм создания модели ЧС [4]

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 21.12.1994 N 68-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (с изм. и доп., вступ. в силу с 26.11.2024).
2. Пекарская О.А. Анализ математических моделей, описывающих формирование горных селевых потоков/О.А. Пекарская, И.В. Рыбакова//Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). -2022. - №1(41). - С.30-39.
3. Шаптала В.Г. Математическое моделирование, как инструмент анализа и прогнозирования чрезвычайных ситуаций / В. Г. Шаптала, В. Ю. Радоуцкий // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2012. – № 1. – С. 161-164.
4. Ямалов И.У. Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций /И. . Ямалов. — М.: Лаборатория знаний, 2024. — 291 с.— Текст: электронный. ISBN 978-5-93208-757

УДК 614.835:621.64

РОЛЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В ФОРМИРОВАНИИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

Кузьменок И.Н.

Булавка Ю.А., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. Установлена взаимосвязь между ростом количества аварий на автозаправочных станциях и уровнем осведомленности водителей о мерах безопасности. Проанализирована статистика повреждений технологического оборудования, вызванных неосторожными действиями клиентов. Предложены пути снижения рисков через актуализацию программ обучения водителей.

Ключевые слова: автозаправочная станция, аварийная ситуация, человеческий фактор, обучение водителей, пожарная безопасность.

ROLE OF THE HUMAN FACTOR IN THE FORMATION OF EMERGENCY SITUATIONS AT GAS STATIONS

Kuzmenok I.N.

Bulauka Yu.A., PhD in Technical Science, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. A connection has been established between the increase in the number of accidents at gas stations and the level of driver awareness of safety measures. Statistics of damage to technological equipment caused by careless actions of customers are analyzed. Ways to reduce risks through updating driver training programs are proposed.

Keywords: gas station, emergency situation, human factor, driver training, fire safety.

Развитие рынка автозаправочных станций (АЗС) в Республике Беларусь сопровождается ростом рисков возникновения взрывопожароопасных ситуаций. Современный заправочный комплекс функционирует как объект повышенной опасности, где сосредоточены значительные объемы легковоспламеняющихся жидкостей. В ряде исследований отмечается, что существующие методы защиты ориентированы на персонал, в то время как поведение водителей остается слабоуправляемым фактором [1-5]. Проблемы пожарной опасности автозаправочных комплексов детально проанализированы в работах Полякова В.И., Кузьмина А.Е., Макарова В.М. и др.[6-7]. Вместе с тем, анализ научно-технической литературы показал, что имеет низкий уровень изученности проблема недостаточной осведомленности граждан о правилах поведения на территории АЗС, которая регулярно приводит к инцидентам, травмам и прочим нештатным ситуациям.

Целью данного исследования является оценка влияния «человеческого фактора» на аварийность на АЗС. Для достижения данной цели решены следующие задачи:

- проанализирована структура и причины возникновения аварийных ситуаций, связанных с обращением нефтепродуктов на АЗС;
- выполнена оценка статистики повреждений технологического оборудования в результате дорожно-транспортных происшествий на территории станций;
- определен материальный ущерб от неосторожных действий клиентов и выявлены наиболее затратные виды инцидентов;
- разработаны предложения по совершенствованию нормативно-правового и учебно-методического обеспечения подготовки водителей.

Анализ деятельности предприятий нефтепродуктообеспечения за период с ноября 2023 г. по ноябрь 2024 г. на примере 66 объектов позволил выявить критическую частоту происшествий. За указанный период зафиксировано 702 случая повреждения оборудования, что составляет более 10 инцидентов на одну АЗС ежегодно [1]. Причины возникновения аварийных ситуаций, связанных с обращением нефтепродуктов приведены на рисунке 1.

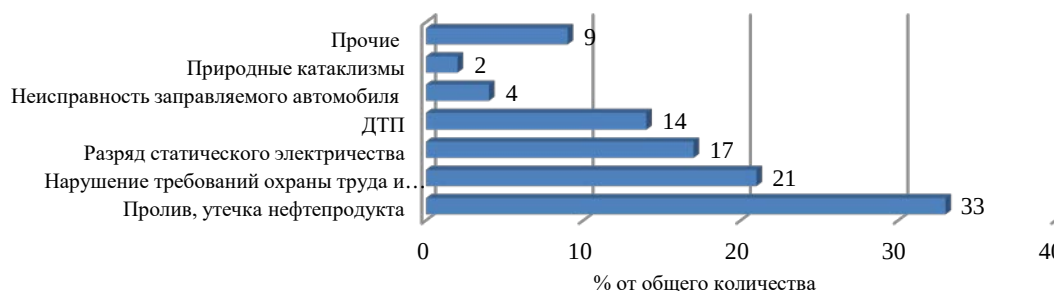


Рисунок 1 – Причины возникновения аварийных ситуаций, связанных с обращением нефтепродуктов на АЗС

Структура повреждений наглядно демонстрирует преобладание фактора невнимательности водителей. Наиболее массовым видом происшествия является обрыв топливораздаточного пистолета, на который приходится 508 случаев или 72,4 % от общего объема. Вторым по значимости фактором выступает повреждение корпуса топливораздаточных колонок (ТРК) – 112 случаев (16,0 %). Рост аварийности на объектах нефтепродуктообеспечения за последний отчетный период составил 14,1 %, что напрямую коррелирует с увеличением транспортной нагрузки и психофизиологическим состоянием водителей.

Статистика чрезвычайных ситуаций подтверждает серьезность последствий подобных инцидентов. В 58 % проанализированных случаев наблюдалось возгорание разлитых легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) с последующим развитием пожара пролива. Максимальные санитарные потери фиксируются именно при таких пожарах, в то время как взрывы топливовоздушных смесей (ТВС) приводят к наибольшему количеству смертельных исходов. За последние десять лет в отрасли зафиксировано 73 квалифицированных случая производственного травматизма, из которых 9 закончились гибелью людей.

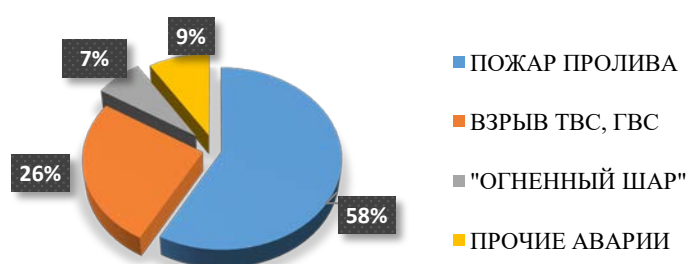


Рисунок 2 – Распределение по типам аварийных ситуаций, связанных с обращением нефтепродуктов на АЗС

Материальный ущерб от неосторожного поведения клиентов создает существенную экономическую нагрузку на предприятия. Наезд на ТРК и последующее разрушение колонки обходится в среднем в 12500 рублей за один случай, включая стоимость запчастей и упущенную выгоду от простоя поста. Повреждения информационных стел, знаков и систем подкачки шин оцениваются в 1800 рублей за инцидент. Обрывы заправочных пистолетов, несмотря на относительно невысокую стоимость ликвидации последствий (240 рублей), ввиду своей массовости требуют постоянных затрат на замену расходных материалов. Расчеты показывают, что внедрение эффективных методов профилактики позволит предотвратить ущерб на сумму более 177 тысяч рублей в год в масштабах рассматриваемой выборки.

Существующая проблема усугубляется развитием зарядной инфраструктуры для электротранспорта. К началу 2024 года в стране насчитывалось уже 1020 электрических зарядных станций (ЭЗС). Эксплуатация таких устройств сопряжена с риском поражения током высокого напряжения (до 1000 В), что требует от владельцев электромобилей специфических знаний, не предусмотренных текущими программами обучения.

Причиной сложившейся ситуации является отсутствие в учебных планах автошкол разделов, посвященных безопасности на объектах повышенной опасности. Водители игнорируют требования о выключении двигателя, запрете курения и использовании антистатической тары. Законодательство также не устанавливает жестких требований к подготовке лиц, осуществляющих самостоятельную заправку автомобилей сжиженным углеводородным газом (СУГ).

Результаты исследования подтверждают гипотезу о том, что безопасность на АЗС сегодня определяется не только технической исправностью оборудования, но и наличием необходимых компетенций клиентов. Для минимизации рисков необходимо внесение изменений в единые программы подготовки водителей категорий «А», «В», «С». Предлагается дополнить предмет «Правила дорожного движения» тематическим блоком

«Безопасность на АЗС», включающим требования к заправке нефтепродуктами и зарядке электромобилей. Организация дополнительного обучения и использование наглядных пособий в учебных кабинетах позволят сформировать культуру безопасного поведения и значительно снизить вероятность возникновения техногенных чрезвычайных ситуаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Недостаточная осведомленность водителей о мерах безопасности как фактор риска для жизни и здоровья при обращении с нефтепродуктами на автозаправочных станциях / И.Н. Кузьменок, Ю.А. Булавка // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2026. – №1 (53) – С.108-112.
2. Предупреждение аварий при обращении с нефтепродуктами на автозаправочных станциях / И.Н. Кузьменок, Ю.А. Булавка // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. 2024. – № 2(56). – С. 72–80.
3. Проблемы обеспечения безопасности при обращении с нефтепродуктами на автозаправочных станциях / И.Н. Кузьменок, Ю.А. Булавка // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2021. – № 3. – С.86-91.
4. Менеджмент безопасности жизнедеятельности: безопасность на АЗС / И.Н. Кузьменок, Ю.А. Булавка // Менеджмент безопасности жизнедеятельности: перспективы развития и проблемы преподавания [Электронный ресурс]: сб. материалов VI открытой Респ. научн.-практ. интернет-конф., Гомель, 12 декабря 2024 г. – Минск: УГЗ, 2025. – С. 56-59.
5. Предупреждение аварий при обращении с нефтепродуктами на автозаправочных станциях / И.Н. Кузьменок, Ю.А. Булавка // Актуальные проблемы недропользования: тезисы докладов XX Всероссийской конференции-конкурса студентов выпускного курса и аспирантов. Санкт-Петербург – Том 1 – 2025. – С.253-256.
6. Поляков, В.И. Взрывопожароопасность автомобильных заправочных станций // Охрана и безопасность труда. Практикум. 2023. – № 02(32). – С. 45–49.
7. Особенности оценки пожарной опасности автозаправочных комплексов и дополнительных противопожарных мероприятий / А.Е.Кузьминов, В.М.Макаров // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. – 2021. –№ 2 (2). –С. 53-57.

УДК – 614.8

ПОКАЗАТЕЛИ ЗАЩИЩЁННОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Леонтьев А.В.

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ

Аннотация. Показан подход по разработке показателя защищенности производственных объектов, расположенных в условиях вечной мерзлоты. Оптимизационная задача по нахождению таких объемов инженерно-технических мероприятий позволяет заблаговременно спланировать и провести инженерные мероприятия, во избежание критического состояния производственного объекта.

Ключевые слова: показатель защищенности, производственный объект, вечная мерзлота, корреляционный анализ, факторный анализ, моделирование чрезвычайных ситуаций, устойчивость объектов, инженерно-технические мероприятия.

К настоящему времени фиксируется большое количество деформированных зданий и сооружений в криолитозоне [1, с. 13]. Из-за колебания температур и изменения свойств грунтов, связанных с оттаиванием, ослабляется несущая способность фундаментов, разрушаются здания, мосты и трубопроводы. Однако отсутствие механизма анализа больших данных, реализованного в виде алгоритмов и моделей, делает систему мониторинга за состоянием зданий и сооружений бесполезной процедурой.

Необходимо получение аналитического вида показателя защищенности производственного объекта, расположенного в условиях вечной мерзлоты, который должен характеризовать свойство устойчивости объекта в зависимости от климатических условий и объемов мероприятий по снижению нагрузки на фундаменты зданий. На рисунке 1 схематично представлена идея показателя защищенности. Важно, что в какой-то момент времени $t_{\text{крит}}$ наступит момент, когда состояние объекта перейдет в опасное.

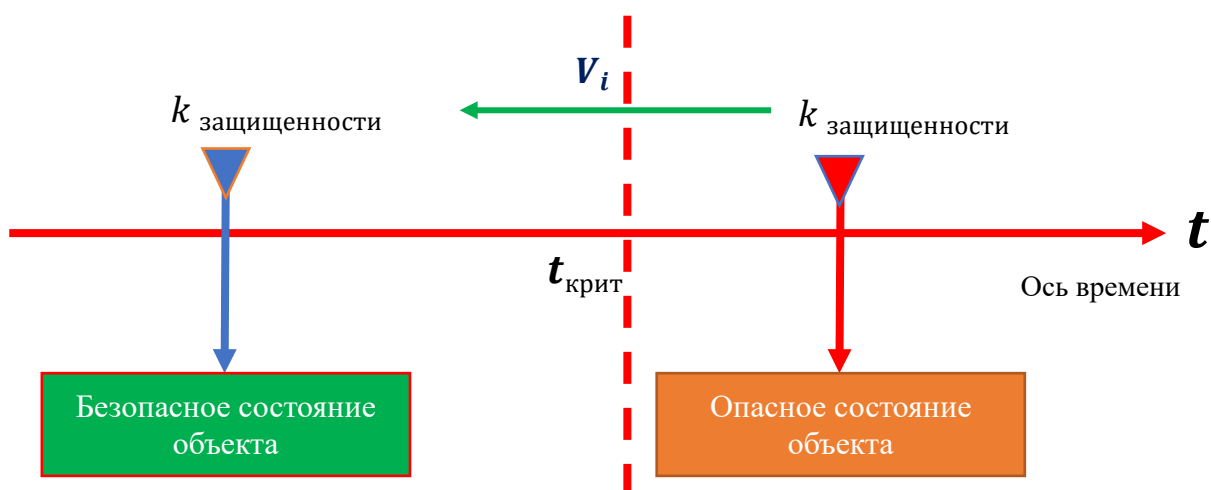


Рис. 1. Схематичное представление идеи разработки показателя защищенности

Таким образом, опираясь на описанную выше идею разработки показателя защищенности, можно заключить, что он характеризует степень защиты производственного объекта с учетом влияния объемами инженерно-технических мероприятий на его текущее значение. В итоге получается, чтобы получить аналитический вид рассматриваемой модели оценки защищенности производственного объекта, необходимо сопоставить его состояние устойчивости, полученное на основе данных мониторинга, со значением устойчивости, учитывающем объемы мероприятий:

$$k = \frac{u(f)}{u(f, V)} \quad (1)$$

где $u(f)$ – состояние устойчивости, полученное по данным системы мониторинга, которое зависит от набора климатических факторов f .

$u(f, V)$ – состояние устойчивости, которое зависит от набора климатических факторов f и объемов мероприятий V .

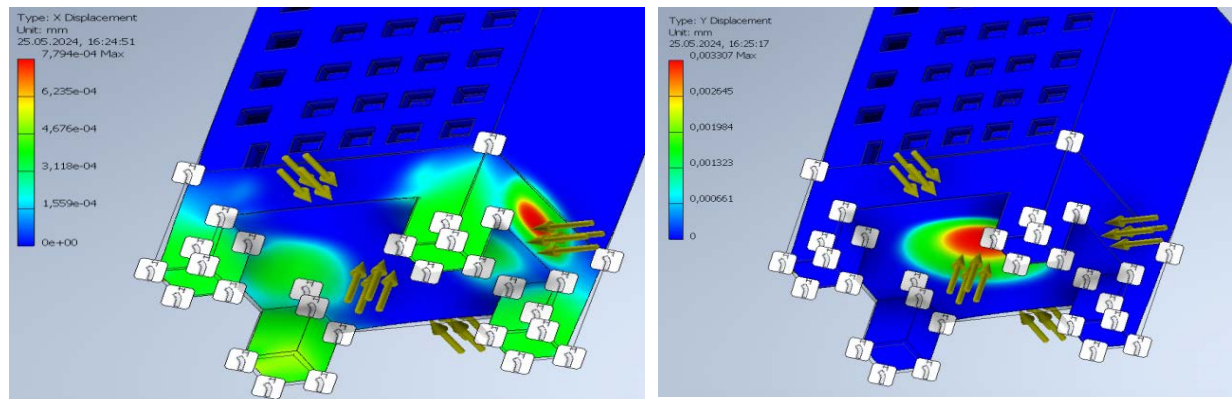
По результатам, приведенным в работе [2, с. 13], под устойчивым состоянием здания и сооружения понимается угол наклона фундамента, который находится в мерзлоте. И там же получен вид аналитической модели оценки угла наклона фундамента (α) от температуры t , высоты снежного покрова (h) и относительной влажности воздуха (w):

$$\alpha(t, h, w) = (81 \cdot t + 0,1 \cdot w - 24 \cdot h - 0,1 \cdot t \cdot w - t \cdot h + 0,2 \cdot h \cdot w + 0,01 \cdot t \cdot h \cdot w - 4131) \cdot 10^{-4} \quad (2)$$

Полученная модель (2) вполне применима для анализа состояния фундамента зданий в перспективе, т.е. зная значения температуры t , высоты снежного покрова (h) и относительной влажности воздуха, будем получать угол наклона фундамента. Однако в этой

модели отсутствует учет объемов мероприятий по снижению воздействия факторов мерзлоты.

Тогда для создания зависимости угла наклона от свойств почв и объёмов мероприятий, необходимо применить технологии моделирования (см. рис. 3). Для этого можно использовать специальное программное обеспечение Solid Works Simulation [9].



Результаты оценки деформаций от нагрузки в системе «свайный фундамент – грунтовое основание» по оси смещений Oх

Результаты оценки деформаций от нагрузки в системе «свайный фундамент – грунтовое основание» по оси смещений Oz

Рис. 2. Моделирование нагрузок в Solid Works Simulation

Такой подход позволяет сформировать массив данных (см. табл. 1), а затем при соответствующей обработке этих данных получить аналитический вид показателя оценки угла наклона фундаментов.

Таблица 1. Вид таблицы значений параметров для моделирования угла наклона фундамента

№ п/п	Угол наклона, град	Температура почвы, C°	Количество талой воды, кг	Объемы мероприятий		
				Осушение грунтов (дренаж, объем в м³	Отепление грунтов (теплоизолирующие отмостки, объем в м³	Усиление противодействием выпучивания (засыпка в котлован, в м³

В результате обработки данных табл. 1 получим аналитический вид показателя оценки наклона фундамента здания от свойств почв и объемов мероприятий, функционал которого в общем виде следующий (8):

$$\alpha_{\text{почвы}}(T(V_i), E(V_i), W(V_i)) \tag{8}$$

где $\alpha_{\text{почвы}}(T(V_i), E(V_i), W(V_i))$ – угол наклона здания, зависимость, полученная при моделировании, град.

- T – температура почвы, C°.
- E – скорость испарения влаги из почвы, мм/сутки.
- W – количество талой воды, мм.
- V_i – объемы мероприятий, м³.
- $i = \overline{1, n}$, n – количество мероприятий.

Сформулированные выше положения с аналитическими выражениями позволяют получить общий вид показателя защищенности производственного объекта, расположенного в условиях вечной мерзлоты (9):

$$k = \frac{\alpha_{\text{атм}}(t, h, w)}{\alpha_{\text{почвы}}(T(V_i), E(V_i), W(V_i))} \quad (9)$$

где $\alpha_{\text{атм}}(t, h, w)$ – угол наклона здания в град. Определяется по формуле (2).

t – температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

h – высота снежного покрова, мм.

w – относительная влажность воздуха, %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проектный офис развития Арктики URL: <https://porarctic.ru/ru/projects/geokrio/> (дата обращения 10.01.2025 г.).
2. Рыбаков А.В., Иванов Е.В., Леонтьев А.В., Муравьева Е.В. Об анализе влияния климатических факторов на здания и сооружения опасных производственных объектов, расположенных в зоне вечной мерзлоты // Проблемы управления рисками в техносфере. 2024. № 3 (71). С. 21-32.
3. Рыбаков А.В., Иванов Е.В., Хидирлясов Т.М. О некоторых подходах по разработке показателей оценки защищённости населения в условиях военных конфликтов // «Актуальные проблемы организации повседневной деятельности в РСЧС и гражданской обороне», сборник трудов научно-практической конференции. – Химки, 2022. С. 38-42.
4. Рыбаков А.В., Очетов С.Л., Федоровичев Д.С. О показателе защиты населения от вторичных поражающих факторов взрыва при чрезвычайных ситуациях техногенного характера // Безопасность труда в промышленности. 2022. № 10. С. 39-45
5. Сорокин А.Ю., Рыбаков А.В., Бахтиярова О.Н. О подходе к определению показателя защищенности подземных сооружений метрополитена от воздействия воздушной ударной волны // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2020. № 1 (44). С. 56-65.
6. Муравьёва Е.В., Смирнова А.Н. Адаптация индексного метода расчёта риска чрезвычайных ситуаций к анализу потенциала противодействия промышленного предприятия // Безопасность жизнедеятельности. 2025. № 7 (295). С. 50-56.

УДК: 614.84.31

МОНИТОРИНГ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ПРОИСШЕСТВИЙ НА ОБЪЕКТАХ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ В 2022-2025 ГГ.

Матюшин Ю.А., Загуменнова М.В., Фирсов А.Г.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Аннотация. Авторами рассмотрены динамика развития чрезвычайных ситуаций (происшествий) и их последствий на объектах жизнеобеспечения населения. Определены основные статистические тенденции и зависимости. Приведены результаты расчетов нагрузки на оперативные подразделения РСЧС по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: объект жизнеобеспечения, чрезвычайная ситуация, чрезвычайное происшествие, последствия чрезвычайных ситуаций, задействованные силы и средства.

MONITORING OF EMERGENCY SITUATIONS AND INCIDENTS AT POPULATION LIFE SUPPORT FACILITIES IN RUSSIA IN 2022-2025

Matyushin Yu.A., Zagumennova M.V., Firsov A.G.

Federal State Budgetary Institution All-Russian Research Institute for Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Abstract. The authors examined the dynamics of the number of emergency situations (incidents) and their consequences at vital public facilities. Key statistical trends and dependencies were identified. The results of calculations of the workload of the RSChS emergency response units are presented.

Keywords: life support facility, emergency situation, emergency incident, consequences of emergency situations, forces and means involved.

Объекты жизнеобеспечения – это системы и структуры, обеспечивающие удовлетворение жизненно необходимых потребностей населения [1]. Они представляют собой совокупность жизненно важных материальных и финансовых средств, используемых для удовлетворения основных потребностей людей. К ним относятся объекты: теплоснабжения и водоснабжения, электроэнергетики и газораспределительных систем, а также очистные сооружения. Главная функция объектов жизнеобеспечения заключается в обеспечении устойчивого функционирования инфраструктуры и предоставлении жизненно необходимых услуг. Поэтому возникновение любой аварийной ситуации на данной группе объектов может привести к катастрофическим последствиям.

На рис. 1 приведено распределение количества чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) и чрезвычайных происшествий (далее – ЧП) за период 2022-2025 гг. Для сопоставимости ЧС и ЧП применена логарифмическая шкала. Для проведения исследований были использованы данные из открытых источников [2] и базы данных по ЧС. Из графика видно, что ЧП характеризуются динамикой снижения количественных значений, ЧС некоторым ростом. В доленом отношении количество ЧС и ЧП на объектах жизнеобеспечения за рассматриваемый период времени составляют соответственно 1,7% и 98,3%. Среднее количество ЧС в год составляет 12 ед., а ЧП – 787 ед. В таблице 1 приведены средние значения последствий ЧС и ЧП в расчете на 1 ЧС (ЧП). Из таблицы видно, что общий объем последствий от аварий на объектах жизнеобеспечения, связанных с ЧП значительно выше чем от ЧС. В среднем по России за исследуемый период от ЧС и ЧП в совокупности регистрируется: пострадавших – 1,2 млн. чел., погибших – 13 чел., пропавших без вести 0 чел., эвакуированных – 788 чел. В результате ЧС и ЧП ежегодно нарушаются условия жизнедеятельности более 8,1 млн. чел.

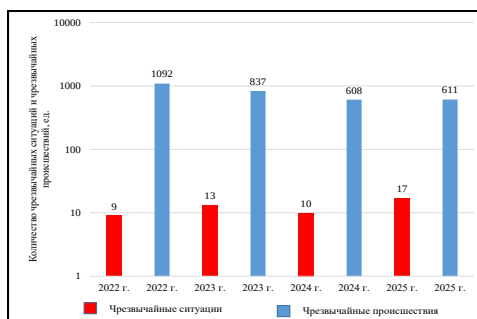


Рис.1. Динамика распределения ЧС и ЧП на объектах жизнеобеспечения в 2022-2025 гг.

Таблица 1. Среднее количество последствий ЧС и ЧП в расчете на 1 ЧС (ЧП) за 2022-2025 гг.

Вид события	Количество пострадавших, чел.	Погибло, чел.	Пропало без вести, чел.	Спасено, чел.	Нарушены условия жизнедеятельности, чел.	Эвакуировано, чел.
Чрезвычайная ситуация	70 596	0	0	0	70 596	10
Чрезвычайное происшествие	1 087 891	13	0	33	808 4978	778

Для ликвидации последствий ЧС и ЧП задействуются значительные силы и средства Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС (далее – РСЧС). В среднем для ликвидации последствий ЧС и ЧП использовалось более 17,5 тыс. чел. личного состава и 6,6 тыс. ед. техники РСЧС. В расчете на 1 ЧС и ЧП привлекалось 22 чел. личного состава и 8 ед. техники РСЧС. В таб. 2 приведены средние значения задействованных сил и средств при ликвидации ЧС и ЧП, а также их расчетные значения на 1 ЧС (ЧП).

Таблица 2. Среднее количество сил и средств, задействованных для ликвидации последствий ЧС и ЧП в год, и в расчете на 1 ЧС (ЧП) за 2022-2025 гг.

Вид события	Среднее количество в год		В расчете на 1 ЧС (ЧП)	
	личного состава, чел.	техники, ед.	личного состава, чел.	техники, ед.
Чрезвычайная ситуация	1 408	464	115	38
Чрезвычайное происшествие	16 157	6 192	21	8

В целом мониторинг показал, что ЧП имеют четкую тенденцию к снижению, а ЧС характеризуются тенденцией роста. Совокупный объем последствий от аварий на объектах жизнеобеспечения при ЧП значительно выше объема последствий, вызванных ЧС. Для ликвидации последствий используются подразделения РСЧС. Наибольшая нагрузка на оперативные подразделения РСЧС связана с ликвидацией последствий ЧС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Объекты жизнеобеспечения – это... Определение. понятие, классификация, отбор на соответствие требованиям безопасности и необходимости URL: <https://fb.ru/article/522689/2023-obyektyi-jizneobespecheniya---eto-opredelenie-ponyatie-klassifikatsiya-otbor-na-sootvetstvie-trebovaniyam-bezopasnosti-i-neobhodimosti> (дата обращения: 07.02.2026).

2. Чрезвычайные ситуации и их последствия в Российской Федерации за 2022-2023 гг: статистический сборник / А. Г. Фирсов, А. А. Порошин, А. М. Арсланов [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025. – 100 с. – EDN SYJPJE.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА В ОРГАНАХ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ ПРИ ПРИНЯТИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Мозгов Н.С.

Республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации
МЧС Республики Беларусь

Современные риски, вызовы и угрозы в сфере обеспечения национальной безопасности Беларуси характеризуются появлением новых модусов, которые ранее не представлялись столь актуальными для белорусской нации (например: депопуляция и старение населения в регионах, высокая смертность в результате пандемий, негативные последствия изменения климата, рост техногенной нагрузки на окружающую природную среду, увеличение масштабов чрезвычайных ситуаций вследствие урбанизации и др.) [1, Гл. 1, п. 5]. При этом для успешного развития страны в стратегической перспективе, максимальной реализации потенциала всех отраслей экономики и сфер деятельности необходимы эффективное управление и строгая производственно-технологическая, трудовая, служебная и исполнительская дисциплина, как подчеркивается в Директиве Президента Республики Беларусь № 11 от 2 апреля 2025 года [2]. Указанные факторы диктуют необходимость перехода к качественно новому уровню интеграции и аналитической обработки информации в различных сферах национальной безопасности.

Эффективность управления силами и средствами органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям (ОПЧС) при ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) напрямую зависит от полноты, достоверности и оперативности информационной поддержки служебной деятельности уполномоченных должностных лиц, принимающих решения (далее – ЛПР). При этом **аналитическое обеспечение служебной деятельности ЛПР представляется неразрывно связанным с информационно-технологической составляющей информационно-аналитической деятельности** различных органов государственного управления, являющихся субъектами обеспечения национальной безопасности. Как указывает А.Л. Баньковский [3, с. 42-43], использование традиционных, в ряде случаев устаревших, методов информационно-аналитической работы на различных уровнях принятия управленческих решений (тактическом, оперативном, стратегическом), несогласованность ведомственных подходов к программно-аппаратной и интеллектуальной архитектуре систем поддержки принятия управленческих решений (СППР) закономерно приводит к снижению эффективности аналитической подсистемы органа государственного управления, сохранению режима «ручного» управления, искажению оценки состояния национальной безопасности. Данная проблема является критически важной при организации межведомственного взаимодействия и информационного обмена при профилактике, реагировании и ликвидации последствий ЧС.

Решение обозначенной проблемы зависит от эффективной интеграции управленческих процессов, связанных с функционированием организационно-управленческого, информационно-справочного, информационно-технологического и аналитико-прогнозного контуров оперативно-служебной деятельности ОПЧС. Этот подход требует внедрения современных СППР, обеспечивающих максимальную автоматизацию сбора, обработки, безопасного хранения и своевременной выдачи необходимой информации в целях своевременного ознакомления с ней уполномоченных лиц.

В 2023–2025 гг. в Республики Беларусь осуществлялось внедрение на ведомственном уровне ОПЧС нового программного средства «Единая книга учета сообщений» [4], которое

обеспечивает автоматизацию и ускорение процессов решения ряда важных задач, в частности, таких, как:

- централизованный учет сообщений о ЧС;
- автоматизация контроля реагирования на ЧС;
- расчет сил и средств, необходимых для реагирования на ЧС.

За время эксплуатации данного средства были накоплены значительные массивы данных, апробирована архитектура автоматизированных информационных систем, подвергнут осмыслению полученный практический опыт. Вместе с тем, становится отчетливо ясным, что выполнение современных требований к СППР в области обеспечения безопасности предполагает создание новой версии программного средства, способной в режиме реального времени агрегировать и анализировать не только поступающие внутренние данные ОПЧС, но и разнородную вторичную информацию из множества ведомственных и межведомственных источников для **автоматизированной предварительной оценки обстановки, прогнозирования развития ситуаций и выявления критических триггеров** без непосредственного участия когнитивных возможностей человека.

На сегодняшний день в Республике Беларусь уже функционирует достаточно широкий спектр информационных систем и программных комплексов, содержащих данные, критически важные для предупреждения и ликвидации ЧС. К ним относятся:

- системы космического мониторинга и геопорталы;
- метеорологические информационные ресурсы;
- системы мониторинга инфраструктуры жилищно-коммунального хозяйства и энергетики;
- системы контроля перевозок опасных грузов;
- системы радиационного мониторинга;
- системы мониторинга информационного пространства;
- специализированные расчетные и прогнозные системы;
- интерактивные картографические сервисы для населения;
- информационные ресурсы, содержащие данные о состоянии дорожной сети;
- международные механизмы взаимодействия (система аварийной готовности и реагирования МАГАТЭ (EPRIMS), в которой Республика Беларусь участвует через РЦУРЧС).

Указанные системы разработаны различными ведомствами и организациями (НИРУП «Геоинформационные системы» НАН Беларуси, Белгидромет, РУП «Белтаможсервис», ГПО «Белэнерго», КУП «Центр информационных технологий Мингорисполкома», БелТА, международные организации) и функционируют в значительной степени обособленно. Интеграция этих разнородных данных в единую СППР на базе обновленной версии программного средства «Единая книга учета сообщений» позволила бы решить принципиально новые задачи:

- 1) выявление скрытых триггеров без участия человека (анализ совокупности данных позволит системе автоматически идентифицировать высокую вероятность возникновения ЧС за несколько дней или часов до события и сформировать предупреждение для ЛПР);
- 2) прогнозирование развития ЧС на основе комплексирования данных (использование методов машинного обучения для анализа исторических данных о ЧС в сочетании с текущей информацией обеспечит построение моделей распространения пожаров, зон химического или радиационного заражения, динамики паводков с учетом реальной обстановки);
- 3) автоматическое обогащение карточек событий (при поступлении сообщения о ЧС система сможет дополнять его актуальными данными из внешних источников);
- 4) комплексная оценка рисков на территории (агрегация данных о техногенных объектах, природных условиях, статистике происшествий, радиационном фоне позволит формировать динамические карты рисков для различных типов ЧС);

5) межведомственное информационное взаимодействие (создание единой платформы для обмена данными между МЧС, Белгидрометом, Министерством ЖКХ, Министерством природных ресурсов, ГПО «Белэнерго», Белтаможсервисом и другими организациями обеспечит согласованность действий и исключит дублирование усилий при мониторинге и реагировании).

Ключевым преимуществом новой версии станет исключение субъективного фактора при оценке предпосылок к ЧС. Автоматизированный анализ больших данных, поступающих из различных источников в реальном времени, позволит выявлять закономерности, недоступные человеку, и своевременно реагировать на потенциальные угрозы. Перспективные направления развития, уже заложенные в планы на 2026–2030 годы (использование малых космических аппаратов для выявления тепловых аномалий, создание сейсмологического модуля, совершенствование методик прогнозирования химического заражения, развитие системы «Stigma» для внутренних перевозок опасных грузов), могут быть органично интегрированы в новую СППР.

С учетом изложенного, разработка новой версии программного средства «Единая книга учета сообщений», ориентированной на интеграцию и интеллектуальную обработку разнородной вторичной информации из всех доступных источников (космический мониторинг, метеорология, ЖКХ, энергетика, транспорт, радиационный контроль, интернет-мониторинг, дорожная инфраструктура и др.), является необходимым этапом развития СППР в ОПЧС. Реализация предложенного подхода позволит перейти от реактивного управления к проактивному, обеспечить научно обоснованное прогнозирование и выявление скрытых угроз, минимизировать влияние человеческого фактора и в конечном итоге повысить уровень безопасности населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь : Решение Всебелорусского народного собрания, 25 апреля 2024 г. № 5 // ЭТАЛОН: информ.-поисковая система (дата обращения: 12.03.2026).
2. О совершенствовании функционирования системы органов власти и управления, усилении исполнительной дисциплины : Директива Президента Респ. Беларусь от 2 апр. 2025 г. № 11 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. - 2025. - 1/21899.
3. Баньковский, А. Л. Информационно-аналитическая деятельность в сфере национальной безопасности: проблемные аспекты / А. Л. Баньковский // Перспективы инновационно-технологического и экономического развития минерально-сырьевого комплекса [Электронный ресурс] : сборник материалов XX Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию Факультета горного дела и инженерной экологии Белорусского национального технического университета, 5 апреля 2022 г. / редкол.: А. А. Кологривко (пред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – Т. 1. – С. 42-44.
4. Республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь : [сайт]. – Минск, 2026. – URL: <https://erc.mchs.gov.by/> (дата обращения: 12.03.2026).

УДК: 614.84

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОБСТАНОВКИ С ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМИ СИТУАЦИЯМИ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯМИ

Надточий О.В., Фирсов А.Г., Загуменнова М.В., Преображенская Е.В.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Аннотация. Приведены результаты мониторинга обстановки с чрезвычайными ситуациями и их последствиями. Рассмотрены общие тенденции их развития, социальные и экономические последствия, а также оперативная нагрузка на силы и средства.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, социальные последствия, материальные последствия, силы и средства, оперативная нагрузка, масштабность.

RESULTS OF MONITORING RESEARCH OF THE SITUATION WITH EMERGENCY SITUATIONS AND THEIR CONSEQUENCES

Nadtochiy O.V., Firsov A.G., Zagumennova M.V., Preobrazhenskaya E.V.

Federal State Budgetary Institution All-Russian Research Institute for Fire Protection of the
Ministry of Emergency Situations of Russia

Abstract. The results of monitoring the emergency situation and its consequences are presented. General trends in their development, social and economic consequences, and the operational burden on resources are examined.

Keywords: emergency, social consequences, material consequences, forces and means, operational load, scale.

По результатам исследований, проведенным по массиву данных за период с 2022 по 2025 гг., ежегодно в среднем на территории России фиксировалось более 260 чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) с общим материальным ущербом более 13 329 млн руб. При данных ЧС ежегодно регистрировалась гибель 325 чел. и осуществлялась госпитализация 817 чел. В результате ЧС были нарушены условия жизнедеятельности 285 тыс. чел., потребовалась эвакуация для более чем 61,6 тыс. чел. В общей сложности от ЧС ежегодно страдает – более 340,8 тыс. чел. Анализ полученных статистических распределений указывает на наличие общей тенденции к снижению количества ЧС [1-3].

Наибольшие материальные последствия ЧС зафиксированы в 2023 г. – 142 млн руб./1 ЧС. Что касается социальных последствий, то их наибольшие значения соответствуют 2024 г.: количество пострадавших людей – 2 453 чел./1 ЧС; количество погибших людей – 1,7 чел./1 ЧС; количество спасенных людей – 75 чел./1 ЧС; количество госпитализированных людей – 6 чел./1 ЧС; количество людей с нарушенными условиями жизнедеятельности – 1 791 чел./1 ЧС.

Для ликвидации последствий ЧС задействуются специально подготовленные силы и средства. Наибольшее количество личного состава РСЧС (64 611 чел.) и спасательной техники РСЧС (17 810 ед.) было задействовано также в 2024 г. а наибольшая оперативная нагрузка на спасательные подразделения была зафиксирована в 2024 г.: личный состав – 228 чел./1 ЧС, техника – 63 ед./1 ЧС.

Более 86 % всех ЧС имеют локальный (21 %), муниципальный характер (62 %) и межмуниципальный характер (3 %). На региональный и межрегиональный уровень в совокупности приходится около 11 % ЧС. А федеральных ЧС в общей сложности насчитывается не более 3 %. Таким образом, большая часть ЧС по своей масштабности носит муниципальный или локальный характер. Отмечается снижение количества зарегистрированных ЧС в зависимости от их масштабности.

Социальные последствия ЧС также имеют свою зависимость от масштаба произошедшей ЧС. Около 43,6 % всех погибших и пропавших без вести людей при ЧС приходится на муниципальные (0,2 %) и межмуниципальные (43,4 %) ЧС. Минимальные значения приходятся на ЧС регионального масштаба (15 %). Примерно аналогичная зависимость прослеживается и в отношении людей с нарушенными условиями жизнедеятельности. Так, для ЧС муниципального и межмуниципального характера количество людей с нарушенными условиями жизнедеятельности людей составляет почти

55 % от общего количества за период 2022-2025 гг. Чуть более 14 % людей с нарушенными условиями жизнедеятельности людей регистрируется на ЧС регионального и межрегионального характера. А минимальное количество людей с нарушенными условиями жизнеобеспечения (0,1 %) приходится на локальные ЧС. Наибольшая нагрузка по социальным последствиям соответствует федеральным ЧС.

Аналогичная зависимость прослеживается и в отношении сил и средств задействованных для ликвидации ЧС. При локальных ЧС, как правило, для ликвидации одной ЧС задействуется 46 чел. личного состава и 13 ед. техники РСЧС. А для ликвидации ЧС федерального масштаба задействуется уже порядка 1 158 чел. спасателей и 232 ед. техники. Причем прослеживается четкая зависимость, чем выше масштабность ЧС, тем больше сил и средств задействуется для ее ликвидации, а значит и выше оперативная нагрузка на спасательные подразделения.

Таким образом, проведенные мониторинговые исследования показали, что в последние пять лет наблюдается общая тенденция снижения количества ЧС. Наибольшее количество ЧС и их последствий (материальных и социальных), а также оперативной нагрузки на силы и средства по ликвидации ЧС связаны с 2024 г. Наибольшее количество ЧС имеют локальный, муниципальный характер или межмуниципальный характер. Наибольшая нагрузка по социальным последствиям и оперативной деятельности задействованных сил и средств в расчете на одну ЧС соответствует федеральному уровню. Полученные результаты исследований коррелируют с результатами исследований, проведенных ранее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чрезвычайные ситуации и их последствия в Российской Федерации за 2022-2023 гг: статистический сборник / *А. Г. Фирсов, А. А. Порошин, А. М. Арсланов* [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025. – 100 с. – EDN SYJPJE.
2. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2024 году» / МЧС России URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/7807> (дата обращения – 25.01.2026).
3. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2023 году» / МЧС России URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/vse-dokumenty/7343> (дата обращения – 25.01.2026).

УДК 614.8:005.94

МЕХАНИЗМЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ В ОРГАНАХ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Новицкий А.В.

Главное управление аварийно-спасательных служб и реагирования на чрезвычайные ситуации
МЧС Республики Беларусь

На современном этапе развития общества обеспечение защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) является одной из ключевых обязанностей государства [1]. Эффективная реализация данной функции невозможна без системного информационно-аналитического обеспечения управленческих решений. В Республике Беларусь информационно-аналитическая работа (далее – ИАР) в системе органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям (далее – ОПЧС) как самостоятельное направление начала формироваться с 2021 года, когда были созданы обособленные

аналитические подразделения и принят первый ведомственный нормативный правовой акт, регламентирующий данную деятельность [2].

Однако, как отмечает А.Л. Баньковский, развитие ИАР в системе государственного управления сталкивается с комплексом проблем, среди которых – недостаток адаптированных научно обоснованных методик, отсутствие должного изучения практического применения аналитических технологий и нехватка квалифицированных кадров [3]. В связи с этим целью настоящего исследования является определение приоритетных направлений совершенствования ИАР в ОПЧС на основе анализа отечественного и зарубежного опыта, а также выявленных проблемных аспектов.

Изучение организации ИАР в спасательных ведомствах зарубежных стран, в первую очередь на постсоветском пространстве, представляет значительный интерес ввиду схожести исторического развития и решаемых задач.

В МЧС Республики Казахстан создано централизованное подразделение – Департамент стратегического планирования и информационно-аналитической работы, в функции которого входит не только анализ оперативной обстановки, но и координация деятельности по реализации государственных программ, стратегий национальной безопасности и национальных проектов. Такой подход придает ИАР стратегический характер и обеспечивает интеграцию ведомственных задач в общегосударственную повестку. На ведомственном уровне разработаны методические рекомендации, определяющие основные направления и содержание ИАР, что способствует унификации подходов.

В МЧС России информационно-аналитическая составляющая реализована иначе. Здесь отсутствует единое централизованное аналитическое подразделение, однако аналитические функции распределены между различными департаментами (оперативного управления, административным и др.). Кроме того, функционирует ФГБУ «Информационно-аналитический центр МЧС России», отвечающее за разработку и сопровождение информационных систем. Всего в органах повседневного управления МЧС России используется более 600 различных информационных систем, включая геоинформационные, аналитические и системы поддержки принятия решений.

Таким образом, зарубежный опыт демонстрирует два основных подхода: централизованный (Казахстан) и дифференцированный (Россия). В обоих случаях прослеживается активное использование информационных технологий и придание ИАР системного характера.

В результате реорганизации 2021 года в системе МЧС Беларуси созданы обособленные аналитические структуры: главное оперативно-аналитическое управление в центральном аппарате и оперативно-аналитические отделы в областных управлениях. На районном уровне аналитические подразделения отсутствуют, что соответствует общепринятой практике.

Ведомственная инструкция определяет оперативную обстановку как ключевой объект анализа. Под ней понимается совокупность условий, способствующих или препятствующих возникновению и развитию пожаров и других ЧС. Инструкция детально регламентирует этапы ИАР, цели и задачи анализа, а также устанавливает в качестве базового аналитический метод, основанный на изучении причинно-следственных связей.

Оценка эффективности деятельности ОПЧС проводится по 41 критерию, утвержденному ведомственным приказом. Данные критерии охватывают как состояние объекта регулирования (количество ЧС, погибших, пожаров в экосистемах и др.), так и качество работы самого ведомства (кадровая дисциплина, состояние техники, результаты надзорной деятельности и т.п.). Такой подход позволяет комплексно оценивать как субъект, так и объект управления.

Для систематизации выявленных недостатков был использован метод SWOT-анализа, позволяющий структурировать факторы внутренней и внешней среды [4]. В результате были выделены следующие ключевые уязвимости:

1. Кадровая проблема. В инструкции указано, что для проведения ИАР назначаются наиболее подготовленные работники, но отсутствуют профессиональные требования к аналитикам и механизмы их обязательной подготовки. Это является наиболее слабой стороной внутренней среды, поскольку качество анализа напрямую зависит от компетенций исполнителя.

2. Методологическая ограниченность. Нормативно закреплён только один обобщённый аналитический метод. При этом в теории существует более двухсот различных методов, включая экспертные, которые особенно важны при анализе сложных социально-экономических факторов.

3. Правовые противоречия. Де-юре ИАР возлагается на отдельных работников, а не на аналитические подразделения, что нивелирует роль созданных структур. Кроме того, целью анализа заявлено управленческое воздействие только на систему ОПЧС, а не на регулируемую сферу через совершенствование нормативной правовой базы.

4. Фрагментарность анализа. Ряд важных подразделений системы МЧС (ГИМС, Госпромнадзор, Госатомнадзор) остаются вне поля централизованной аналитической оценки, что не позволяет в полной мере оценить эффективность их деятельности.

На основе проведенного анализа предлагаются следующие пути развития:

1. Развитие кадрового потенциала. Необходимо ввести квалификационные требования к работникам аналитических подразделений и обеспечить их системную подготовку и переподготовку. В Республике Беларусь имеется соответствующая образовательная база – Академия управления при Президенте Республики Беларусь реализует программы переподготовки по специальности «Информационно-аналитическая работа в системе органов государственного управления». Целесообразно направлять на обучение работников аналитических структур ОПЧС на плановой основе.

2. Корректировка правовой базы. Предлагается расширить объект анализа, включив в него факторы, напрямую влияющие на возникновение ЧС (погодные условия, характеристики природных экосистем), а также дополнить цель ИАР выработкой предложений по совершенствованию нормативных правовых актов.

3. Развитие методологического инструментария. Целесообразно дополнить инструкцию перечнем рекомендуемых аналитических методов (включая экспертные, статистические, методы моделирования) и дать краткую характеристику областей их применения.

4. Внедрение систем поддержки принятия решений (далее – СППР). В настоящее время в ОПЧС активно используются базы данных и информационно-справочные системы (разработано около 40 программных средств). Однако наблюдается недостаток функционала по поддержке принятия решений, особенно в стремительно меняющейся обстановке. Интеграция СППР позволит снизить влияние человеческого фактора при распределении сил и средств в условиях дефицита времени.

5. Интенсификация международного сотрудничества. Изучение и адаптация опыта спасательных ведомств стран СНГ, в первую очередь Казахстана в части стратегического планирования и России в части разработки информационных систем, может стать источником эффективных решений для ОПЧС.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что в системе ОПЧС Республики Беларусь создан прочный фундамент для осуществления информационно-аналитической работы: сформированы аналитические подразделения, разработана нормативная правовая база, налажен сбор и накопление информации. Однако дальнейшее развитие требует перехода от экстенсивного пути (наращивание структур и объемов собираемой информации) к интенсивному – за счет профессиональной подготовки кадров, расширения методологической базы и внедрения современных аналитических технологий. Реализация предложенных направлений позволит повысить качество управленческих решений и, как следствие, эффективность защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конституция Республики Беларусь: с изм. и доп., принятыми на респ. референдумах 24 ноя. 1996 г., 17 окт. 2004 г. и 27 фев. 2022 г. – Минск: Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2022. – 3 с.
2. Инструкция об организации информационно-аналитической работы: утв. Приказом МЧС Респ. Беларусь, 25 марта 2022 г., № 85. – Минск: СМДО, 2024. – 1-8 с.
3. Баньковский, А.Л. О проблемных аспектах информационно-аналитической деятельности в сфере национальной безопасности [Электронный ресурс]: Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/291054/1/16-22.pdf>. – Дата доступа 07.03.2026.
4. Майсак О. С. SWOT-анализ: объект, факторы, стратегии. Проблема поиска связей между факторами // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. — 2013. — № 1 (21).

УДК 614

БАРЬЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ РИСКОВ ЧС

Сабиров А.Р.

Левина Е.Ю., доктор педагогических наук, профессор

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

Аннотация. В статье рассматриваются современные дистанционные методы оценки рисков ЧС. Особое внимание уделяется выявлению и систематизации барьеров, ограничивающих эффективное внедрение дистанционных методов. Предлагаются направления преодоления выявленных ограничений.

Ключевые слова: дистанционные методы оценки риска, чрезвычайные ситуации, интегральный индекс риска, барьеры реализации

BARRIERS TO THE IMPLEMENTATION OF REMOTE EMERGENCY RISK ASSESSMENT METHODS

Sabirov A.R.

Levina E.Y., Grand PhD in Pedagogical Sciences, Professor

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev

Abstract. The article examines modern remote methods of emergency risk assessment. Special attention is paid to identifying and systematizing the barriers that limit the effective implementation of remote methods. Directions for overcoming the identified limitations are proposed.

Keywords: remote risk assessment methods, emergency situations, integral risk index, implementation barriers.

Особую актуальность приобретает развитие дистанционных методов оценки рисков ЧС, позволяющих своевременно идентифицировать угрозы и принимать обоснованные превентивные управленческие решения.

В основе дистанционных методов оценки лежит концепция INFORM (Index for Risk Management), развиваемая Европейской комиссией с 2012 года, базирующаяся на оценки

опасности (угрозы для территории), уязвимости (населения и объектов территории) и недостаточности потенциала противодействия (силы и средства предупреждения и реагирования). Значимым для дистанционных методов оценки также является аспект информированности – «данные для оценки должны быть получены из открытых баз данных, автоматически запрашиваться и обрабатываться без привлечения экспертов» [1]. Это достигается за счет использования технологий дистанционного зондирования Земли, включающих: оптическую съемку (оценка состояния растительности, водных объектов, застройки); радиолокационную съемку (мониторинг подтоплений, деформаций земной поверхности); тепловую инфракрасную съемку (выявление очагов пожаров, тепловых аномалий); многоспектральный анализ (оценка типов землепользования, состояния почв). Такой подход существенно снижает трудоемкость процесса и обеспечивает множественную информацию для анализа и выработки мер противодействия для каждой территории [2].

Несмотря на значительный прогресс в развитии технологий дистанционного зондирования, их широкое внедрение в практику оценки рисков ЧС на места сталкивается с рядом существенных барьеров:

- качественные ограничения данных, связанные с технологией получения информации: узкая полоса захвата территории при съемке, длительность интервалов повторной съемки, атмосферные условия при съемке, отсутствие возможности получения информации социального спектра, формирующих факторы риска (психологическое состояние населения, готовность служб реагирования, социальную напряженность);
- временные ограничения данных, когда разрыв между временем получения данных и их интерпретацией характеризуется значительными временными задержками, что нивелирует их полезность;
- координационные ограничения получения и передачи данных, возникающие при ограничении доступности данных для оперативных служб и организации межведомственного взаимодействия;
- кадровые ограничения анализа данных, связанные с дефицитом специалистов, способных к обработке геопространственных данных и обладающих предметными знаниями о конкретных типах ЧС;
- нормативные ограничения работы с данными, связанные с отсутствием регламентов использования дистанционных данных и результатов их анализа;
- психологические ограничения кадрового состава, требующие формирования доверия экспертов и преодоления сопротивления и изменения сложившихся практик принятия решений.

Выявленные барьеры не только не означают необходимость отказа от повсеместного внедрения метода дистанционной оценки рисков, а напротив, позволяют построить их поэтапное системное внедрение. Их преодоление требует системного подхода, включающего развитие технических средств (малые спутниковые группировки, бортовые вычисления), совершенствование организационных механизмов (стандартизация, платформы обмена данными) и инвестиции в человеческий капитал. Наиболее перспективной представляется интеграция дистанционных методов с традиционными подходами в рамках гибридных систем, где дистанционный мониторинг обеспечивает оперативный скрининг и выявление аномалий, а полевые исследования и экспертные оценки верифицируют результаты и обеспечивают глубину анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фалеев М.И., Олтян И.Ю., Арефьева Е.В., Болгов М.В. Методология и технология дистанционной оценки риска // Проблемы анализа риска. 2018. Т. 15, № 4. С. 12-25.
2. Штепа В.Н., Покорный С.Г., Муслимов Э.Н. Подходы к созданию и использованию компьютерно-интегрированного комплекса мониторинга и прогнозирования рисков чрезвычайных ситуаций // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2024. Т. 8, № 1. С. 32-42.

ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ НА ПОЖАРЕ С УЧЕТОМ СЕТЕВОГО АНАЛИЗА

Сагимбай А.С.

Академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье разработан формализованный подход к оценке эволюции организационной структуры управления на пожаре на основе представления фаз реагирования в виде ориентированных графов. Проведён расчёт показателей размерности, плотности и централизации сети, что позволило количественно охарактеризовать трансформацию управленческой архитектуры. Установлено снижение плотности и централизации при росте размерности структуры, отражающее переход к штабно-секторальной модели управления. Полученные результаты подтверждают применимость сетевых метрик для объективной оценки структурной динамики системы реагирования пожарно-спасательных подразделений.

Ключевые слова: организационная структура, ориентированный граф, сетевой анализ, централизация.

EVOLUTION OF THE ORGANIZATIONAL STRUCTURE OF FIRE MANAGEMENT BASED ON NETWORK ANALYSIS

Sagimbay A.S.

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article develops a formalized approach to assessing the evolution of the organizational structure of fire management based on the representation of response phases in the form of oriented graphs. The calculation of the network's dimension, density, and centralization indicators was carried out, which made it possible to quantify the transformation of the management architecture. A decrease in density and centralization was found with an increase in the size of the structure, reflecting the transition to a staff-sectoral management model. The results obtained confirm the applicability of network metrics for an objective assessment of the structural dynamics of the response system.

Keywords: organizational structure, directed graph, network analysis, centralization.

Управление тушением пожара является динамической организационной системой, функционирующей в условиях неопределенности, дефицита времени и неоднородного состава участников (командование, штаб, участки/сектора, специализированные звенья, диспетчеризация, внешние службы). По мере изменения оперативной обстановки структура управления закономерно трансформируется, отражая усложнение задач и перераспределение управленческих функций. Нормативная логика управления инцидентами фиксирует необходимость структурированного командования, координации и информационного взаимодействия, а также переход от первичной координации к более устойчивой и плановой архитектуре управления [1–3].

В отличие от традиционного описательного подхода, основанного на качественном представлении схем подчиненности, применение методов сетевого анализа позволяет формализовать организационную структуру в виде ориентированного графа и количественно оценить её топологические параметры – плотность связей, степень централизации и распределение управленческой нагрузки [4]. Такой подход соответствует положениям

теории анализа сложных сетей, рассматривающей организационные системы как совокупность взаимосвязанных элементов с измеримыми структурными характеристиками [6], и обеспечивает воспроизводимое сравнение различных фаз развития управленческой архитектуры.

Цель исследования – разработать и продемонстрировать подход к оценке изменений организационной структуры управления пожаром на разных этапах реагирования с использованием инструментов сетевого анализа. Объект исследования – организационно-управленческая система пожаротушения, представленная в форме онтологии ролей, подразделений и ресурсных контуров, изменяющаяся по фазам развития пожара.

Метод исследования включает формализацию каждой фазы в виде ориентированного графа G_k ; расчет сетевых метрик N, L, D, k_{out}, C_D ; анализ динамики показателей и их интерпретацию в терминах централизации/децентрализации, модульности и устойчивости командования.

Формализованы организационные архитектуры в виде графических схем управления тушением пожара, отражающие ключевые роли, уровни подчиненности и направления взаимодействия между элементами системы. Данная схема служит основой для последующей формализации в виде ориентированного графа и расчета сетевых показателей.

Каждая оргструктура формализуется как ориентированный граф $G_k = (V_k, E_k)$ [1, 2], где узлы – организационные роли/группы, дуги – командные/информационные связи. Приняты допущения: (1) один блок схемы = один узел (при перечислении нескольких подразделений – агрегированный узел); (2) направленная стрелка = дуга $u \rightarrow v$; (3) двунаправленная связь = две дуги $u \rightarrow v$ и $v \rightarrow u$; (4) неявные связи не добавляются.

Рассчитаны показатели:

- $N_k = |V_k|$ – число узлов;

- $L_k = |E_k|$ – число дуг;

- плотность ориентированного графа $D_k = \frac{L_k}{N_k(N_k-1)}$;

- средняя исходящая степень $\bar{k}_{out,k} = \frac{L_k}{N_k}$;

- централизация по степени C_D (Фримен) через полную степень $k_i = k_i^{in} + k_i^{out}$ с нормировкой на максимум для сети данного размера.

Данная метрика отражает степень концентрации управленческих полномочий в одном или нескольких центрах принятия решений и широко применяется в организационных и управленческих исследованиях [3, 5].

Результаты

Для количественной характеристики выявленных фазовых различий организационной структуры выполнен расчет базовых сетевых показателей, отражающих размерность, связанность и степень централизации управления. Анализ проводится по каждой фазе реагирования на основе формализованных ориентированных графов $G_k = (V_k, E_k)$. Результаты вычислений сведены в таблицу 1 и служат основой для последующей интерпретации динамики организационной архитектуры управления пожаром.

Таблица 1 – Сетевые показатели по фазам оргструктуры

Фаза k	N	L	D	$\bar{k}_{out}$	C_D
1	5	6	0.300	1.200	0.667
2	7	9	0.214	1.286	0.567
3	9	9	0.125	1.000	0.161
4	6	6	0.200	1.000	0.300

Динамика показателей демонстрирует закономерное усложнение системы управления по мере развития пожара: число узлов возрастает от $N = 5$ (фаза 1) до $N = 9$ (фаза 3), затем сокращается до $N = 6$ (фаза 4). Одновременно плотность сети снижается с 0.300 до 0.125,

что отражает переход от компактной высокосвязанной схемы к более иерархичной структуре с распределением связей по командным вертикалям. Частичный рост плотности на фазе ликвидации (0.200) обусловлен сокращением числа участников при сохранении ключевых управленческих связей.

Наиболее показательной является динамика централизации: с 0.667 на фазе 1 и 0.567 на фазе 2 показатель резко уменьшается до 0.161 на фазе 3, что свидетельствует о перераспределении управленческой нагрузки и формировании штабно-секторальной архитектуры. Одновременно максимум средней исходящей степени ($\bar{k}_{out} = 1.286$) на фазе 2 указывает на пик распределения задач в период первичного развертывания. Таким образом, совокупность показателей количественно подтверждает модульную эволюцию организационной структуры: от централизованной диспетчерско-командной схемы к распределенной иерархии и последующему управляемому сворачиванию.

В результате проведенного исследования получены следующие основные результаты:

1. Разработан формализованный метод представления фазовых организационных структур управления пожаром в виде ориентированных графов, что позволило перейти от качественного описания управленческих схем к их количественному анализу на основе сетевых метрик. Предложенный подход обеспечивает воспроизводимость оценки и сопоставимость различных этапов реагирования.

2. Установлена закономерная динамика сетевых характеристик в процессе развития пожара: увеличение размерности структуры сопровождается снижением плотности и централизации сети, что отражает переход от централизованной диспетчерско-командной модели к распределенной штабно-секторальной архитектуре управления. Количественно подтверждён модульный характер эволюции организационной системы.

3. Обоснована применимость сетевых показателей в качестве инструмента диагностики и поддержки управленческих решений, включая оценку целесообразности развертывания штаба, перераспределения функций и управляемого сворачивания структуры. Полученные результаты создают основу для дальнейшего перехода к стохастическому моделированию динамики организационной архитектуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wasserman S., Faust K. Social Network Analysis: Methods and Applications. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
2. Newman M. Networks: An Introduction. Oxford: Oxford University Press, 2010.
3. Borgatti S.P., Everett M.G., Johnson J.C. Analyzing Social Networks. London: SAGE Publications, 2018.
4. Scott J. Social Network Analysis. 4th ed. London: SAGE, 2017.
5. Freeman L.C. Centrality in social networks: Conceptual clarification. *Social Networks*. 1979;1(3):215–239.
6. Перов Ю.П. Модели и методы анализа сложных сетей. – 2023.

УДК 621.039.586

АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ В РОССИИ ЗА ПЕРИОД С 2015 ПО 2024 ГОД

Титов С.А., Прытков Л.Н.

Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России

Аннотация. В работе проведен анализ аварийных ситуации на атомных электростанциях в России за период с 2015 по 2024 год. Данные для анализа были взяты из годового отчета о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2024 году. В статье распределены аварийные ситуации на атомных электростанциях по типам реакторов.

Ключевые слова: анализ, аварийная ситуация, нарушения, реактор, атомная электростанция.

EMERGENCIES AT NUCLEAR POWER PLANTS IN RUSSIA FROM 2015 TO 2024

Titov S.A., Prytkov L.N.

Abstract. The paper analyzes emergency situations at nuclear power plants in Russia for the period from 2015 to 2024. The data for the analysis were taken from the annual report on the activities of the Federal Environmental, Technological and Nuclear Supervision Service in 2024. The article distributes emergencies at nuclear power plants by reactor type.

Keywords: analysis, emergency, violations, reactor, nuclear power plant.

Защита критически важных объектов инфраструктуры Российской Федерации, особенно атомных электростанций (АЭС), является важнейшей задачей обеспечения национальной безопасности и предотвращения чрезвычайных ситуаций. На сегодняшний день в России в рабочем состоянии находится 11 АЭС [1-2].

За период эксплуатации атомной энергетики с 2015 по 2024 год нарушения в работе АЭС случались довольно часто. Самое большое количество: 66 аварийных ситуаций было зарегистрировано в 2016 году (Рис.1) [3].

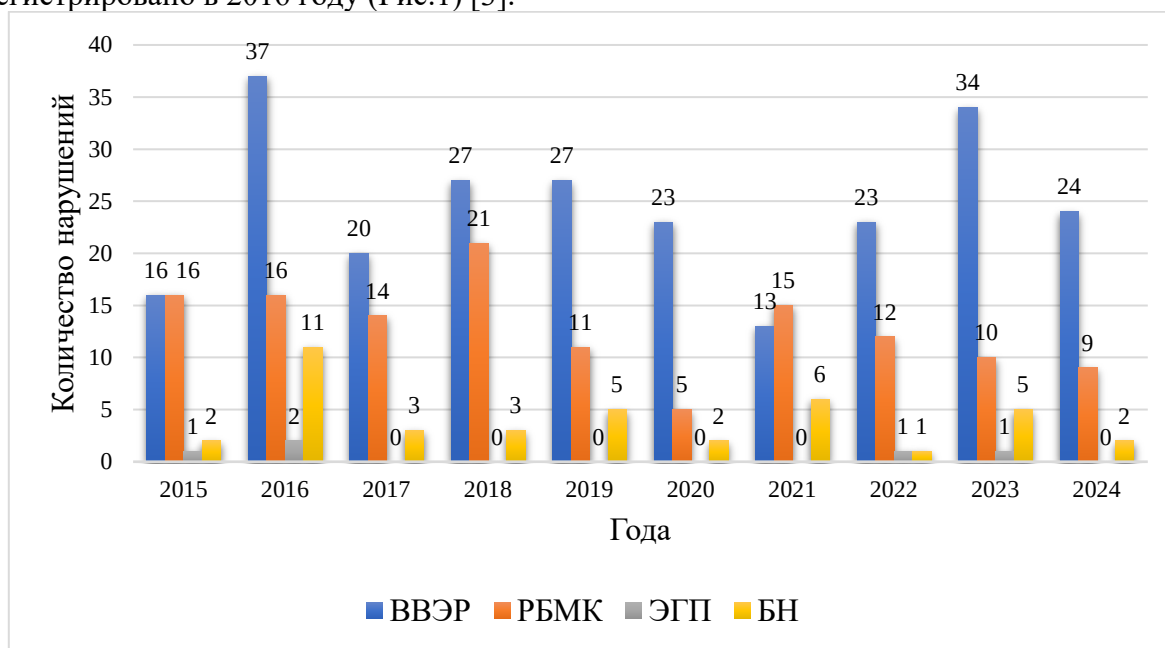


Рисунок 1. Нарушения в работе АЭС по типам реакторов за период с 2015–2024 год

Чаще всего аварийные ситуации возникали на реакторах типа РБМК и типа ВВЭР. Наименьшее количество нарушений в работе АЭС было замечено на реакторах типа ЭГП. Опыт эксплуатации АЭС показывает, что каждая аварийная ситуация влечет за собой серьезные последствия [4].

По результатам анализа нарушений из работы АЭС можно сделать вывод, что за 2023–2024 годы наблюдается тенденция снижения аварийных ситуаций в работе АЭС. Основными причинами данных нарушений является человеческий фактор.

Таким образом, для уменьшения количества аварийных ситуаций необходимо увеличить обучение персонала АЭС по вопросам безопасности работы на АЭС и внедрять

современные технологии в эксплуатацию АЭС, что минимизирует ошибки человеческого фактора. Также важно ужесточить контроль над соблюдением требований безопасности подрядчиками и организациями, работающими на территории АЭС [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Генерация электроэнергии в России на АЭС. – URL: <https://www.rosatom.ru/production/generation/> (дата обращения: 27.01.2026).
2. Атомные электростанции России. – URL: https://www.rosenergoatom.ru/stations_projects/atomnye-elektrostantsii-rossii/ (дата обращения: 27.01.2026).
3. Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2024 году. Москва 2025. – URL: https://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/Пр-259%20от%2004.08.2025%20Годовой%20отчет.pdf (дата обращения: 06.02.2026).
4. Аварийные ситуации на АЭС в США, России и в странах западной Европы за период 1972-1982 годы / С. А. Титов, Н. М. Барбин, И. А. Зубарев, А. М. Кобелев // Комплексные проблемы техносферной безопасности. Кампания "Мой город готовится": задачи, проблемы, перспективы: сборник статей по материалам XVI Международной научно-практической конференции, Воронеж, 01–31 октября 2020 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2020. – С. 256-258. – EDN GROIDP.
5. Произошедшие аварии на атомных электрических станциях в России с 1992 по 2019 год / С. А. Титов, Н. М. Барбин, А. М. Кобелев, В. С. Кириллов // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций : Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Железногорск, 23 апреля 2021 года. – Железногорск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирская пожарно-спасательная академия" ГПС МЧС России", 2021. – С. 232-236. – EDN FZYQYR.

УДК 614.8

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПО ФЕДЕРАЛЬНЫМ ОКРУГАМ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Удавцова Е.Ю., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Маторина О.С.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России, г. Балашиха, Россия

Аннотация. Изучены распределения некоторых показателей последствий чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации в 2015–2024 гг. по федеральным округам, характеризующие особенности воздействия опасных факторов чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, федеральные округа, пострадавшие.

THE PECULIARITIES OF THE IMPACT OF DANGEROUS FACTORS OF EMERGENCY SITUATIONS IN THE FEDERAL DISTRICTS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Udavtsova E.Yu., Bobrinev E.V., Kondashov A.A., Matorina O.S.

FGBU VNIIPPO EMERCOM of Russia, Balashikha, Russia

Abstract. The distribution of some indicators of the consequences of emergency situations in the Russian Federation in 2015–2024 by federal districts, characterizing the features of the impact of dangerous factors of emergency situations, has been studied.

Keywords: emergencies, federal districts, victims.

При проведении мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) необходимо учитывать природные, климатические и иные особенности территорий и федеральных округов Российской Федерации.

В настоящем исследовании изучены распределения некоторых показателей последствий чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации в 2015–2024 гг. по федеральным округам [1]. Рассматриваемые показатели были нормированы с целью снижения влияния случайных факторов, не связанных с ЧС.

Изучено распределение среднего количества людей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов ЧС, в расчете на 1 млн чел. в год по федеральным округам. Результаты приведены на рис. 1.

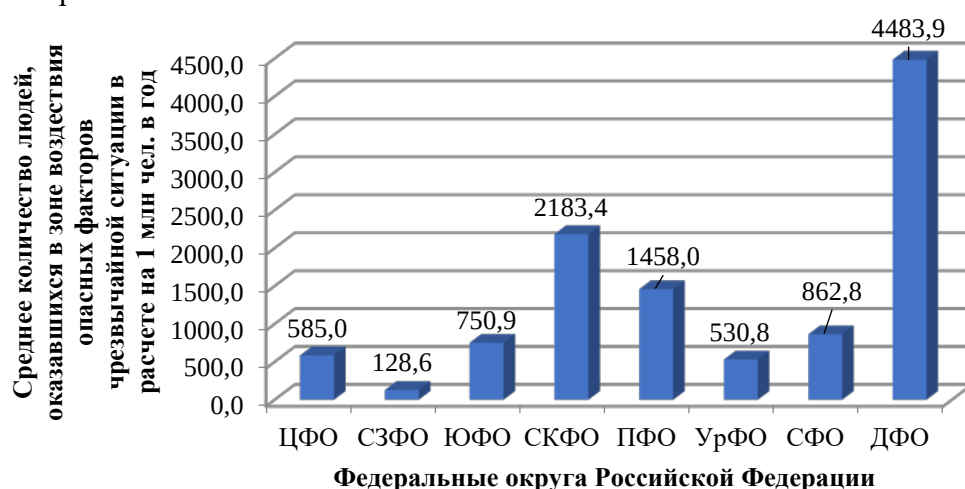


Рис. 1. Распределение среднего количества людей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов ЧС

Наибольшие риски оказаться в зоне воздействия опасных факторов ЧС в 2015–2024 гг. зафиксированы в Дальневосточном федеральном округе (оценка данного риска составила $4,5 \cdot 10^{-3}$ год⁻¹), Северо-Кавказском ($2,2 \cdot 10^{-3}$ год⁻¹) и Приволжском ($1,5 \cdot 10^{-3}$ год⁻¹) федеральных округах. Наименьшие значения рисков получены в Северо-Западном ($0,13 \cdot 10^{-3}$ год⁻¹), Уральском ($0,53 \cdot 10^{-3}$ год⁻¹) и Центральном ($0,58 \cdot 10^{-3}$ год⁻¹) федеральных округах. Средняя оценка риска оказаться в зоне воздействия опасных факторов ЧС в 2015–2024 годах по Российской Федерации составила $1,0 \cdot 10^{-3}$ год⁻¹. По сравнению с данными 2023 г. риск увеличился в 1,7 раза.

Изучено распределение отношения количества пострадавших от ЧС людей к погибшим по федеральным округам. Данный показатель характеризует силу воздействия опасных факторов ЧС. При высоких уровнях воздействия опасных факторов ЧС увеличивается риск гибели людей во время ЧС, соответственно уменьшаются значения рассматриваемого показателя. Результаты приведены на рис. 2.



Рис. 2. Распределение отношения количества пострадавших от ЧС людей к погибшим

Наименьшее значение данный показатель принимает в Северо-Западном (56,2 пострадавших на 1 погибшего) и Сибирском федеральном округе (161 пострадавших на 1 погибшего), тогда как в Дальневосточном федеральном округе на 1 погибшего приходится - 661 пострадавших, в Приволжском федеральном округе – 586 пострадавших. В среднем по Российской Федерации на 1 погибшего в ЧС приходится 285 пострадавших.

Изучено распределение отношения количества спасенных людей к сумме спасенных и погибших, данный показатель, характеризующий деятельность спасательных служб.

Следует отметить, что Центральном федеральном округе этот показатель принимает наименьшее значение – 0,675, в Северо-Западном федеральном округе – 0,8, в то время как в Северо-Кавказском федеральном округе, равен 0,984.

Таким образом, в Центральном федеральном округе ЧС превосходят по силе воздействия чрезвычайные ситуации, происходящие в других регионах Российской Федерации. Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования последствий ЧС по федеральным округам и подготовке спасательных служб для их нейтрализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2024 году». Москва. 2025. 277 с.

Секция 3

ТЕХНОЛОГИИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ПОЖАРНАЯ, АВАРИЙНО–СПАСАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 614.843.3

СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО УСТРОЙСТВА ЗАМЕДЛЕНИЯ ДИНАМИКИ ОХЛАЖДЕНИЯ ВОДЫ В ПОЖАРНОМ ТРЕХХОДОВОМ РАЗВЕТВЛЕНИИ В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕМАЛЬНО НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Амерханов Т.Р.

Малый В.П., доктор физико-математических наук, доцент

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Разработан пятислойный теплоизолирующий чехол для трехходового пожарного разветвления РТ-70, замедляющий процесс замерзания воды в пожарных напорных рукавах при экстремально низких температурах. Экспериментально установлено, что темп охлаждения воды при использовании чехла толщиной 20 мм ($\beta = 0,008 \text{ c}^{-1}$) более чем в три раза ниже, чем без защиты ($\beta = 0,026 \text{ c}^{-1}$). Полученные зависимости носят экспоненциальный характер и удовлетворительно согласуются с построенной авторами теоретической моделью. Устройство рекомендовано для оснащения пожарных подразделений в условиях Сибири и Арктики.

Ключевые слова: Пожарное трехходовое разветвление, перемерзание воды, теплоизоляция, низкие температуры, экспериментальные исследования.

CREATING AN EFFECTIVE DEVICE TO DELAY THE COOLING OF WATER IN A FIRE THREE-WAY BRIDGE IN EXTREMELY LOW TEMPERATURES

Amerkhanov T.R.

Maliy V.P., Grand PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

Siberian Fire and Rescue Academy of the Russian Ministry of Emergency Situations

Abstract. A five-layer thermal insulation cover for the three-way fire branch PT-70 has been developed, which slows down the freezing process of water in fire pressure hoses at extremely low temperatures. It has been experimentally established that the rate of water cooling when using a 20 mm thick cover ($\beta = 0,008 \text{ c}^{-1}$) is more than three times lower than without protection ($\beta = 0,026 \text{ c}^{-1}$). The obtained dependencies are exponential in nature and are in good agreement with the theoretical model developed by the authors. The device is recommended for equipping fire departments in Siberia and the Arctic.

Keywords: Fire three-way branching, water freezing, thermal insulation, low temperatures, and experimental research.

Эксплуатация пожарной техники при экстремально низких температурах Сибири и Арктики (до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$) сопряжена с риском замерзания воды в насосно-рукавных системах. Согласно [1], до 37 % отказов приходится на рукавные линии и соединительные элементы, включая трёхходовые разветвления (РТ). Замерзание воды в РТ нарушает маневрирование потоками и снижает эффективность пожаротушения. Существующие методы борьбы с обмерзанием (запенивание, электроподогрев) недостаточно эффективны либо сложны, поэтому актуальна разработка простого теплоизолирующего устройства.

Целью работы является создание и экспериментальная оценка эффективности теплоизоляционного чехла для пожарного трёхходового разветвления, в частности, РТ-70, увеличивающее время до начала замерзания воды при низких температурах.

В результате анализа свойств многочисленных материалов и конструкций из них выбрана пятислойная конструкция чехла: наружные слои из водоотталкивающей смесовой ткани «Грета» (55% хлопок, 45% полиэстер), внутренние слои – синтепон и утеплитель «Слайтекс» (полиэфирное волокно). Общая толщина чехла составила 20 мм. Для проведения экспериментов разработали установку ЭИУ «Чехол-РТ», позволяющую регистрировать температуру воды внутри РТ-70 с помощью четырёх независимых датчиков (ТР-101 и трех термодатчиков типа К1 (хромель-алюмель) с мультиметром MAS838) в качестве цифрового измерительного показывающего прибора.

Испытания проводили при температуре окружающего воздуха $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ и начальной температуре воды $23,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Регистрировали процесс остывания воды в трёх конфигурациях: без чехла, с чехлом толщиной 10 мм (ранее разработанный образец) и с новым чехлом толщиной 20 мм. Измерения выполняли каждые 15 минут в течение часа. Полученные данные приведены в таблице ниже.

Таблица. Средние значения температуры воды в РТ-70, $^{\circ}\text{C}$

Время, мин	Без чехла	Чехол 10 мм	Чехол 20 мм
0	23,1	23,1	23,1
15	15,7	19,5	20,5
30	11,2	16,3	18,0
45	7,3	13,7	15,9
60	4,8	11,8	13,8

Полученные зависимости температуры от времени аппроксимировали экспоненциальными кривыми вида $T(t) = Ae^{-\beta t}$, где β – темп охлаждения.

Рассчитанные темпы охлаждения составили: $\beta = 0,026\text{ c}^{-1}$ (без чехла); $\beta = 0,013\text{ c}^{-1}$ (чехол 10 мм); $\beta = 0,008\text{ c}^{-1}$ (чехол 20 мм). Из сравнения полученных в экспериментах значений следует, что применение 20-мм чехла позволяет снизить скорость остывания воды в три раза по сравнению со скоростью остывания воды в незащищённом РТ. Отметим, что полученные экспериментальные данные хорошо согласуются с построенной авторами расчетно-теоретической моделью охлаждения бесконечно длинного цилиндра, из которой, в частности, следует экспоненциальный характер зависимости температуры свободно остывающего тела от времени [2].

Основные результаты и выводы

1. Разработанный пятислойный чехол толщиной 20 мм обеспечивает эффективную тепловую защиту пожарного трёхходового разветвления РТ-70, значительно замедляя процесс остывания воды.

2. Экспериментально подтверждено, что использование чехла толщиной 20 мм в 1,6 раза эффективнее чехла толщиной 10 мм и в 3 раза уменьшает темп остывания воды в пожарном напорном рукаве без дополнительной тепловой защиты.

3. Устройство просто в изготовлении и эксплуатации, не требует дополнительных источников энергии, состоит из недорогих материалов и рекомендуется авторами к

применению в пожарных подразделениях, функционирующих в условиях экстремально низких температур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешков М.В., Двоенко О.В. Создание пожарной и аварийно-спасательной техники для работы в экстремальных метеорологических условиях // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2011. № 4. С. 4–10.
2. Малый В.П., Куртов С.О., Трояк А.Ю. Исследование эффективности метода запенивания, применяемого для создания тепловой защиты пожарных рукавных разветвлений // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 4(49). С. 162–169.

УДК 614.84

ЭКСПОЗИЦИОННЫЙ УЧЁТ И ИНДЕКСНАЯ ОЦЕНКА РИСКА ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ

Беркимбаева А.О., Алькина А.Б.

Мусайбеков А.Г., кандидат технических наук

Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина

Аннотация. Работа сотрудников гражданской защиты при пожарах и аварийно-спасательных работах проходит в опасных условиях и при нехватке времени. Обычно учитывают уже последствия (травмы и гибель), а сами воздействия дыма, высокой температуры и недостатка кислорода фиксируют плохо. В статье предложена простая модель учёта таких воздействий как «паспорт экспозиции», индекс риска и меры профилактики.

Ключевые слова: опасные факторы пожара, экспозиция, токсичные продукты горения, тепловая нагрузка, травматизм, учёт и статистика.

EXPOSURE-BASED ACCOUNTING AND INDEX RISK ASSESSMENT IN FIREFIGHTING

Berkimbayeva A.O., Alkina A.B.

Mussaibekov A.G., PhD in Technical Science

Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan

Abstract. The work of civil protection personnel during fires and emergency rescue operations is carried out in hazardous conditions and under severe time pressure. Typically, only outcomes (injuries and fatalities) are recorded, while exposures to smoke, high temperatures, and oxygen deficiency are poorly documented. The article proposes a simple framework to account for these exposures, including an “exposure passport,” a risk index, and preventive measures.

Keywords: hazardous fire factors, exposure, toxic combustion products, heat load, injuries, accounting and statistics.

Пожаротушение и аварийно-спасательные работы относятся к видам деятельности с повышенной опасностью, поскольку выполняются в среде, где факторы поражения действуют одновременно и нередко усиливают друг друга. Тактические действия пожарных

формально регламентированы требованиями пожарной тактики, правил техники безопасности и охраны труда, однако реальная обстановка пожара динамична, а решения принимаются при неполной информации и высокой цене ошибки. В этих условиях результативность работ определяется не только профессиональной подготовкой, но и материально-технической обеспеченностью подразделений, включая наличие современных средств защиты и контроля, соответствующих требуемым характеристикам безопасности [1].

Тем не менее, даже при надлежащей организации работ остаётся системная проблема, снижающая эффективность профилактики: разрыв между фактом воздействия опасных факторов пожара на конкретного сотрудника с последующей регистрацией этого воздействия в статистике и управленческих документах.

С позиции риск-менеджмента ключевым объектом управления должна быть не только травма как финальный исход, но и экспозиция как первопричина. Под экспозицией в данном контексте целесообразно понимать сочетание уровня воздействия и его длительности, а также маршрутов поступления поражающих факторов в организм (ингаляционно, через кожу и слизистые), с обязательным учётом эффективности средств защиты. Практика показывает, что значимые экспозиции возможны и тогда, когда событие не завершилось травмой и не повлекло утраты трудоспособности: кратковременное, но интенсивное пребывание в дымовой среде, тепловое напряжение, эпизоды кислородного дефицита, перегрузка при эвакуации и разборке конструкций могут не фиксироваться как «несчастный случай», но формируют накопленный профессиональный риск и повышают вероятность неблагоприятных исходов при последующих выездах.

Масштаб оперативной нагрузки на подразделения демонстрирует официальная статистика за первый квартал 2025 года. За указанный период зарегистрировано 2775 пожаров, материальный ущерб составил 688 млрд 980 млн тенге, на пожарах погибло 86 человек и 97 получили телесные повреждения различной степени тяжести. Подразделения органов гражданской защиты осуществили 11 461 выезд на тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ, спасли 299 человек и эвакуировали 926 человек, при этом более 200 человек сохранили жизнь благодаря применению спасательных средств [2]. Эти значения важны не только как индикатор общественного ущерба, но и как косвенный показатель интенсивности и частоты профессиональных экспозиций личного состава: большое число выездов означает многократные входы в опасную среду, повторяющиеся тепловые и дымовые воздействия, высокий темп принятия решений и физическую перегрузку.

Параллельно с общей нагрузкой сохраняются случаи поражений среди сотрудников при тушении пожаров. В приведённых примерах отражены типичные механизмы профессионального вреда: травма головы и госпитализация после работ на пожаре, ухудшение состояния с последующим летальным исходом вследствие отравления продуктами горения, химические ожоги при контакте с агрессивными веществами [3]. Наиболее тяжёлые эпизоды связаны с пожарами на объектах с высокой энергетической опасностью. Показательным является случай пожара на складе боеприпасов в Байзакском районе Жамбылской области (август 2021 года), где при взрывах боеприпасов погибли 10 сотрудников органов гражданской защиты и 49 получили ранения [4]. Такие события иллюстрируют, что профессиональные потери могут формироваться не только «классическими» факторами пожара, но и вторичными поражающими факторами техногенных аварий, включая ударные воздействия и массовые механические травмы.

Опасные факторы пожара целесообразно систематизировать как каркас для регистрации экспозиций, таблица 1.

Таблица 1. Систематизированные факторы пожара

№	Название	Свойство	Следствие
1	Термический блок	Конвективное тепло и тепловое излучение, высокая температура газовой среды, нагретые поверхности и горячие продукты горения	Термическое воздействие приводит к ожогам, перегреву, обезвоживанию и тепловому стрессу, который снижает точность действий и повышает риск ошибок в принятии решений
2	Токсикологический блок	Ингаляционное поступление угарного газа, диоксида углерода, продуктов неполного сгорания и термоокислительного разложения материалов	Дымовая среда опасна не только составом, но и снижением видимости, нарушением ориентирования и ростом времени выполнения операций
3	Газодинамический и кислородный блок	Дефицит кислорода, локальные скопления газов, риск вспышек и объёмных возпламенений, формирование взрывоопасных смесей	
4	Механический и травматологический блок	Обрушения, падения предметов, работы в завалах, порезы, ушибы и переломы при разборке конструкций	Травматологическим также относятся травмы, возникающие при взрывах газо-воздушных смесей
5	Психофизиологический блок	Стресс, высокая ответственность, работа в ограниченном времени и в сложных температурно-газовых условиях	Психофизиологическое воздействие влияет на функциональные резервы организма и устойчивость к повторным нагрузкам

Нормативно-организационная рамка безопасности в Республике Казахстан складывается из требований пожарной безопасности, ведомственных регламентов и общих норм охраны труда. Важным элементом системы обеспечения безопасности является медицинское сопровождение, включая периодические обследования, которые могут содержать оценку функций дыхания (спирография), инструментальные методы обследования и иные процедуры по установленным программам [5]. Одновременно государственный учёт чрезвычайных ситуаций и пожаров предусматривает фиксацию общественных последствий, однако сведения о поражениях личного состава нередко проходят по отдельным ведомственным контурам и не образуют единой статистической базы для анализа частоты и структуры профессиональных экспозиций [6]. В результате становится затруднительной сопоставимость данных между регионами и подразделениями, ограничивается возможность выявления повторяющихся факторов риска и оценки эффективности профилактических мер.

Для устранения указанного разрыва предложена интегрированная модель, в которой базовой единицей анализа становится не только «случай травмы», но и «событие экспозиции». Центральный элемент модели «паспорт экспозиции», добавляемый к карточке каждого пожара или аварийно-спасательного выезда для каждого сотрудника, фактически находившегося в опасной зоне. Паспорт экспозиции должен фиксировать тип объекта и характер горючей нагрузки в укрупнённой форме, этап выполнения работ (разведка,

тушение, разборка конструкций, спасение, дежурство в зоне тления), а также длительность активной фазы для конкретного исполнителя. Далее отражаются ключевые группы факторов: факт пребывания в дымовой среде и время экспозиции; термическая нагрузка по шкале уровней (например, низкая, средняя, высокая) с указанием длительности; признаки газоопасности или кислородного дефицита по оперативной оценке условий; наличие механических опасностей (работа в завале, риск обрушения, работа на высоте) и иные значимые обстоятельства. Существенно, что паспорт экспозиции должен обязательно содержать сведения о защите: применение средств индивидуальной защиты органов дыхания, время работы в аппарате, причины прекращения работы (ресурс аппарата, команда на смену звена, техническая неисправность, самочувствие), а также сведения о применении других средств защиты и о выполнении постэкспозиционных процедур.

На основе паспорта экспозиции вводится агрегированный показатель индекс индивидуального воздействия, предназначенный не для постановки медицинского диагноза, а для управленческого ранжирования событий по риску. Концептуально индекс может быть представлен суммой произведений уровня воздействия на его длительность и коэффициент защиты по каждой группе факторов.

$$\text{ИндИВ} = \sum_{j=1}^m (w_j * l_j * t_j * k_{\text{СИЗ},j}), \quad (1)$$

где w_j – вес фактора, l_j – уровень воздействия по унифицированной шкале, t_j – длительность, $k_{\text{СИЗ},j}$ – коэффициент эффективности защиты. При корректном использовании средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) в дымовой среде коэффициент защиты должен уменьшать вклад токсикологического блока, тогда как при отсутствии защиты вклад фактора возрастает. Весовые коэффициенты на первом этапе допустимо устанавливать экспертно с последующей калибровкой по накопленным данным подразделений. Принципиальное значение имеет управленческая интерпретация индекса, высокое значение ИндИВ при отсутствии травмы не должно выпадать из поля зрения, поскольку именно такие события являются источником накопленного риска и требуют профилактических решений, рисунок 1.

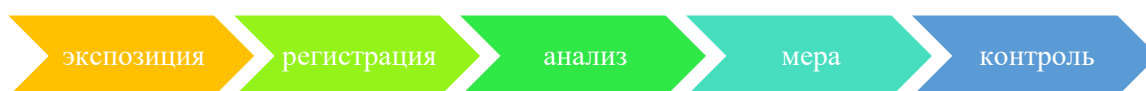


Рис.1. Интегрированный управленческий контур модели

На уровне подразделения это означает, что после каждого события данные паспорта экспозиции вносятся в цифровую форму с минимально достаточным набором полей, что обеспечивает сопоставимость между сменами и регионами. Далее проводится регулярный анализ распределения ИндИВ по типам объектов, этапам работ и группам факторов, что позволяет выявлять повторяющиеся профили риска.

Например: систематически высокая дымовая экспозиция при тушении пожаров определённого класса объектов либо повышенная доля событий с тепловым стрессом при работах в жаркий сезон и недостаточной ротации звеньев. По результатам анализа принимаются корректирующие решения: организационные (пересмотр ротации, повышение дисциплины применения СИЗОД, уточнение алгоритмов разведки и вентиляции), технические (приоритетное обеспечение аппаратами, проверка исправности и контроля времени работы), учебно-методические (сценарные тренировки по «дымным» ситуациям и управлению тепловой нагрузкой), а также медицинские (углублённое наблюдение при повторяющихся высоких экспозициях, корректировка допуска к определённым видам работ). Контроль эффективности мер осуществляется через динамику ИндИВ и доли событий, в которых СИЗОД применялся в соответствии с требованиями, а также через снижение повторяемости неблагоприятных профилей экспозиции.

Предлагаемая модель соответствует логике охраны труда, управлять следует не только последствиями, но и условиями, формирующими риск. Она также согласуется с современными выводами о профессиональных вредностях и подчёркивает необходимость учёта повторных дымовых экспозиций как фактора долгосрочного неблагоприятного воздействия [7]. Критически важным является то, что модель не требует немедленного внедрения сложных лабораторных измерений на каждом пожаре; её ядро составляет стандартизация регистрационных полей и дисциплина заполнения паспорта экспозиции, что делает систему реализуемой в условиях реальной службы. Ограничением остаётся необходимость обеспечения качества данных и единообразия интерпретации уровней воздействия, данная проблема решается обучением, внутренними аудитами и постепенной калибровкой шкал по накопленной статистике.

Таким образом, переход к экспозиционно-ориентированному учёту позволяет преобразовать систему безопасности личного состава из реактивной, опирающейся на факт травмы, в профилактическую, ориентированную на предупреждение профессионального вреда. С учётом интенсивности выездов и масштабов пожарной обстановки в Казахстане внедрение паспорта экспозиции и индекса индивидуального воздействия создаёт доказательную основу для управленческих решений по оснащению, организации работ, применению СИЗОД и медицинскому сопровождению. В перспективе это обеспечивает формирование единой системы учёта смертности, травматизма и экспозиций личного состава органов гражданской защиты и повышает устойчивость подразделений к выполнению задач в условиях высоких рисков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Казахстан от 11 апреля 2014 года № 188-V «О гражданской защите» [Электронный ресурс]. – ИПС «Әділет». – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1400000188> (дата обращения: 03.02.2026).
2. Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан от 26 июня 2017 года № 446 «Об утверждении Правил организации тушения пожаров» [Электронный ресурс]. – ИПС «Әділет». – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1700015430> (дата обращения: 04.02.2026).
3. Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан от 26 июня 2017 года № 445 «Об утверждении Устава службы противопожарной службы» [Электронный ресурс]. – ИПС «Әділет». – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1700015422> (дата обращения: 04.02.2026).
4. Приказ Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан от 17 августа 2021 года № 405 «Об утверждении технического регламента “Общие требования к пожарной безопасности”» [Электронный ресурс]. – ИПС «Әділет». – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100024045> (дата обращения: 05.02.2026).
5. Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан от 3 марта 2015 года № 175 «Об утверждении Правил осуществления государственного учета чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Электронный ресурс]. – ИПС «Әділет». – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500010983> (дата обращения: 05.02.2026).
6. СТ РК 1495-2006. Боевая одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний : национальный стандарт Республики Казахстан [Электронный ресурс]. – URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30427461 (дата обращения: 05.02.2026).
7. Шевцова В. С., Енсенбаев Б. К., Исаханова А. Б. Сравнительный анализ нормативно-правовых актов обеспечения работников, занятых на вредных работах, средствами индивидуальной защиты // Наука и образование в гражданской защите. – 2024. – № 3 (55). – С. 66-74.

РОБОТИЗИРОВАННЫЕ УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Бунто О.В., Бунто И.А., Ивановский А.П.

Университет гражданской защиты

Аннотация. Роботизированные установки пожаротушения представляют собой важный элемент современной системы противопожарной защиты, существенно повышающий уровень безопасности на объектах с повышенными требованиями к предотвращению и ликвидации пожаров. Использование таких установок способствует сокращению времени реагирования на чрезвычайные ситуации, повышая эффективность тушения пожара и снижая вероятность его распространения.

Ключевые слова: автоматические установки пожаротушения. огнетушащее вещество, лафетные стволы с дистанционным управлением.

ROBOTIC FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS

Bunto O.V., Bunto I.A., Ivanovsky A.P.,

University of Civil Protection

Abstract. Robotic fire suppression is a vital component of a modern fire protection system, significantly enhancing safety at facilities with stringent fire prevention and suppression requirements. The use of such installations helps to reduce response times to emergency situations, increasing the effectiveness of fire extinguishing and reducing the likelihood of its spread.

Keywords: automatic fire extinguishing systems, fire extinguishing agent, remote-controlled monitor nozzles.

В связи со стремительным развитием технологий, в том числе в области автоматических установок пожаротушения (далее – АУПТ), современные АУПТ позволяют совмещать в себе системы обнаружения и ликвидации пожара. Одним из современных видов АУПТ являются роботизированные установки пожаротушения (далее – РУП). Такие установки представляют собой автоматизированные комплексы, способные самостоятельно обнаружить пожар и подать огнетушащее вещество (далее – ОТВ) непосредственно в зону возгорания, тем самым обеспечивая высокую инерционность срабатывания системы, а также снижая косвенный ущерб от подачи ОТВ вне зоны возгорания. Внешний вид роботизированных установок пожаротушения представлен на рисунке 1.

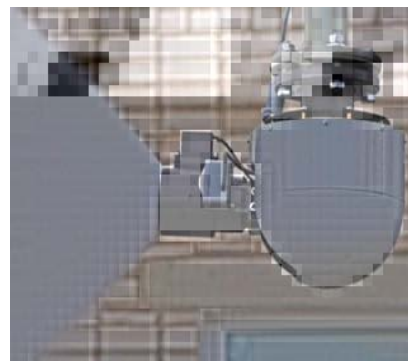


Рисунок 1. – Внешний вид роботизированных установок пожаротушения.

Ключевыми компонентами роботизированных установок являются: системы обнаружения пожара, исполнительные механизмы подачи ОТВ, а также системы управления, обеспечивающие автоматическое или дистанционное управление процессом тушения. Конструктивно такие установки могут включать мини-роботов с высокой маневренностью, способных перемещаться в нескольких плоскостях (по горизонтали и вертикали), а также стационарные установки, установленные на фиксированных позициях.

В отличие от традиционных автоматических систем пожаротушения, которые имеют ограниченную зону действия и фиксированные точки подачи ОТВ, роботизированные установки обладают способностью перемещаться и адаптироваться к изменяющейся обстановке на защищаемом объекте.

Это обеспечивает эффективное обнаружение и тушение возгорания, особенно в сложных архитектурных или технологических условиях, а также в помещениях, где присутствуют крупногабаритные объекты, которые могут перемещаться по всей площади помещения. Ярким примером таких помещений являются авиационные ангары, предназначенные для хранения, обслуживания и ремонта самолетов. Плоскости крыльев и фюзеляжа самолета создают «теневые зоны», которые возможно защитить только путем заполнения всего объема помещения пеной высокой кратности или применения системы пожаротушения, с возможностью автоматической подстройки траектории подачи ОТВ. Учитывая, что авиационная электроника и обшивка самолетов чувствительна к агрессивным веществам (растворам пенообразователя), для защиты данных помещений преимущественно выбирают именно РУП.

Роботизированные пожарные комплексы производятся на базе лафетных стволов с дистанционным управлением. В качестве ОТВ используют воду или рабочий раствор пенообразователя. В соответствии с п.3.1 ГОСТ Р 53326-2009 «Техника пожарная. Установки пожаротушения роботизированные. Общие технические требования. Методы испытаний» [1] в состав РУП могут входить от двух до несколько десятков лафетных стволов. Максимальное количество стволов в составе РУП зависит от возможностей системы управления установкой.

Обнаружения возгорания осуществляется при помощи инфракрасных датчиков пламени, датчики ультрафиолетового излучения, тепловых детекторов или других устройств. В результате сканирования защищаемой зоны РУП определяет координаты возгорания, после чего рассчитывает баллистическую кривую подачи ОТВ с учетом места нахождения возгорания, а также всевозможных преград, препятствующих подачи ОТВ. При этом программное обеспечение РУП само определяет, какое количество и какие лафетные стволы необходимо задействовать, для наиболее эффективной ликвидации возгорания, с учетом запрограммированного алгоритма системы. Программное обеспечение РУП также позволяет производить настройку (задавать индивидуальные параметры работы) и запуск РУП дистанционно при помощи пульта управления.

Ключевой особенностью возможности применения РУП на территории Республики Беларусь является отсутствие норм проектирования. Согласно СН 2.02.03-2019 «Пожарная автоматика зданий и сооружений» [2] требования по проектированию РУП устанавливаются специальными техническими условиями, которые разрабатываются в соответствии с «Инструкцией о порядке разработки, утверждения, правилах построения, изложения и оформления специальных технических условий» [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Техника пожарная. Установки пожаротушения роботизированные. Общие технические требования. Методы испытаний : ГОСТ Р 53326-2009. – Введ. 01.05.2009. – М. : Стандартинформ, 2009. – III, 18 с.
2. Пожарная автоматика зданий и сооружений : СН 2.02.03-2019. – Введ. 16.08.2020. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2020. – 104 с.
3. Инструкция о порядке разработки, утверждения, правилах построения, изложения и оформления специальных технических условий : постановление М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь от 26 июня 2025 г. № 73 // iLex : информ. правовая система (дата обращения: 24.02.2026).

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОЖАРНЫХ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ГОЛОВОК

Герин И.П., Герин А.П.

Александров Д.В.

Университет гражданской защиты

Аннотация. Пожарные соединительные головки являются важным элементом при тушении пожаров, обеспечивающим надежное соединение между пожарными рукавами и насосами, а также другими элементами пожарной техники. В данной работе представлен анализ существующих типов пожарных соединительных головок, их конструктивных особенностей, а также преимуществ и недостатков.

Ключевые слова: стоимость, прочность, износостойкость, вид материала.

ANALYSIS OF EXISTING FIRE CONNECTION HEADS

Gerin I.P., Gerin A.P.

Alexandrov D.V.

University of Civil Protection

Abstract. Fire connection heads are an important element in firefighting, providing a reliable connection between fire hoses and pumps, as well as other elements of fire equipment. This paper presents an analysis of the existing types of fire connection heads, their design features, as well as their advantages and disadvantages.

Keywords: cost, strength, wears resistance, type of material.

Пожарная безопасность является одной из важнейших задач в современных условиях, где риск возникновения пожаров может возникнуть в самых разных сферах — от жилых и коммерческих зданий до промышленных объектов. Эффективное тушение пожаров во многом зависит от надежности и качества систем пожаротушения, среди которых ключевую роль играют соединительные пожарные головки. Эти устройства обеспечивают надежное соединение между различными элементами системы, такими как пожарные рукава, насосы, что критически важно для быстрого и эффективного реагирования на пожар. Существующие соединительные пожарные головки имеют разнообразные конструкции и типы, что позволяет их адаптировать под различные условия эксплуатации. Они могут отличаться по материалам, из которых изготовлены, механизму соединения и функциональным характеристикам. Качество этих элементов напрямую влияет на скорость и эффективность подачи огнетушащих веществ к месту возгорания, а также на безопасность работы пожарных. Важным аспектом является соответствие соединительных головок современным стандартам и нормам, что гарантирует их надежность и долговечность в условиях интенсивной эксплуатации. Кроме того, правильный выбор и регулярное техническое обслуживание этих устройств являются залогом их эффективной работы и минимизации рисков в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Существует широкий спектр материалов из чего изготавливают соединительные головки, одни из самых распространенных:

- **Алюминий:** Самый распространенный материал. Легкие, прочные, устойчивые к коррозии, применяются для всех типов головок.

- **Латунь/Бронза:** Служит для пожарных рукавов, отличаются высокой механической прочностью, надежностью и устойчивостью к тяжелым условиям эксплуатации.
- **Пластик (полипропилен):** Применяется в современных легких головках. Не подвержены коррозии, удобны в использовании, но обычно рассчитаны на меньшие давления по сравнению с металлом.
- **Комбинированные:** Сочетают прочность металла с легкостью и антикоррозионными свойствами пластиковых.

Ниже в сравнительной таблице представлены характеристики пожарных соединительных головок

Таблица. Сравнительная таблица характеристики пожарных соединительных головок

Вид материала	Алюминий	Латунь	Бронза	Пластик	Комбинированные
Вес	0,15-2,5 кг	0,1-0,7 кг	0,17-0,35 кг	0,25-0,4 кг	0,3-0,7 кг
Стоимость	16-40 BYN	11 и более BYN	15-50 BYN	8-20 BYN	10-25 BYN
Рабочее давление, МПа	1,2 МПа	1,6 МПа	1,2-1,6 МПа	1,0-1,6 МПа	1,2-1,6 МПа
Искрообразование	Искрит	Искрит	Не искрит	Не искрит	Искрит
Рабочая температура, °C	-60°C до +40°C	-60°C до +300°C	-50°C до +60°C	-20°C до +80°C	-60°C до +45°C

Область применения пожарных соединительных головок по виду материала

1.Алюминиевые пожарные соединительные головки (типа Богданова, Шторца) предназначены для быстрого, герметичного соединения напорных и всасывающих рукавов между собой, а также с пожарным оборудованием (насосы, гидранты, стволы). Основная область применения — создание систем пожаротушения, оснащение пожарной техники, внутренних пожарных кранов (ВПК) и мотопомп.

2.Бронзовые пожарные соединительные головки — это специализированные элементы для соединения пожарных рукавов и подключения их к оборудованию (насосам, гидрантам, кранам). Главная особенность бронзы — устойчивость к коррозии, поэтому такие головки применяются там, где есть постоянный контакт с водой, влажной средой или агрессивными веществами.

3.Латунные пожарные соединительные головки (Богданова, Шторца, РОТа) применяются для герметичного соединения рукавов, подключения их к оборудованию, насосам и кранам. Благодаря коррозионной стойкости и высокой прочности они используются на морском/речном флоте, в системах пожаротушения с повышенными требованиями, а также для всасывающих и напорных рукавов.

4.Полимерные пожарные соединительные головки (ГР, ГМ, ГЦ, ГП) предназначены для быстрого и надежного соединения между рукавами, а также с пожарно-техническим вооружением (насосами, кранами, мотопомпами). Они широко используются в комплектации внутренних пожарных кранов (ВПК) и мобильной техники благодаря легкой массе, коррозионной стойкости и эксплуатационной надежности.

5.Комбинированные пожарные соединительные головки (изготавливаемые, например, из алюминия и пластика или сочетающие разные типы резьбы) предназначены для оперативной и надежной стыковки пожарных рукавов. Они обеспечивают герметичное подсоединение рукавов к насосам, колонкам, разветвителям и прочему профильному

оборудованию. Такие головки широко применяются в оснащении пожарных автомобилей, в системах внутренних пожарных кранов, а также при организации забора воды.

Подводя итог вышесказанного, следует подчеркнуть, выбор материала для пожарных соединительных головок зависит от конкретных условий эксплуатации. Для тяжелых условий лучше использовать латунь или бронзу, тогда как для легких систем подойдут алюминий или пластик. Пластиковые и алюминиевые головки могут быть более экономичными, но важно учитывать их долговечность и надежность в критических ситуациях. Комбинированные соединительные головки могут предложить оптимальный баланс между стоимостью и производительностью, особенно в сложных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1.ГОСТ Р 53279-2009 - Техника пожарная. Головки соединительные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний.

2.СТБ 11.13.18-2010 - Система стандартов пожарной безопасности. Головки соединительные для пожарного оборудования. Общие технические условия.

3.ТР ЕАЭС 043/2017 - Технический регламент Евразийского экономического союза "О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения"

УДК 614.841

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Герин А.П.

Демьянов В.В., Морозов П.В.

Университет гражданской защиты

Аннотация. Установлено, что применение ИИ повышает оперативность и точность выявления природных пожаров. Показано, что алгоритмы глубокого обучения снижают вероятность ложных срабатываний и улучшают прогнозирование пожароопасных ситуаций. Выявлены ключевые преимущества и ограничения внедрения ИИ-технологий.

Ключевые слова: искусственный интеллект, природные пожары, мониторинг, машинное обучение, глубокое обучение, беспилотные летательные аппараты, сенсорные системы.

MODERN TECHNOLOGY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Gerin A.P.

Demianov V.V., Marozau P.V.

University of Civil Protection

Abstract. It has been established that the use of AI increases the efficiency and accuracy of detecting natural fires. It has been shown that deep learning algorithms reduce the likelihood of false alarms and improve the prediction of fire hazard situations. Key advantages and limitations of the implementation of AI technologies have been identified.

Keywords: artificial intelligence, natural fires, monitoring, machine learning, deep learning, unmanned aerial vehicles, sensor systems.

Современные технологии стремительно трансформируют все аспекты нашей жизни, и системы пожарной безопасности не являются исключением. Искусственный интеллект (ИИ) сегодня занимает центральное место в разработке новых решений, направленных на повышение уровня защиты от пожаров. Эти технологии позволяют не только оперативно реагировать на чрезвычайные ситуации, но и предотвращать их благодаря анализу данных и прогнозированию рисков.

Пожары остаются одной из главных угроз для жизни, имущества и экосистем. Однако технологии быстро меняют подход к тушению: от беспилотников до искусственного интеллекта. В этой статье рассмотрим, как инновации делают борьбу с огнем быстрее, безопаснее и эффективнее.

Традиционная вода и пена уступают место гелевым и нанотехнологическим составам, которые тушат быстрее и безопаснее для окружающей среды.

Примеры: фторполимерные гели (DuPont), используются для тушения лесных пожаров. Они покрывают растительность защитным слоем, предотвращая распространение огня.

Нанопорошки: разработаны для тушения электроприборов и химических веществ.

Преимущества:

Снижение объема используемой воды.

Минимизация ущерба для экосистем.

Совместимость с современным оборудованием.

Традиционные системы пожарной безопасности: ограничения и вызовы.

До появления ИИ пожарная безопасность в основном строилась на основе традиционных подходов, таких как: установка дымовых и температурных датчиков.

Системы автоматического пожаротушения (спринклеры, газовые системы).

Пожарная сигнализация, оповещающая о возникновении пожара.

Хотя эти методы остаются эффективными, они имеют определённые ограничения:

Позднее обнаружение возгорания: Системы реагируют только после появления дыма или огня.

Ложные срабатывания: Датчики могут реагировать на невинные раздражители, такие как пар или пыль.

Ограниченные аналитические возможности: Традиционные системы не способны анализировать данные для прогнозирования рисков.

Необходимость человеческого вмешательства: Многие процессы требуют участия оператора, что увеличивает время реагирования.

Эти вызовы стимулировали развитие более умных и автономных решений на основе искусственного интеллекта.

ИИ внедряется в системы пожарной безопасности для автоматизации процессов, улучшения точности обнаружения и анализа данных. Основные направления использования ИИ включают:

1. Раннее обнаружение возгорания

ИИ позволяет существенно сократить время между возникновением возгорания и его обнаружением. Это достигается за счёт:

Компьютерного зрения: Камеры с ИИ-алгоритмами способны анализировать видеопоток в режиме реального времени, обнаруживая дым, огонь или даже изменения освещения, связанные с пожаром.

Многофакторного анализа: ИИ обрабатывает данные с множества датчиков (дыма, температуры, газа), комбинируя их для более точного определения возгорания.

2. Прогнозирование рисков

ИИ использует методы машинного обучения для анализа исторических данных о пожарах и выявления потенциально опасных зон. Это включает:

мониторинг температуры и влажности в здании.

анализ состояния электрооборудования для предотвращения коротких замыканий.

выявление аномалий в работе систем отопления или вентиляции.

3. Управление эвакуацией

Системы на основе ИИ могут:

Определять наиболее безопасные маршруты эвакуации, анализируя распространение огня и дыма в режиме реального времени.

Координировать действия людей с помощью голосовых оповещений, света и указателей.

Учитывать данные о плотности людей в различных зонах здания.

4. Оптимизация пожаротушения

ИИ помогает повысить эффективность тушения пожара, например:

расчёт необходимых объёмов воды или других огнетушащих веществ для минимизации ущерба.

координация работы автоматических систем пожаротушения.

использование дронов для тушения пожаров в труднодоступных местах.

5. Ложные срабатывания

ИИ снижает вероятность ложных тревог, анализируя контекст ситуации. Например, система различает дым от кулинарного процесса и опасное возгорание, исключая ненужные срабатывания.

Преимущества использования ИИ в пожарной безопасности

Интеграция ИИ в пожарные системы приносит ряд значительных преимуществ:

Ускорение реакции ИИ позволяет обнаружить возгорание на ранних стадиях, сокращая время реакции и минимизируя ущерб.

Прогнозирование и профилактика благодаря анализу данных ИИ предотвращает пожары, выявляя потенциально опасные ситуации до их развития.

Автоматизация процессов ИИ снижает зависимость от человеческого фактора, что особенно важно в условиях ограниченного времени на принятие решений.

Гибкость и адаптивность системы на основе ИИ могут подстраиваться под различные условия, адаптируясь к изменениям в здании или окружающей среде.

Снижение затрат благодаря снижению числа ложных срабатываний и оптимизации ресурсов системы ИИ экономят средства на обслуживании и эксплуатации.

Реальные примеры использования ИИ в пожарной безопасности:

1. Системы раннего обнаружения дыма

Компании, такие как Bosch и Siemens, разработали камеры наблюдения с ИИ-алгоритмами, которые распознают дым на расстоянии и подают сигнал тревоги задолго до срабатывания стандартных датчиков.

2. Интеллектуальные датчики

Современные датчики с ИИ, такие как Nest Protect, могут анализировать множество параметров, чтобы определить тип угрозы (пожар, утечка газа) и предотвратить ложные срабатывания.

3. Пожарные роботы

В Японии и США используются роботы с ИИ для тушения пожаров на промышленных объектах. Они могут проникать в опасные зоны, недоступные для человека, и тушить огонь с высокой точностью.

4. Дроны для мониторинга пожаров

Дроны с ИИ применяются для мониторинга лесных пожаров, оценивая их масштаб и прогнозируя направление распространения огня.

Проблемы и ограничения:

Несмотря на множество преимуществ, использование ИИ в пожарной безопасности связано с рядом трудностей:

Высокая стоимость. Разработка и внедрение систем ИИ требуют значительных финансовых вложений.

Зависимость от качества данных Эффективность ИИ зависит от точности и полноты данных, поступающих с датчиков и других устройств.

Кибербезопасность Системы ИИ уязвимы для кибератак, что может поставить под угрозу их работу.

Сложность интеграции Внедрение ИИ в существующие системы пожарной безопасности требует значительных технических изменений.

Перспективы развития:

С развитием технологий ИИ будет играть всё более важную роль в системах пожарной безопасности. В будущем можно ожидать:

Более точного прогнозирования рисков благодаря использованию больших данных и облачных технологий.

Улучшения взаимодействия между устройствами через платформы IoT.

Полной автономности систем, включая автоматическую координацию действий в случае пожара.

Интеграции с городскими системами управления для быстрого реагирования экстренных служб.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://msc01.ru/blog/novosti/rol-iskusstvennogo-intellekta-v-sistemakh-pozharnoy-bezopasnosti/>. – Дата доступа: 01.01.2026

УДК 614.842.61

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ПОЖАРНЫХ ГОЛОВОК: ЕВРОПЕЙСКИЙ СТАНДАРТ STORZ И РАЗРАБОТКА БОГДАНОВА

Герин И.П., Герин А.П.

Александров Д.В.

Университет гражданской защиты

Аннотация. Сравнительный анализ двух основных типов соединительных головок, используемой в пожарной технике: соединительных головок европейского стандарта «Шторц» (Storz) и разработки «Богданова». Оба устройства предназначены для быстрого и герметичного соединения пожарных рукавов между собой, а также для их подключения к насосам, гидрантам и другому оборудованию. Несмотря на общую функцию, они имеют принципиальные конструктивные и эксплуатационные различия.

Ключевые слова: стоимость, простота и удобства, прочность

COMPARATIVE ANALYSIS OF FIRE HOSE COUPLING HEADS: THE EUROPEAN STORZ STANDARD AND THE BOGDANOV DEVELOPMENT.

Gerin I.P., Gerin A.P.

Alexandrov D.V.

University of Civil Protection

Abstract. Comparative analysis of two main types of coupling heads used in firefighting equipment: the European Storz standard and the Bogdanov development. Both devices are designed for quick and airtight connection of fire hoses, as well as for connecting them to pumps, hydrants, and other equipment. Despite their common function, they have fundamental design and operational differences.

Keywords: cost, simplicity, and convenience, durability

Одним из ключевых элементов оперативного развертывания являются соединительные головки — устройства, обеспечивающие быстрое и надежное соединение пожарных рукавов как между собой, так и с технологическим оборудованием (насосами, гидрантами, разветвителями). Исторически сложилось так, что на постсоветском пространстве и в странах Западной Европы сформировались два самостоятельных инженерных подхода к решению этой задачи. Объектом данного исследования выступают два типа быстросмыкаемой соединительной головки: европейские головки стандарта «Шторц» (Storz), завоевавшие статус международного стандарта благодаря своей универсальности, и отечественные разработки Богданова, десятилетиями доказывающие свою надежность в суровых условиях эксплуатации. Целью работы является сравнительный анализ конструктивных особенностей, эксплуатационных характеристик и областей применения данных устройств.

Соединительная головка Storz (Шторц) — это быстроразъемное соединение в 1882 году и запатентованное в Швейцарии в 1890 году, а затем в США в 1893 году. С 1933 года она начала использоваться немецкими пожарными командами и к настоящему времени стала основным стандартом соединительных муфт для противопожарного оборудования в большинстве стран Европы и США.

Соединительная головка Богданова — это быстроразъемное соединение для пожарных рукавов, изобретенное Николаем Николаевичем Богдановым в 1956 году получившее широкое распространение в странах постсоветском пространстве. Она предназначена для быстрого, прочного и герметичного соединения пожарных рукавов между собой, а также для подключения их к насосам, гидрантам, разветвителям и другому оборудованию. В мировой практике сложилось два основных стандарта таких соединений. На постсоветском пространстве доминируют головки конструкции Богданова, производимые по ГОСТ Р 53279-2009. Их ключевая особенность — наружные захваты («зубья») на подвижной обойме. Это простая, ремонтпригодная и надежная конструкция, хорошо зарекомендовавшая себя в условиях низких температур и вибраций. Головки Богданова изготавливаются из алюминиевых сплавов, латуни и пластика. Они бывают рукавными, муфтовыми с внутренней резьбой, переходными и заглушками.

Ниже в таблице представлены сравнительные характеристики между европейской соединительной головкой системой Storz и разработкой Богданова.

Таблица. Сравнительные характеристики европейской соединительной головкой системой STORZ и разработкой Богданова

Параметр сравнения	Головка типа Storz	Головка разработка «Богданова»
Страна происхождения	Германия	СССР
Тип зацепления	Внутреннее зацепление	Наружное зацепление
Основные материалы	Алюминиевые сплавы, латунь, нержавеющая сталь	Алюминиевые сплавы, бронза, латунь, пластик, комбинированные сплавы.
Рабочее давление, МПа	1,6 МПа	1,6-3,0 МПа
Устойчивость	Высокая. (Механизм защищен от ударов и грязи)	Средняя (наружные зубья более уязвимы)
Стоимость	8-25 BYN	11 и более BYN

Несмотря на схожесть функций (быстрое соединение поворотом на четверть оборота) и общий принцип «бесполости», эти две системы полностью несовместимы друг с другом. Для их стыковки требуются специальные переходные головки. Выбор между Storz и Богданова диктуется региональными стандартами и условиями эксплуатации: Storz предпочтительнее при работе с международным оборудованием и в защищенных от ударов условиях, а головки Богданова остаются оптимальным решением для техники, эксплуатируемой в суровом климате и в условиях вибраций на постсоветском пространстве.

Оба типа соединительных головок — Storz и Богданова — представляют собой проверенные временем, надежные инженерные решения, каждое из которых занимает свою нишу. Их сосуществование обусловлено исторически сложившимися стандартами и региональными особенностями эксплуатации. Понимание конструктивных различий, областей применения и проблемы несовместимости позволяет специалистам грамотно комплектовать пожарную технику и обеспечивать ее эффективную работу в любых условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1.ГОСТ Р 53279-2009 - Техника пожарная. Головки соединительные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний.

2.СТБ 11.13.18-2010 - Система стандартов пожарной безопасности. Головки соединительные для пожарного оборудования. Общие технические условия.

3.ТР ЕАЭС 043/2017 - Технический регламент Евразийского экономического союза "О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения"

УДК 614.673

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Гладкий А.В.

Демьянов В.В., Морозов П.В.

Университет гражданской защиты

Аннотация. В статье рассматривается опыт применения беспилотных авиационных систем (БАС) в практике ликвидации чрезвычайных ситуаций. Анализируются технические характеристики современных беспилотников, используемых подразделениями МЧС. Определены основные направления применения БАС: разведка зон ЧС, мониторинг динамики развития пожаров, поиск пострадавших, доставка малогабаритных грузов. Обосновывается эффективность применения беспилотных технологий для повышения безопасности спасателей и сокращения времени реагирования.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, реагирование на чрезвычайные ситуации, мониторинг, разведка, пожаротушение, поисково-спасательные операции.

APPLICATION OF UNMANNE AERIAL SYSTEMS IN EMERGENCY RESPONSE

Gladky A.V.

Demianov V.V., Marozau P.V.

University of Civil Protection

Abstract. The article discusses the experience of using unmanned aerial systems (UAS) in the practice of emergency response. The technical characteristics of modern drones used by EMERCOM units are analyzed. The main directions of UAS application have been identified: reconnaissance of emergency zones, monitoring the dynamics of fire development, search for victims, delivery of small-sized cargo. The effectiveness of using unmanned technologies to improve the safety of rescuers and reduce response time is substantiated.

Keywords: unmanned aerial systems, emergency response, monitoring, reconnaissance, firefighting, search and rescue operations.

Современные чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера отличаются возрастающей сложностью, динамичностью развития и масштабами последствий. В этих условиях особое значение приобретает своевременное получение достоверной информации об обстановке в зоне ЧС, которая необходима для принятия эффективных управленческих решений и планирования действий сил ликвидации. Традиционные средства разведки – наземные патрули, авиация – не всегда способны оперативно предоставить полные данные, особенно в труднодоступной местности, в условиях плотного задымления или радиоактивного загрязнения.

Решение данной проблемы видится в активном внедрении беспилотных авиационных систем. БАС позволяют проводить разведку без риска для жизни личного состава, передавать видеоинформацию в реальном времени в штаб ликвидации ЧС, а также выполнять специальные задачи – от поиска пострадавших до доставки средств спасения [1].

По функциональному назначению беспилотники, применяемые в системе МЧС, можно разделить на несколько категорий. Разведывательные БАС оснащаются тепловизорами, газоанализаторами, дозиметрами и позволяют обнаруживать очаги возгорания, утечки опасных веществ, а также людей, оказавшихся в завалах или на льдинах. Мониторинговые комплексы ведут наблюдение за динамикой распространения пожара или паводка, что дает возможность прогнозировать развитие ситуации и своевременно корректировать расстановку сил и средств. Специальные БАС способны доставлять в зону ЧС малогабаритные грузы: средства связи, медикаменты, спасательные жилеты, веревки и даже огнетушащие составы для точечного тушения [2].

Особенно эффективно применение беспилотников при тушении крупных лесных и торфяных пожаров. С их помощью можно не только обнаружить кромку пожара и скрытые очаги горения, но и координировать действия наземных групп и авиации. В условиях плотного задымления, когда пилотирование обычных самолетов и вертолетов затруднено, беспилотники остаются единственным средством получения объективной информации.

При ликвидации последствий землетрясений и техногенных аварий БАС используются для обследования поврежденных зданий и сооружений. Камеры высокого разрешения позволяют выявить трещины, разрушения несущих конструкций, оценить степень опасности для спасателей, входящих в зону завала. При проведении поисково-спасательных работ на акваториях беспилотники помогают обследовать большие участки водной поверхности в короткие сроки. Вместе с тем следует отметить ряд проблем, сдерживающих более широкое применение БАС.

К ним относятся ограниченное время полета (зависимость от емкости аккумуляторов), сложность эксплуатации в сложных метеоусловиях (сильный ветер, осадки), необходимость

специальной подготовки операторов, а также вопросы интеграции беспилотников в общее воздушное пространство при совместной работе с пилотируемой авиацией.

Подводя итог вышесказанного, следует подчеркнуть, что беспилотные авиационные системы являются эффективным инструментом повышения качества ликвидации чрезвычайных ситуаций. Применение БАС позволяет сократить время разведки, повысить безопасность спасателей, обеспечить руководство ликвидацией ЧС полной и достоверной информацией. Дальнейшее развитие беспилотных технологий и совершенствование методик их применения будет способствовать повышению эффективности действий подразделений МЧС при выполнении задач по предназначению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безбородов, А.В., Овчинников, А.Г. Применение беспилотных летательных аппаратов в интересах МЧС России // Технологии гражданской безопасности. – 2023. – Т. 20, № 2.

- С. 64-70.

2. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций: современные технологии и технические средства: сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции / Университет гражданской защиты МЧС Беларуси; редкол.: И.И. Полевода (науч. ред.) [и др.]. – Минск: УГЗ, 2025. – 380 с.

УДК 614.842.61

АНАЛИЗ ОГNETУШАЩИХ СОСТАВОВ И ВЕЩЕСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ

Гонтарев С.А.

Шилов И.А.

Университет гражданской защиты

Аннотация. При тушении электроустановок под напряжением вопросы обеспечения безопасности выходят на первый план. Грамотный выбор огнетушащих составов, основанный на знании их свойств, позволяет эффективно ликвидировать возгорание с минимальным риском для личного состава подразделений МЧС.

Ключевые слова: огнетушащие вещества, электроустановки, напряжение, безопасность.

ANALYSIS OF FIRE EXTINGUISHING AGENTS AND SUBSTANCES USED FOR SUPPRESSING FIRES IN ENERGIZED ELECTRICAL INSTALLATIONS

Hontarau S.A.

Shilou I.A.

University of Civil Protection

Abstract. When extinguishing fires in energized electrical installations, ensuring safety becomes the top priority. A well-informed choice of extinguishing agents, based on knowledge of their properties, enables effective fire suppression with minimal risk to personnel of the MES.

Keywords: fire extinguishing agents, electrical installations, voltage, safety.

Существует широкий спектр огнетушащих составов и веществ, позволяющих оперативно и эффективно ликвидировать возгорание. Однако в специфических условиях, таких как пожары в электроустановках, для обеспечения безопасности личного состава некоторые составы применять не безопасно или вовсе запрещено. Рассмотрим основные огнетушащие вещества и составы, применяемые при тушении пожаров в электроустановках, а также их преимущества и недостатки.

Огнетушащий порошок представляет собой мелкодисперсную минеральную соль (размер частиц обычно от 5 до 100 мкм), которая демонстрирует высокую эффективность при тушении пожаров класса Е (оборудование под напряжением).

Эффективность порошка зависит от химической природы основы и функциональности добавок:

1. Основа огнетушащего порошка:

фосфорно-аммонийные соли (моно- и диаммонийфосфат): обеспечивают тушение пожаров класса А (твердые вещества) за счет образования стеклообразного покрытия на горячей поверхности, блокирующего доступ кислорода;

карбонаты/бикарбонаты натрия и калия: являются основой для пожаров класса В (жидкости) и С (газы). При разложении выделяют CO_2 , но основной механизм – ингибирование цепных реакций;

хлориды калия и натрия: используются в основном для металлов (класс D), так как обладают высокой теплопроводностью и позволяют быстро отводить тепло, не вступая в реакцию с горящим металлом.

2. Функциональные добавки:

стеараты металлов (например, стеарат магния или цинка) выполняют роль гидрофобизаторов. Они обволакивают гигроскопичные частицы соли, предотвращая абсорбцию влаги из воздуха, что критически важно для сохранения сыпучести;

кремнийорганические соединения и тальк действуют как «мелющие тела» и антислеживатели. Они снижают трение между частицами порошка (улучшают текучесть) и препятствуют агломерации (слипанию) при хранении или подаче по рукавам.

Преимущество огнетушащего порошка – это комбинация нескольких физико-химических механизмов воздействия на очаг возгорания и высокие диэлектрические свойства:

1. Ингибирование цепной реакции: частицы порошка (особенно соли калия и натрия) обладают огромной удельной поверхностью, попадая в зону пламени, они проникают в зону активного горения и адсорбируют на своей поверхности свободные радикалы (H^+ , OH^+ , O^+), которые являются переносчиками реакции. Рекомбинация радикалов на поверхности частиц обрывает цепь, и горение прекращается. Это делает порошок одним из самых быстродействующих средств;

2. Изоляция: порошковое облако создает среду с высокой оптической плотностью, затрудняя передачу лучистой энергии от пламени обратно к горящему материалу.

3. Разбавление: при разложении карбонатов выделяются негорючие газы (CO_2 и пары воды), которые снижают концентрацию кислорода в зоне горения.

4. Низкая электропроводность порошка обусловлена его химической природой. Соли в сухом состоянии являются диэлектриками (изоляторами), так как в их кристаллической решетке отсутствуют свободные носители заряда. Это позволяет применять порошок для тушения оборудования под напряжением до 1000 В (и выше для специальных составов).

Недостатки огнетушащего порошка:

1. Слабый охлаждающий эффект: в отличие от воды или хладонов, порошок не отводит тепло путем нагрева и испарения. Теплоемкость солей относительно невысока. Поэтому после тушения существует высокий риск повторного воспламенения;

2. Риск отказа систем из-за слеживания: слеживание – это процесс рекристаллизации солей, при нарушении влагозащиты частицы порошка начинают растворяться в адсорбированной воде, а при высыхании образуют прочные кристаллические мостики, т.е. спекаются, превращая сыпучий порошок в монолит;

3. Ухудшает видимость. Высокая дисперсность, необходимая для эффективного ингибирования, является и недостатком. Образуется плотное облако, снижающее видимость до нуля, что затрудняет эвакуацию и работу спасателей-пожарных.

4. Вывод из строя оборудование. Порошок проникает во все части электрооборудования, обладает коррозионной активностью (гигроскопичные соли притягивают влагу уже после оседания), что может вывести дорогостоящее оборудование из строя окончательно, даже если огонь его не повредил.

Огнетушащий газ – принцип действия основан на физическом механизме разбавления среды. Горение прекращается, когда парциальное давление кислорода в зоне реакции падает ниже критического уровня (обычно ниже 12–15%), что делает невозможным экзотермическое окисление материалов. К огнетушащим газам, применяемым в электроустановках, относятся: углекислый газ (CO_2), азот (N_2), аргон (Ar), хладоны (фторуглероды) и фторированный кетон.

Преимущества огнетушащего газа:

1. Возможность тушения под напряжением до 10 кВ, это обусловлено высокой диэлектрической проницаемостью газов. В отличие от воды или воздушно-механической пены, газ не создает электролитического мостика для тока, так как его молекулы не диссоциируют на ионы в электрическом поле, что исключает короткое замыкание.

2. Высокая проникающая способность газа, в отличие от жидкости или порошка газ ведет себя как идеальная среда, способная проникать в мельчайшие щели и объемы стойки оборудования за счет диффузии и конвекции, достигая очага тления внутри корпусов электроустановок.

Недостатки огнетушащего газа:

1. Слабый охлаждающий эффект, теплоемкость большинства газов (особенно инертных, таких как N_2 или Ar) незначительна. Механизм тушения здесь доминантно-физический (разбавление), а не теплоотвод, поэтому после подачи газа горячие элементы могут вызвать повторное воспламенение при возврате кислорода;

2. Эффективен только в замкнутых пространствах, газообразные средства подчиняются законам диффузии и парциального давления. На открытом воздухе они мгновенно рассеиваются атмосферными потоками, не успевая создать огнетушащую концентрацию у очага;

3. Необходимость поддерживать концентрацию газа до прекращения горения: требуется удерживать концентрацию на уровне выше минимальной огнетушащей в течение времени, необходимого для остывания оборудования (до 15–20 минут), иначе процесс горения возобновится;

4. Опасность для человека из-за вытеснения кислорода, при срабатывании системы газового пожаротушения объемная доля O_2 падает ниже физиологического порога (менее 10%), что приводит к гипоксии. Это следствие закона Дальтона: сумма парциальных давлений компонентов смеси постоянна, и увеличение доли газа ведет к фатальному снижению доли кислорода [1].

Вода – самое распространенное и доступное огнетушащее вещество, что обусловлено ее высокой удельной теплоемкостью (около 4,18 кДж/(кг·К)) и большой теплотой парообразования (2260 кДж/кг). С точки зрения термодинамики, вода является идеальным теплоносителем: при переходе в пар она отводит максимальное количество тепла от очага горения. Наиболее эффективной будет подача на тушение тонкораспыленной воды, представляющей собой воду, средний диаметр капель которой не превышает 150 мкм. С позиции физики аэрозолей, при дроблении воды на микрокапли резко возрастает удельная поверхность жидкости (отношение площади поверхности к объему). Из-за маленького размера, при попадании в зону горения, капли интенсивно испаряются, отводя при этом большое количество тепла. Механизм тушения здесь комплексный: помимо охлаждения, образующийся пар снижает концентрацию кислорода (эффект флегматизации), а мелкодисперсный факел обладает экранирующим действием, ослабляя тепловой поток от пламени к материалу [2].

Преимущества воды:

1. Высокий охлаждающий эффект, максимальный среди всех огнетушащих веществ благодаря физическим свойствам воды;
2. Большой объем воды на пожарной автоцистерне обеспечивает длительность работы по сравнению с газами или порошком ограниченной массы;
3. Возможность осаждения частиц дыма и пыли, капли воды коагулируют с продуктами горения, ускоряя их седиментацию (осаждение) и улучшая видимость;
4. Высокая эффективность (до 90 %), почти вся поданная вода участвует в процессе прекращения горения. В отличие от порошка, который лишь экранирует тепло и ингибирует реакцию на поверхности частиц, или инертных газов, которые просто разбавляют среду, вода использует физический механизм отвода тепла (основной закон горения: для поддержания реакции необходимо, чтобы тепловыделение превышало теплоотвод). Отводя тепловую энергию на нагрев и парообразование, вода снижает температуру в зоне реакции ниже температуры воспламенения (температурный предел), что делает продолжение горения термодинамически невозможным.

Недостатки воды – это хорошая проводимость тока. Вода в любом виде (кроме дистиллированной) содержит ионы растворенных солей, что делает ее опасной при тушении оборудования под напряжением.

Важно отметить, что действующие нормативные документы категорически запрещают применение воздушно-механической пены для тушения электроустановок, находящихся (оставшихся) под напряжением [3,4]. С позиции электрофизики и коллоидной химии данный запрет имеет строгое научное обоснование: пена представляет собой термодинамически неустойчивую двухфазную систему «газ – жидкость», где дисперсионной средой (стенками пузырьков) выступает водный раствор поверхностно-активных веществ. В отличие от газов, молекулы которых не диссоциируют на ионы, пенная структура содержит подвижные носители заряда, способные создавать токопроводящие мостики между фазами. При попадании на токоведущие части происходит электролиз пленки, что не только делает пену проводником с низким удельным сопротивлением, но и создает риск возникновения электрической дуги и шагового напряжения.

В итоге можно сделать вывод, что выбор огнетушащего вещества – порошка, газа или воды определяется конкретными условиями пожара и обстановкой на нем. Однако проведенный анализ показывает, что наиболее универсальным и эффективным средством является тонкораспыленная вода, безопасность применения которой обеспечивается использованием диэлектрических средств и мер безопасности при тушении электроустановок. Таким образом, знание свойств, преимуществ и ограничений каждого состава позволяет достичь максимальной эффективности при тушении пожаров в электроустановках и гарантировать безопасность личного состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артюнов, С.Н. Организация тушения пожаров электроустановок под напряжением / С.Н. Артюнов, А.Е. Сычев, С.А. Муратов // Теоретические и экспериментальные основы пожаротушения: сб. науч. тр. – М.: ВНИИПО, 1992.
2. Мешалкин, Е.А. Состояние и перспективы разработок изделий для тушения пожаров тонкораспыленной водой / Е.А. Мешалкин, П.М. Шевченко // Пожаровзрывобезопасность. – 2008. – № 1.
3. Приказ МЧС Республики Беларусь от 16.06.2022 г. №200 «Об утверждении правил безопасности в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь» (в редакции Приказа МЧС №438 от 29.12.2023).
4. Постановление МЧС и Министерства энергетики Республики Беларусь от 17.12.2024 г. №80/45 «Об утверждении инструкции о порядке тушения пожаров в электроустановках».

ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Соляnnиков А.А.

Горшков А.Г., кандидат физико-математических наук

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Аннотация. Рассмотрены системы противопожарного водопровода высокого давления для пожаротушения текстильного комбината. Произведен гидравлический расчет водопроводной сети.

Ключевые слова: пожаровзрывозащита, противопожарное водоснабжение, огнетушащие средства.

FIRE WATER SUPPLY OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Solyannikov A.A.

Gorshkov A.G., PhD in Physical and Mathematical Sciences

Air Force Military Training and Research Center "Air Force Academy named after prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin,"

Abstract. Considered systems of high pressure fire fighting water supply system for fire fighting of textile mill. A hydraulic calculation of the water-water network was made.

Keywords: fire and explosion protection, fire water supply, fire extinguishing agents.

Пожаровзрывозащитная техника является материальной основой обеспечения ликвидации неконтролируемых пожаров и взрывов и их последствий. От ее технического состояния, умения личного состава правильно эксплуатировать весь комплекс находящегося в его распоряжении оборудования и вооружения, а также пожарных машин в целом зависит боеготовность и оперативные возможности спасателей.

Для повышения эффективности пожаровзрывозащиты необходимо непрерывно проводить экономическую модернизацию промышленности, а, следовательно и пожарной техники.

Пожаровзрывозащиту можно разделить на наружную и внутреннюю. К наружной - относятся наружные водопроводные сети (до ввода в здание или сооружение), гидранты, пожарные колонки, передвижное (стационарное) техническое оборудование и вооружение. К внутренней пожаровзрывозащите относятся: внутренняя водопроводная сеть, стационарное оборудование и вооружение.

Противопожарное водоснабжение представляет собой комплекс мероприятий, обеспечивающих подачу воды для тушения пожаров [1].

В городах и населенных пунктах устраивают объединенные хозяйственно-противопожарные водопроводы. Из этих же водопроводов вода подается и на промышленные предприятия, если последние потребляют незначительное количество воды или по условиям технологического процесса производства требуется вода питьевого качества. При больших расходах воды промышленные предприятия могут иметь

самостоятельный водопровод, обеспечивающий их хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды.

Основные противопожарные требования сводятся к получению необходимых расходов воды под требуемым напором в течение расчетного времени тушения пожаров и взрывов при обеспечении достаточной степени надежности работы как систем водоснабжения в целом, так и отдельных водопроводных сооружений.

Наибольшее распространение в качестве огнетушащего вещества имеет вода. Это объясняется тем, что в настоящее время немыслимо существование города, промышленного предприятия или других объектов, в которых не было бы устроено системы водоснабжения.

Кроме того, вода отличается высокой эффективностью в качестве огнетушащего средства.

Следует также иметь в виду, что имеется ряд путей повышения коэффициента использования воды для целей тушения пожаров.

Можно еще более повысить эффективность воды, особенно для тушения плохо смачиваемых веществ, путем добавки смачивателей.

Необходимо отметить, что применение некоторых других огнетушащих средств не может происходить без воды. Так получение химической, воздушно-механической и в том числе высококрейной пены возможно только при использовании воды.

Вода является наиболее дешевым огнетушащим веществом по сравнению с другими средствами пожаротушения. Поэтому среди мероприятий по обеспечению пожарной безопасности населенных пунктов и промышленных предприятий противопожарное водоснабжение занимает одно из ведущих мест.

При этом необходимый для тушения пожара напор у ствола создается передвижными пожарными насосами, подающими воду по рукавам от гидранта к месту тушения пожара.

В системе противопожарного водопровода высокого давления вода к месту пожара подается по рукавам непосредственно из гидрантов, а необходимый для пожаротушения напор в сети и у стволов создается стационарными пожарными насосами, установленными в насосной станции.

В ходе работы были рассмотрены системы противопожарного водопровода высокого давления для пожаротушения текстильного комбината, произведена реконструкция наружного водопровода и системы водоснабжения. Гидравлический расчет водопроводной сети производился для двух режимов: в обычное время и при пожаре. Замена труб позволит пропустить необходимый расход воды при пожаре. Для укладки наружной сети текстильного комбината требуются чугунные трубы, позволяющие уменьшить строительные и эксплуатационные затраты.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.В. Тербнев, Н.С. Артемьев, Д.А. Корольченко. Промышленные здания и сооружения. Серия «Противопожарная защита и тушение пожаров». Книга 2. – М.: Пожнаука, 2006. – 412 с.

УДК 614.84+629.12

ПРОЦЕДУРА ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА СУДАХ

Демчук П.А.

Ивановская М.А., кандидат медицинских наук, доцент

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет

Аннотация. Проведен анализ процедуры тушения пожаров на судах. Определён алгоритм действия экипажа и капитана судна во время пожара. Проанализированы соответствующие документы о противопожарной безопасности на судах.

Ключевые слова: судоходство, пожарная безопасность, судовождение.

PROCEDURE FOR FIRE EXTINGUISHMENT ON SHIPS

Demchuk P.A.

Ivanovskaya M.A., PhD in Medical Sciences Associate Professor

Far Eastern State Technical Fisheries University

Abstract. The analysis of the fire extinguishment procedure on ships has been conducted. The (algorithm) of action for the crew and the ship's captain during a fire has been determined. The relevant documents on fire safety on ships have been analyzed.

Keywords: shipping, fire safety, ship navigation.

Судоходство всегда является зоной повышенной пожарной опасности, где возгорания на судах различных типов наносят серьёзный ущерб как оборудованию судна, так и людям. В зависимости от возникших повреждений в момент возникновения пожара на судне и характера перевозимого груза, например, нефти или пестицидов, которые попадая в водную акваторию, могут привести к экологической катастрофе. Поэтому необходим комплекс мер по противодействию пожаров на судах, а также мероприятия по профилактике пожарной безопасности [1].

Пожар на судне — это неконтролируемый процесс горения на борту судна, причиняющий вред экипажу и судовому оборудованию. Первичным поражающим фактором является сам процесс возгорания, вторичным — повреждение корпуса судна, аппаратуры, нагревом металлических переборок, задымлением помещений, а также причинение вреда жизни и здоровью членам экипажа. Ликвидация пожаров на море сопровождается трудностями в оценке обстановки, привлечением людей. Тушение проводится в условиях плотного задымления и недостаточного естественного освещения [1].

Порядок действий экипажа при возникновении пожара на судне: сначала, оповестить экипаж и объявить тревогу с указанным местом возгорания; провести локализацию путём создания рубежей обороны по борьбе с пожаром (РОП) с целью предотвращения распространения огня принципом рубежей, первый рубеж — закрытие герметичных переборок, палуб на близком расстоянии от очага, второй рубеж — изолирование помещений, непосредственно примыкающих к месту возгорания; затем, провести оценку обстановки и принятие дальнейших решений; затушить пожар различными средствами (вода, огнетушители, аэрозоль, жидкостные и порошковые составы, системой автоматического пожаротушения, если она была предусмотрена в конструкции судна); и последнее, ликвидировать дым и, если это произошло, скопившуюся воду. После тушения проконтролировать состояние помещений, проверить аппаратуру, двигателей, состояния корпуса судна, и восстановить работоспособность судна [2].

В Российской Федерации действует ГОСТ 27331-87 - «Пожарная техника. Классификация пожаров» (введённый в 1998 г.), который подразделяет пожары на 5 классов: А, В, С, D, Е [3]. Класс А — горение твердых веществ, сопровождаемое тлением (дерево, уголь). Тушение подобных материалов производится водой, водными растворами или пеной. Класс В — горение жидких веществ, нерастворимых в воде (бензин, эфир, нефть), а также сжижаемых твердых веществ. К этому классу веществ относятся нефть и жидкие нефтепродукты - тушатся пеной. Класс С — горение газообразных веществ — подавляются специальными газами и порошковыми огнетушителями. Класс D — горение металлов,

возгорания, связанные со щелочными и подобными металлами и их соединениями при их контакте с водой. Тушатся водой, пеной, порошковыми огнетушителями и специальными составами. Класс Е — горение объектов, находящихся под напряжением, применяются специальные огнетушащие вещества, не проводящие электричество [3,4].

Последовательность действий, методы пожаротушения, действия экипажа описаны в приказе Минтранса РФ от 24 декабря 2002 года №158 (ред. от 22 апреля 2003 года) «Об утверждении Правил пожарной безопасности на судах внутреннего водного транспорта Российской Федерации» [4]. Аспекты организации безопасности экипажа судна представлены во втором разделе – «Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на судне». Согласно пункту 11 вышеуказанного раздела за обеспечение подготовки экипажа того или иного судна к чрезвычайным ситуациям (в данном случае пожара) отвечает судовладелец (то есть физическое или юридическое лицо, отвечающее за эксплуатацию судна от своего имени). Судовладелец обязан проводить обучение экипажа судна мерам противопожарной безопасности, а также проводить учение в случае возникновения чрезвычайной ситуации. Но работники, не прошедшие подготовку, не могут быть допущены к работе на судне – что и упоминается в 17 пункте раздела [4]. Действия капитана описаны в пунктах 37, 38, 39. В нем разъясняется, что в случае пожара капитан принимает меры по спасению людей из аварийных помещений. В случае, если пожар произошёл на стоянке у порта, то капитан связывается с диспетчером с сообщением о пожаре или звонит напрямую в отделение пожарной части (брандвахта) для последующего вызова пожарного судна, если во время рейса, то капитан обязан уведомить орган государственного управления на внутреннем водном транспорте [4].

Таким образом, тушение пожаров на воде является объемным процессом принятых мер, где важна каждая секунда, так как под угрозой во время аварии стоит не только судно, но и жизни людей, находящихся на нём. Своевременное обеспечение средствами пожаротушения и регулярные учения помогут снизить риск чрезвычайных ситуаций, связанных с возгораниями на судах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тушения пожара на морских судах: организация пожарной безопасности, нормы и правила - Компания «Zfire» [Электронный ресурс] - URL: <https://zfire.ru/info/tusheniya-pozhara-na-morskikh-sudakh/> (дата обращения: 18.02.2026).
2. Тактика тушения судовых пожаров [Электронный ресурс] - URL: <https://studfile.net/preview/4235443/page:6/> (дата обращения: 18.02.2026).
3. ТЕМА Комплекс противопожарной защиты судов — Студопедия.Нет [Электронный ресурс] - URL: https://studopedia.net/2_25177_tema-kompleks-protivopozharnoy-zashchiti-sudov.html (дата обращения: 20.02.2026).
4. II. Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на судне Приказ Минтранса РФ от 24.12.2002 N 158 (ред. от 22.04.2003) Об утверждении Правил пожарной безопасности на судах внутреннего водного транспорта Российской Федерации (Зарегистрировано в Минюсте РФ 04.01.2003 N 4091) [Электронный ресурс] - URL: <https://sudact.ru/law/prikaz-mintransa-rf-ot-24122002-n-158/pravila-pozharnoi-bezopasnosti-na-sudakh/ii/> (дата обращения: 18.02.2026).

УДК 673.485.675

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Демьянов В.В., Рогальский Д.Я.

Человек значительно расширил свои возможности, когда научился использовать огонь в своей жизни. Это помогло ему стремительно развиваться и создавать комфортные условия своей жизни. Однако забывать о контроле данной стихии нельзя, так как вырвавшись из-под контроля огонь способен в считанные минуты уничтожить все, что человек создал и построил за долгие годы. Поэтому вопросы пожарной безопасности и предупреждение чрезвычайных ситуаций никогда не потеряют актуальности и относиться к данной проблематике нужно ответственно и внимательно, четко соблюдать все требования пожарной безопасности. Современные здания и сооружения построены с применением полимерных, синтетических материалов, и они оснащены промышленным, офисным оборудованием, предметами быта, мебели, которые при горении выделяют токсичные материалы, опасные для человека. В дыме пожара содержится более сотни химических соединений, оказывающих вред здоровью и жизни человека.

Всю свою историю человечество боролось с пожарами. Много веков их тушение осуществлялось в виде взаимопомощи. Заметив пожар у соседей, жители бежали со своим инвентарем на борьбу с огнем. Неорганизованная и необученная масса людей, а также отсутствие специальных средств приносили мало пользы.

В первые годы после образования Республики Беларусь и обретения ею независимости пожарная охрана страны имела структуру бывшего СССР и состояла из трех видов: военизированная пожарная охрана (ВПО МВД), профессиональная пожарная охрана, пожарная охрана министерств и ведомств в виде добровольных пожарных подразделений. Но в то же время реальные события требовали объединения всех усилий для борьбы со стихией.

19 января 1999 года Указом Президента Республики Беларусь № 35 было утверждено Положение о Министерстве по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. На основании этого документа на Министерство по чрезвычайным ситуациям возложены функции государственного управления в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, радиационной защиты населения, преодоления последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. С 2001 года день 19 января стал отмечаться как профессиональный праздник белорусских спасателей.

Документация при проектировании и строительстве любых зданий, строительных конструкций, сооружений обязательно содержит пожарные и технические решения, обеспечивающие, если произойдет пожар: нераспространение его на другие здания, безопасную эвакуацию людей, минимизацию воздействия на людей опасных факторов пожара, доступ спасателей в любое помещение здания для спасения людей и доставки средств для тушения пожара.

Планировка территории организации, промышленного объекта должна соответствовать нормативным документам по обеспечению пожарной безопасности. На этапе разработки генерального плана промышленного объекта уже отражаются условия предупреждения возникновения, распространения и в случае необходимости тушения пожаров: учитывается взаимное расположения зданий, соответствие противопожарных разрывов между зданиями, въездов, подъездов к зданиям, обеспеченность противопожарным снабжением воды.

Обеспечение пожарной безопасности объекта осуществляется:

1. Системой предотвращения пожара, которая представляет собой комплекс организационных и технических средств, направленных на устранение условий возникновения пожара;
2. Системой противопожарной защиты;
3. Организационно-техническими мероприятиями.

К техническим средствам обеспечения пожарной безопасности относятся огнестойкость зданий, конструкций, правильная планировка зданий, строительных конструкций, сооружений и всей территории промышленного объекта.

Уровень огнестойкости является основным параметром, который влияет на пожаробезопасность зданий и сооружений. Высокая степень огнестойкости объекта позволяет сохранять в условиях пожара несущие и ограждающие функции, сопротивляться распространению огня, что дает возможность людям безопасно покинуть здание с минимальным ущербом для своего здоровья.

Огнестойкость строительной конструкции определяется пределом огнестойкости и пределом распространения огня.

Любому зданию, сооружению присваивается степень огнестойкости в зависимости от материалов, из которых оно изготовлено (рисунок 1).

Степень огнестойкости	Конструктивные характеристики
I	Здания с несущими и ограждающими конструкциями из естественных или искусственных каменных материалов, бетона или железобетона с применением листовых и плитных негорючих материалов
II	То же. В покрытиях зданий допускается применять незащищенные стальные конструкции
III	Здания с несущими и ограждающими конструкциями из естественных или искусственных каменных материалов, бетона или железобетона. Для перекрытий допускается использование деревянных конструкций, защищенных штукатуркой или труднгорючими листовыми, а также плитными материалами. К элементам покрытий не предъявляются требования по пределам огнестойкости и пределам распространения огня, при этом элементы чердачного покрытия из древесины подвергаются огнезащитной обработке
IIIa	Здания преимущественно с каркасной конструктивной схемой. Элементы каркаса — из стальных незащищенных конструкций. Ограждающие конструкции — из стальных профилированных листов или других негорючих листовых материалов с труднгорючим утеплителем
IIIб	Здания преимущественно одноэтажные с каркасной конструктивной схемой. Элементы каркаса - из цельной или клееной древесины, подвергнутой огнезащитной обработке, обеспечивающей требуемый предел распространения огня. Ограждающие конструкции — из панелей или поэлементной сборки, выполненные с применением древесины или материалов на ее основе. Древесина и другие горючие материалы ограждающих конструкций должны быть подвергнуты огнезащитной обработке или защищены от воздействия огня и высоких температур таким образом, чтобы обеспечить требуемый предел распространения огня.
IV	Здания с несущими и ограждающими конструкциями из цельной или клееной древесины и других горючих или труднгорючих материалов, защищенных от воздействия огня и высоких температур штукатуркой или другими листовыми или плитными материалами. К элементам покрытий не предъявляются требования по пределам огнестойкости и пределам распространения огня, при этом элементы чердачного покрытия из древесины подвергаются огнезащитной обработке
IVa	Здания преимущественно одноэтажные с каркасной конструктивной схемой. Элементы каркаса — из стальных незащищенных конструкций. Ограждающие конструкции — из стальных профилированных листов или других негорючих материалов с горючим утеплителем.
V	Здания, к несущим и ограждающим конструкциям которых не предъявляются требования по пределам огнестойкости и пределам распространения огня

Рисунок 1. Степени огнестойкости зданий и сооружений

Для обеспечения безопасности и предотвращения несчастных случаев Министерство по чрезвычайным ситуациям рекомендует установить систему передачи извещений о чрезвычайных ситуациях «МОЛНИЯ». Устройство оконечное объектное (УОО) является элементом системы передачи извещений «Молния» (СПИ «Молния») и предназначено для приема и обработки сигналов о пожаре и неисправности пожарной автоматики, анализа полученной информации и последующей передачи сообщений на ПЦН по каналам связи GPRS в сети GSM. УОО устанавливается внутри охраняемого объекта и рассчитано на круглосуточный режим работы. Конструкция УОО не предусматривает его использование в условиях воздействия агрессивных сред, пыли, а также в пожароопасных помещениях.

Вопросы пожарной безопасности и предупреждение чрезвычайных ситуаций никогда не потеряют актуальности, поскольку огонь может в считанные минуты уничтожить все, что человек упорно создавал многие годы. Знание системы обеспечения пожарной безопасности на производстве, основных характеристик, параметров пожара, причин его возникновения, опасных факторов пожара, способов пожаротушения и эвакуации людей, поможет осознать важность этих вопросов и станет мотивирующим фактором ответственного, внимательно и четкого соблюдения всех требований пожарной безопасности для сохранения здоровья, снижения числа пострадавших на пожаре и минимизации материального ущерба.

FIRE SAFETY AND EMERGENCY PREVENTION

Demyanov V.V., Rohalski D.Y.

University of Civil Protection

Humanity has significantly expanded its capabilities by learning to use fire. This has helped it develop rapidly and create comfortable living conditions. However, one must not forget about controlling this element, as fire, once out of control, is capable of destroying everything a person has created and built over many years in a matter of minutes. Therefore, issues of fire safety and emergency prevention will never lose their relevance, and this problem must be approached responsibly and attentively, strictly complying with all fire safety requirements. Modern buildings and structures are constructed using polymeric, synthetic materials and are equipped with industrial, office equipment, household items, and furniture, which, when burned, release toxic materials dangerous to humans. Fire smoke contains more than a hundred chemical compounds harmful to human health and life.

Throughout its history, humanity has fought fires. For many centuries, firefighting was carried out as mutual aid. Upon noticing a fire at a neighbor's, residents would run with their tools to fight the flames. An unorganized and untrained mass of people, as well as the lack of special equipment, brought little benefit.

In the first years after the formation of the Republic of Belarus and its independence, the country's fire service had the structure of the former USSR and consisted of three types: the militarized fire service (MFS of the Ministry of Internal Affairs), the professional fire service, and the departmental fire service in the form of voluntary fire units. But at the same time, real events demanded the unification of all efforts to combat the element.

On January 19, 1999, by Decree of the President of the Republic of Belarus No. 35, the Regulations on the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus were approved. Based on this document, the Ministry of Emergency Situations was assigned the functions of state management in the field of prevention and response to emergencies, ensuring fire safety, radiation protection of the population, and overcoming the consequences of the Chernobyl nuclear power plant disaster. Since 2001, January 19 has been celebrated as the professional holiday of Belarusian rescuers.

Documentation for the design and construction of any buildings, building structures, and facilities must include fire and technical solutions that ensure, in the event of a fire: preventing its spread to other buildings, safe evacuation of people, minimizing the impact of dangerous fire factors on people, and rescuers' access to any room in the building for saving people and delivering fire extinguishing equipment.

The layout of an organization's territory or industrial facility must comply with regulatory documents on fire safety. At the stage of developing the master plan for an industrial facility, conditions for preventing the occurrence, spread, and, if necessary, extinguishing of fires are already taken into account: the mutual placement of buildings, compliance with fire breaks between buildings, entrances and approaches to buildings, and the availability of fire water supply are considered.

Ensuring the fire safety of a facility is carried out by:

1. A fire prevention system, which is a set of organizational and technical measures aimed at eliminating conditions for a fire to occur;
2. A fire protection system;
3. Organizational and technical measures.

Technical means of ensuring fire safety include the fire resistance of buildings and structures, proper layout of buildings, building structures, facilities, and the entire territory of an industrial facility.

The level of fire resistance is the main parameter affecting the fire safety of buildings and structures. A high degree of fire resistance of a facility allows it to retain load-bearing and enclosing functions under fire conditions, resist the spread of fire, which enables people to safely leave the building with minimal damage to their health.

The fire resistance of a building structure is determined by its fire resistance limit and flame spread limit.

Any building or structure is assigned a degree of fire resistance depending on the materials from which it is made (Fig. 1).

Degree of Fire Resistance	Structural Characteristics
1	Buildings with load-bearing and enclosing structures made of natural or artificial stone materials, concrete, or reinforced concrete, using sheet and slab non-combustible materials.
2	Same as I. In building roofs, the use of unprotected steel structures is allowed.
3	Buildings with load-bearing and enclosing structures made of natural or artificial stone materials, concrete, or reinforced concrete. For floors, the use of wooden structures protected by plaster or slow-burning sheet and slab materials is allowed. No requirements for fire resistance limits and flame spread limits are imposed on roof elements, provided that attic roof elements made of wood undergo fire-retardant treatment.
3a	Buildings primarily with a frame structural scheme. Frame elements are made of unprotected steel structures. Enclosing structures are made of steel profiled sheets or other non-combustible sheet materials with slow-burning insulation.
3b	Primarily single-story buildings with a frame structural scheme. Frame elements are made of solid or laminated wood that has undergone fire-retardant treatment to ensure the required flame spread limit. Enclosing structures are made of panels or full assembly, using wood or wood-based materials. Wood and other combustible materials of enclosing structures must undergo fire-retardant treatment or be protected from fire and high temperatures in such a way as to ensure the required flame spread limit.
4	Buildings with load-bearing and enclosing structures made of solid or laminated wood and other combustible or slow-burning materials, protected from fire and high temperatures by plaster or other sheet or slab materials. No requirements for fire resistance limits and flame spread limits are imposed on roof elements, provided that attic roof elements made of wood undergo fire-retardant treatment.
4a	Primarily single-story buildings with a frame structural scheme. Frame elements are made of unprotected steel structures. Enclosing structures are made of steel profiled sheets or other non-combustible materials with combustible insulation.
5	Buildings for which no requirements for fire resistance limits and flame spread limits are imposed on load-bearing and enclosing structures.

Fig. 1. Degrees of fire resistance of buildings and structures

To ensure safety and prevent accidents, the Ministry of Emergency Situations recommends installing the "MOLNIYA" emergency notification transmission system. The Object Terminal Device (OTD) is an element of the "Molniya" Notification Transmission System (NTS "Molniya") and is intended for receiving and processing fire and fire automation malfunction signals, analyzing

the received information, and subsequently transmitting messages to the Central Monitoring Station via GPRS communication channels in the GSM network. The OTD is installed inside the protected facility and is designed for round-the-clock operation. The design of the OTD does not allow its use under conditions of exposure to aggressive environments, dust, or in fire-hazardous premises.

Issues of fire safety and emergency prevention will never lose their relevance, as fire can destroy in minutes everything that a person has persistently created over many years. Knowledge of the fire safety system at production, the main characteristics and parameters of a fire, its causes, dangerous fire factors, methods of firefighting and evacuation of people, will help to realize the importance of these issues and become a motivating factor for the responsible, attentive, and strict observance of all fire safety requirements to preserve health, reduce the number of victims in a fire, and minimize material damage.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система передачи извещений о ЧС «Молния» [Электронный ресурс] // интернет портал.— Режим доступа: <https://minobl.mchs.gov.by/platnye-uslugi/sistema-molniya/?ysclid=mkflllej6fn827623306>. – дата доступа: 15.01.2026.
2. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций : учебное пособие / И.И. Суторьма, В.В. Загор, В.И. Жукалов. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 270 с.
3. Пожарная безопасность : учебное пособие / Е. Н. Каменская ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2022. - 132 с.
4. Бакаева, Т. Н. Безопасность жизнедеятельности. Часть 2. Безопасность в условиях производства: учебное пособие. Таганрог, 1997.

УДК 614.846.63

ОСТАТОЧНЫЙ РЕСУРС ПОЖАРНОГО АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО АВТОМОБИЛЯ

Казутин Е.Г., кандидат технических наук

Университет гражданской защиты

Аннотация. В целях обеспечения качества и оперативности обработки данных о состоянии имеющейся на вооружении МЧС Республики Беларусь техники, а также подготовки необходимой информации для принятия решений по обеспечению подразделений материальными и финансовыми средствами, планирования ремонтов и списания, дается оценка ее состояния с учетом величины остаточного ресурса.

Ключевые слова. пожарный аварийно-спасательный автомобиль, расход ресурса, остаточный ресурс, предельное состояние, пробег, время эксплуатации.

RESIDUAL RESOURCE OF A FIRE EMERGENCY RESCUE VEHICLE

Kazutin E.G., PhD in Technical Sciences

University of Civil Protection

Abstract. In order to ensure the quality and efficiency of processing data on the condition of equipment in service with the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus, as well as to prepare the necessary information for making decisions on providing units with material and

financial resources, planning repairs and decommissioning, the condition of equipment is assessed taking into account the residual resource.

Keywords. fire rescue vehicle, resource consumption, residual resource, limit condition, mileage, and operating time.

Оценка остаточного ресурса пожарного аварийно-спасательного автомобиля (ПАСА) является актуальной во время его эксплуатации и после проведения ремонтных работ. Зная остаточный ресурс, технический персонал и ремонтные службы могут корректировать интервалы диагностики машин при обслуживании, планировать ремонты, заменять большие ремонты мелкими и т. д. Кроме того, при оценке остаточного ресурса серьезное внимание должно уделяться оптимизации затрат на устранение отказов, вызванных простоем техники, т.е. сокращению эксплуатационных расходов [1–3]. Следует также отметить, что для оценки ресурса ПАЦ необходим подход, позволяющий спрогнозировать остаточный срок службы при минимуме имеющейся исходной информации [4, 5].

В статье [6] приведена методика оценки расхода ресурса ПАСА, учитывающая специфические особенности его практической эксплуатации, основывающаяся на учете факторов пробега и времени эксплуатации. Задачей работы является дальнейшее развитие подхода, обеспечивающего возможность без проведения разборки дифференцированно определять остаточный ресурс основных составных частей ПАСА, учитывая средневзвешенный расход их ресурсного потенциала.

В работе [6] предлагается использовать для определения расхода ресурса ПАСА расчетный метод, позволяющий судить об остаточном ресурсе автомобиля и его основных частей.

Расход ресурса K_p основных частей ПАСА определяется по выражению:

$$K_p = 1 - (1 - K_L)(1 - K_T), \quad (1)$$

где K_L – расход ресурса по пробегу в относительных единицах для любой из основных частей ПАСА либо расход ресурса по накоплению циклической усталости в относительных единицах; K_T – расход ресурса по возрасту в относительных единицах для любой из основных частей ПАСА либо расход ресурса по коррозионно-механическому износу в относительных единицах.

Зависимости для определения расхода ресурса основных частей ПАСА по пробегу и времени эксплуатации (K_L и K_T) приведены в работе [6].

Для определения остаточного ресурса можно использовать следующую последовательность действий [4, 5]:

1) через определенные периоды эксплуатации $t_1, t_2, \dots$ и т. д. определяется расчетным путем расход ресурса основных частей ПАСА по пробегу и времени эксплуатации;

2) производится аппроксимация временного ряда с целью выявления детерминированного закона изменения параметра во времени [5];

3) зависимость экстраполируется до предельно допустимой величины расхода ресурса [4].

Такой метод позволяет получить достаточно точные инженерные оценки остаточного ресурса как разницу между значением пробега/наработки в момент перехода в предельное состояние и их текущим значением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дубровин, В. И. Методы оценки остаточного ресурса изделий (обзор) / В. И. Дубровин, В. А. Клименко // Математичні машини і системи. – 2010. – № 4. – С. 162–168.
2. Nagy, J. Predictive maintenance and predictive repair of road vehicles—opportunities, limitations and practical applications / J. Nagy, I. Lakatos // Engineering Proceedings. – 2024. – DOI: 10.1007/s10010-020-00415-0.
3. Vietze, D. Method for a cloud based remaining-service-life-prediction for vehicle-gearboxes based on big-data-analysis and machine learning / D. Vietze, M. Hein, K. Stahl // Forsch Ingenieurwes. – 2020. – DOI: 10.3390/engproc2024079027.
4. Методические указания. Прогнозирование остаточного ресурса оборудования по изменению параметров его технического состояния при эксплуатации: РД 26.260.004-91. – М. : НИИХИММАШ, 1992. – 50 с.
5. Равин, А. А. Инженерные методы прогнозирования остаточного ресурса оборудования / А. А. Равин, О. В. Хруцкий // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2018. – № 1. – С. 33–47. – DOI: 10.24143/2073-1574-2018-1-33-47.
6. Методика оценки расхода ресурса пожарных автоцистерн / Е. Г. Казутин, А. В. Коваленко, А. М. Гоман, А. С. Скороходов // Механика машин, механизмов и материалов. – 2024. – № 3 (68). – С. 63–70.

УДК 629.735.33.052-52:614.8

ПРИМЕНЕНИЕ БЛА В МЧС

Камлюк Н.Д.

Тычинская А.С.

Белорусский государственный технологический университет

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные аспекты применения беспилотных летательных аппаратов в структуре МЧС для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Проанализированы основные задачи, выполняемые беспилотными авиационными системами, включая мониторинг ландшафтных пожаров, наводнений и проведение поисково-спасательных работ. Освещены преимущества использования БЛА для дистанционного обследования опасных зон без риска для жизни персонала.

Ключевые слова: Министерство по чрезвычайным ситуациям, беспилотные летательные аппараты, мониторинг, чрезвычайные ситуации, тепловизор, спасательные работы, дроны.

Министерство по чрезвычайным ситуациям (далее – МЧС) Республики Беларусь активно внедряет современные технологии в свою работу. Например, для поиска потерявшихся в природных экосистемах людей спасатели применяют в том числе и дроны. И с каждым годом количество людей, спасенных при помощи беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА), увеличивается.

С 2015 года в МЧС стали использовать беспилотники мультироторного типа. Это компактные дроны с вертикальным взлетом и посадкой, которые могут зависать над объектом и определять координаты точки интереса. Такие беспилотники оснащены визуальной и тепловизионной камерами, лазерным дальномером. При необходимости на

аппарат может быть установлено дополнительное оборудование: громкоговорящее устройство, прожектор или система сброса для доставки небольших грузов.

Одной из главных задач, где дроны незаменимы, остается поиск людей, потерявшихся в природной среде. Белорусские леса и болота представляют серьезную опасность для неосторожных грибников или туристов. Если раньше на прочесывание труднодоступных участков уходили дни, то сейчас беспилотник способен обследовать гектары за считанные минуты. Особенно эффективны дроны ночью, используя инфракрасные камеры, которые видят тепловой след человека под кронами деревьев.

Современные модели беспилотников могут находиться в воздухе до 50 минут в зависимости от погодных условий. Приезжая на поиск потерявшихся, работники МЧС разворачивают небольшой пункт с отдельным монитором, чтобы лучше видеть изображение местности, и станцией для зарядки аккумуляторов.

В этой работе спасатели взаимодействуют с Республиканским отрядом специального назначения «ЗУБР». Пока наземная группа прочесывает лес, оператор дрона ведет разведку с воздуха. В случае обнаружения пострадавшего его точные координаты мгновенно передаются спасателям на земле. Более того, современные технологии позволяют обрабатывать тысячи снимков местности с помощью искусственного интеллекта: алгоритм автоматически отбирает кадры, где может находиться человек, экономя драгоценные часы.

Для самих потерявшихся спасатели советуют выбирать открытые пространства, чтобы их было видно с воздуха, и всегда иметь при себе заряженный телефон для связи с оператором 112. Специалисты МЧС также предупреждают и о правонарушениях: на семинарах по применению БЛА обязательно рассматриваются вопросы административной и уголовной ответственности за противоправное использование беспилотников.

Беспилотники стали главным оружием МЧС в борьбе пожарами. Тепловизор дрона легко определяет границы горения, что позволяет спасателям точно проливать очаги, а не заливать воду вслепую на огромные площади.

Весной и летом дроны ведут мониторинг паводковой ситуации, прогнозируя развитие стихии и помогая вовремя предупредить население. А в разгар купального сезона спасатели поднимают квадрокоптеры над водоемами. Беспилотники пролетают как над разрешенными пляжами, так и над местами стихийного отдыха. С помощью громкоговорителей операторы призывают нарушителей соблюдать правила безопасности, а собранная информация передается в подразделения МЧС и ОСВОД для оперативного реагирования.

Технологии продолжают совершенствоваться: расширяется сотрудничество с производителями, внедряются гибридные модели с увеличенной дальностью полета, а искусственный интеллект помогает обрабатывать массивы данных. Очевидно, что развитие беспилотных комплексов останется одним из приоритетных направлений для Министерства по чрезвычайным ситуациям, ведь каждый поднятый в небо дрон — это шанс быстрее прийти на помощь и предотвратить беду.

УДК 614.843.2

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДАЧИ И ОЧИСТКИ ПОЖАРНОГО ШЛАНГА

Ковалев К.П., Кукалевич Д.В.

Смиловенко О.О., кандидат технических наук, доцент
Мартыненко Т.М., кандидат физико-математических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. Данное техническое решение представляет собой автоматизированное устройство для механизированной подачи и многоступенчатой очистки пожарных шлангов от загрязнений и химически активных веществ, обеспечивающее за счет синхронизации работы вращающейся катушки и каретки с щеточными и губчатыми модулями качественную повитковую укладку и существенное повышение долговечности оборудования.

Ключевые слова: пожарный рукав, механизированная очистка, автоматическая укладка.

DEVICE FOR FEEDING AND CLEANING A FIRE HOSE

Kovalev K.P., Kukalevich D.V.

Smilovenko O.O., PhD in Technical Science, Associate Professor
Martynenko T.M., PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. This technical solution represents an automated device for mechanized feeding and multi-stage cleaning of fire hoses from contaminants and chemically active substances, ensuring, through the synchronization of the rotating reel and the carriage with brush and sponge modules, high-quality coil laying and a significant increase in equipment longevity.

Keywords: fire hose, mechanized cleaning, automatic laying.

Современные требования к боеготовности пожарно-спасательных подразделений диктуют необходимость автоматизации процессов обслуживания специального снаряжения, среди которого наиболее массовым и уязвимым элементом являются напорные пожарные рукава. В процессе эксплуатации на шланги воздействуют агрессивные химические вещества, продукты термического разложения и абразивы, которые при несвоевременной очистке приводят к ускоренному старению и износу материала. Ручная укладка и мойка шлангов после завершения работ по тушению пожара занимают от 30 до 40 минут, что значительно превышает время самого пожаротушения и создает дополнительную физическую нагрузку на личный состав.

Предлагаемое устройство для подачи и очистки пожарного шланга направлено на решение задачи повышения надежности и долговечности оборудования за счет синхронизации процессов механизированной намотки и многоступенчатой санитарной обработки. [1] Конструкция устройства включает в себя вращающуюся катушку, установленную в корпусе, и направляющее устройство с подвижной кареткой, которая обеспечивает плотную повитковую укладку шланга без перехлестов и чрезмерного растяжения. Приводной механизм агрегата отличается высокой степенью интеграции и содержит цепную передачу, реверсивное устройство, редуктор и тяговые тросовые элементы, что позволяет согласовать скорость вращения катушки со скоростью перемещения каретки. Ключевой инновацией является оснащение каретки модулями предварительной и финишной очистки, выполненными в виде разъемных колец для удобства заправки шланга. Модуль предварительной очистки снабжен щеткой, установленной на внутренней поверхности по винтовой линии, и отверстием для подвода воды, что позволяет эффективно удалять грязь под давлением в процессе движения шланга через каретку.

Дальнейшая обработка происходит в модуле для мытья, где на внутренней поверхности размещен губчатый материал, обеспечивающий мягкую очистку и предварительное осушение поверхности рукава. Конструкция данного модуля предполагает наличие двух последовательно установленных вкладышей из губчатого материала со сквозным пазом между ними, что гарантирует равномерное прилегание очищающих элементов к поверхности шланга любого диаметра. Принцип работы устройства основан на прохождении загрязненного шланга через систему направляющих роликов в модули

очистки, где он сначала подвергается воздействию жестких щеток и водяной струи, а затем протирается губчатыми элементами непосредственно перед намоткой на барабан. Это позволяет укладывать на катушку уже чистый и сухой шланг, что исключает возникновение плесени и коррозии армирующих слоев. Важным преимуществом является наличие реверсивного механизма, который позволяет использовать устройство как для смотки, так и для разворачивания шланга при подготовке к работе. Внедрение устройства обеспечивает существенную экономию времени, увеличивает срок эксплуатации дорогостоящего пожарного имущества и повышает общую культуру эксплуатации аварийно-спасательного оборудования в подразделениях. Таким образом, представленное техническое решение является комплексным ответом на вызовы современной службы пожаротушения, сочетая в себе простоту механики с высокой эффективностью технологических операций по уходу за материальной базой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Устройство для подачи и очистки пожарного шланга : патент 7744 Республика Беларусь : МПК А 62С 33/02 (2006.01), В 65Н 27/00 (2006.01) / Н. Н. Зорьков, О. О. Смиловенко, С. А. Лосик ; заявитель Государственное научное учреждение «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси», Государственное учреждение образования «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь. – № и 20110048 ; заявл. 25.01.2011 ; опубл. 30.12.2011.

УДК 614.8:358.4

ВОЕННО-ТРАНСПОРТНАЯ АВИАЦИЯ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ МЧС РОССИИ

*Козлов В.И., кандидат военных наук, профессор
Ершов В.И., Павлов Е.В.*

Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» МЧС России

Аннотация. Статья посвящена исследованию применения транспортной авиации Воздушно-космических сил России в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: военно-транспортная авиация, землетрясение в Армении, наводнение в Индонезии, тушение лесных пожаров, гуманитарная помощь.

MILITARY TRANSPORT AVIATION IN SOLVING THE TASKS OF THE RUSSIAN MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS

*Kozlov V.I., PhD in Military Sciences, Professor
Ershov V.I., Pavlov E.V.*

All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Abstract. This article explores the use of transport aviation by the Russian Aerospace Forces in the aftermath of emergencies.

Keywords: military transport aviation, earthquake in Armenia, flood in Indonesia, forest firefighting, and humanitarian aid.

Наряду с авиацией МЧС России Военно-транспортная авиация (ВТА) Воздушно-космических сил России принимает активное участие в ликвидации последствий ЧС.

Участвуя в ликвидации последствий землетрясений, наводнений, техногенных аварий и катастроф, гуманитарных катастроф и крупных террористических актов ВТА решает следующие задачи:

- доставка в районы чрезвычайных ситуаций специальной техники и грузов;
- доставка в районы чрезвычайных ситуаций оборудования полевых госпиталей и медицинского имущества;
- доставка в районы чрезвычайных ситуаций гуманитарных грузов;
- эвакуация из районов чрезвычайных ситуаций пострадавших;
- тушение с воздуха лесных и других пожаров.

В сентябре—октябре 1948 г. около 100 экипажей ВТА выполняли правительственное задание по оказанию помощи населению города Ашхабада, пострадавшего от землетрясения [1]. Апрель 1966 г. сильное землетрясение в Ташкенте. Экипажи 3 гв. втад, находясь в воздухе по 13-14 часов в сутки, доставляли срочные грузы для населения города.

1970 г. землетрясение в Перу. Оказание гуманитарной помощи. Один из сложнейших за всю историю ВТА групповых перелетов. Протяженность трассы только в одну сторону составила более 17000 км, две трети из которых проходили над океаном. 9 экипажей Ан-12 3 гв. втад и 5 экипажей Ан-22 12 втад. В период с 9 июля по 7 августа экипажами ВТА было выполнено 17 рейсов и доставлено оборудование полевого госпиталя, медицинское имущество, звено вертолетов Ми-8 и другие грузы общим весом свыше 350 т. Погиб экипаж Ан-22.

Декабрь 1970 г. — катастрофическое наводнение в Восточном Пакистане (Бангладеш). Погиб экипаж Ан-22.

1975 г. — ликвидация последствий многолетней засухи в Сомали. Доставка гуманитарных грузов и перевозка людей экипажами Ан-12.

Апрель 1986 г. — катастрофа на Чернобыльской АЭС. Выполнение специальных рейсов в аварийную зону.

7 декабря 1988 г. — сильнейшее землетрясение в Армении. ВТА участвовала почти всем составом, более 360 самолётов (312 Ил-76, 40 Ан-22 и 9 Ан-124). Было выполнено около 1660 рейсов, перевезено туда и обратно 48 900 человек, более 1820 экскаваторов, тракторов, бульдозеров, специальных автомашин, электростанций и другой техники и материальных средств общим весом 48 000 т. Погиб экипаж Ил-76.

Октябрь 1994 г. — землетрясение на Курилах. Выполнено 38 самолёто-рейсов, в том числе 22 рейса Ил-76 и 16 рейсов Ан-12, перевезено 830 человек и 466 т различных грузов.

Май 1995 г. — землетрясение на о. Сахалин (Нефтеюганск). Выполнено 5 самолёто-рейсов Ил-76. Перевезено 527 человек и 146 т различных грузов.

Январь 2005 г. — землетрясение (цунами) в Индонезии. 6 Ил-76 перевезли военный госпиталь и персонал Уральского военного округа.

В 2008 году экипажи самолётов Ил-76 доставляли гуманитарные грузы и мобильный госпиталь Минобороны России в Китайскую Народную Республику в район стихийного бедствия, пострадавшего от крупнейшего в стране землетрясения.

Участие ВТА в тушении пожаров.

Начиная с 2012 г. в полки ВТА поступили выливные авиационные приборы (ВАП-2) в количестве 10 шт. В каждом полку содержится по 2 ВАП-2. На каждый самолёт подготовлено и содержится по 3 экипажа имеющие допуск «на слив огнегасящей жидкости».

С 01 по 25 августа 2019 г. — лесные пожары в Красноярском крае и военный арсенал под г. Ачинск. Участвовали в тушении пожаров 10 Ил-76, выполнено более 500 вылетов на тушение лесных пожаров и пожара на складе вооружения [2].

2021—2024 гг. — тушение лесных пожаров в районах Братска, Мирного, Мулино, Оренбурга, Твери, Ульяновска, Рязани, Иваново, Кургана, Екатеринбурга, Ульяновска, Улан-Удэ, Самары. Участвовало 57 Ил-76, выполнено 368 сливов.

Август 2021 г. — тушение лесных пожаров в Турции (Анталья — 2 Ил-76, 61 слив, Измир — 2 Ил-76, 79 сливов), в Греции (Афины — 2 Ил-76, 10 сливов).

Участие ВТА в доставке гуманитарных грузов в районы пандемии COVID-19.

04 февраля 2020 г. 2 экипажа Ил-76 — эвакуация российских граждан и граждан стран СНГ из Китайского Уханя, более 130 чел.

23 марта 2020 г. на авиабазу Практика-ли-Маре (Италия) выполнено 14 самолёто-рейсов Ил-76 доставили медицинское оборудование и специалистов для оказания помощи в борьбе с COVID-19.

01 апреля 2020 г. из России самолётом Ан-124 одинарным экипажем на аэр. им. Джона Кеннеди (Нью-Йорк) доставлено медицинское оборудование (в т.ч. аппараты ИВЛ).

03 апреля 2020 г. на авиабазу Батайница (Сербия) 10 самолётами Ил-76 выполнено 19 самолёто-рейсов по доставке медицинского оборудования и специалистов, а также подразделений РХБЗ для оказания помощи в борьбе с COVID-19.

Роль ВТА не ограничивается её применением исключительно в военных целях.

Специфические особенности объединения определяют возможности практического применения ВТА и в мирное время при ликвидации различных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

С привлечением ВТА к решению задач ликвидации различных чрезвычайных ситуаций значительно повышается эффективность и качество выполнения этих задач!

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефанов В.В., Пучкин В.Я. Военно-транспортная авиация. Военно-исторический очерк. – М.: Арсенал-Пресс, 1977. – с. 101-108.

2. Команда — огонь: военная авиация поможет тушить лесные пожары.
<https://iz.ru/1019828/anton-lavrov-roman-kretcul/komanda-ogon-voennaia-aviatciia-pomozhet-tushit-lesnye-pozhary> (дата обращения: 25.12.2025).

УДК 614.838

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Коксин Р.В.

Наумкина И.В.

Белорусский государственный технологический университет

Аннотация. Статья посвящена актуальным вопросам оптимизации системы материально-технического обеспечения (далее – МТО) в ходе ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) природного и техногенного характера. Рассматривается создание современных условий для хранения материальных резервов.

Ключевые слова: материально-техническое обеспечение, ЧС, оптимизация, ликвидация, материальные ресурсы, резервы, спасательные работы.

Современные чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера требуют от Министерства по чрезвычайным ситуациям (далее – МЧС) Республики Беларусь высокой мобильности и эффективности системы снабжения. Опыт ликвидации крупномасштабных ЧС показывает, что успех спасательной операции напрямую зависит от своевременного обеспечения подразделений техникой, горючим, средствами защиты и предметами жизнеобеспечения. В этом отношении задачи МЧС полностью совпадают с задачами военных структур, где система материально-технического обеспечения отлажена десятилетиями.

Актуальность темы подтверждается масштабными законодательными изменениями 2024-2025 годов, которые принципиально меняют статус МЧС и подходы к его финансированию и снабжению.

Ключевым событием последнего времени стало принятие Закона Республики Беларусь от 16 октября 2025 года № 99-З «Об изменении законов по вопросам деятельности органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям». Данный документ вносит принципиальные изменения в правовое положение министерства.

Во-первых, закон официально относит органы и подразделения МЧС к военизированным организациям. Это не просто формальность – такой статус предполагает особый порядок снабжения, учета материальных средств и организации службы. Работники МЧС наделяются правом применения специальных средств и осуществления личного досмотра по правилам, установленным для военизированной охраны.

Во-вторых, закон исключает финансирование МЧС из областных бюджетов и бюджета города Минска. С 1 января 2026 года все обеспечение министерства переводится на республиканский бюджет. Это решение полностью соответствует армейскому принципу централизации, когда финансовые потоки управляются из единого центра, что исключает региональные диспропорции и позволяет оперативно перебрасывать средства на наиболее проблемные участки.

Параллельно совершенствуется законодательство о государственных резервах. Согласно Статье 8 Закона «О государственном и мобилизационном материальных резервах» (№ 314-З), именно МЧС реализует государственную политику в области госрезервов, выполняет контрольные функции и координирует деятельность иных органов по этим вопросам. Непосредственное руководство возложено на Департамент по материальным резервам МЧС, который создает государственный резерв, обеспечивает его сохранность, организует учет, освежение и накопление материальных ценностей.

Важнейшим направлением оптимизации МТО является унификация требований к технике и оборудованию, поступающим в МЧС. С 1 июня 2023 года введен в действие Технический регламент Евразийского экономического союза 050/2021 «О безопасности продукции, предназначенной для гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций».

Данный документ устанавливает единые обязательные требования для производителей всех государств-членов ЕАЭС: Беларуси, России, Казахстана, Армении и Киргизии. Ранее каждое государство могло применять собственные технические условия, что затрудняло взаимные поставки и не всегда гарантировало качество. Теперь вся продукция ГО и ЧС подлежит обязательной сертификации по четырем основным категориям:

- технические средства защитных сооружений;
- технические средства управления, связи и оповещения;
- технические средства мониторинга чрезвычайных ситуаций;
- аварийно-спасательные средства.

Для Беларуси, которая активно участвует в союзных программах с Россией по созданию единой системы реагирования на ЧС, это особенно важно. Единые стандарты исключают выпуск некачественной продукции по собственным ТУ, повышают надежность техники, поступающей в МЧС, и упрощают процедуры закупок. Экономический эффект достигается за счет укрупнения партий закупаемой техники и унификации запчастей и расходных материалов.

Практическим воплощением новых подходов к МТО стала Государственная программа «Инфраструктура безопасности населения» на 2026-2030 годы, утвержденная Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 16 декабря 2025 года № 730. Программа предусматривает финансирование в объеме 452,02 миллиона рублей. Средства распределены по нескольким подпрограммам, ключевой из которых является подпрограмма «Развитие спасательной инфраструктуры». Она включает строительство и реконструкцию

зданий и сооружений МЧС, предназначенных для хранения и обслуживания пожарной и аварийно-спасательной техники.

По сути, речь идет о создании производственно-технических центров по армейскому образцу – мест, где техника не только хранится, но и проходит полный цикл технического обслуживания и ремонта. Внедрение единых стандартов ремонта позволяет унифицировать требования к запчастям и расходным материалам, что снижает затраты и сокращает время простоя техники.

Кроме того, программой предусмотрено создание современных условий для хранения материальных резервов. Это напрямую связано с выполнением МЧС функций по управлению госрезервом – запасы должны храниться в надлежащих условиях, своевременно заменяться новыми и быть готовыми к немедленной выдаче при возникновении ЧС или в особый период (военное положение, чрезвычайное положение).

Централизация управления и переход на республиканский бюджет дают конкретные экономические результаты. Во-первых, повышается эффективность использования денежных средств за счет исключения дублирования закупок на местах. Во-вторых, появляется возможность оперативно перераспределять ресурсы между регионами в зависимости от текущей обстановки. В-третьих, снижается нагрузка на местные бюджеты, которые ранее вынуждены были изыскивать средства на содержание подразделений МЧС.

Важным элементом оптимизации становится работа с мобилизационными резервами. МЧС участвует в разработке планов накопления материальных ценностей и контролирует их выполнение. При этом законодательство (Закон № 8-З от 6 января 2009 г.) четко определяет порядок использования запасов госрезерва – они могут применяться не только при ЧС мирного времени, но и в особых периодах, включая военное положение.

Отдельно стоит отметить, что работники МЧС получили право применения специальных средств по правилам для военизированной охраны. Это не только повышает их правовую защищенность, но и требует соответствующего материально-технического обеспечения – снабжения спецсредствами, средствами индивидуальной защиты, специальной экипировкой по единым нормативам, приближенным к военным.

Подводя итоги, можно выделить три ключевых направления оптимизации системы материально-технического обеспечения МЧС Республики Беларусь.

Первое – законодательное закрепление статуса МЧС как военизированной организации и перевод финансирования на республиканский бюджет.

Второе – интеграция в рамках Евразийского экономического союза и внедрение единого Технического регламента ТР ЕАЭС 050/2021. Это гарантирует качество поступающей техники и оборудования.

Третье – программно-целевое финансирование развития инфраструктуры. Государственная программа «Инфраструктура безопасности населения» на 2026-2030 годы закладывает основу для создания современных производственно-технических центров и модернизации фондов хранения материальных резервов.

Внедрение военных стандартов и централизация системы МТО позволяют МЧС Беларуси оперативно и экономически эффективно решать задачи ликвидации чрезвычайных ситуаций.

УДК 614.81:629.7-519

ВОЛНОРЕЗ

Колесникович М.Н.

Смиловенко О.О., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. Спасение на воде и под водой с помощью автоматизированного дрона, способного быстро доставлять спасательные средства пострадавшему. Это существенно облегчит работа спасателям, так как устройством можно управлять дистанционно при помощи джойстика.

Ключевые слова: спасение на воде, автоматизированное и эффективно спасение, безопасность.

VOLNOREZ

Kolesnikovich M.N.

Smilovenko O.O., PhD in Technical Science, Associate Professor

University of Civil Protectional

Abstract. Water and underwater rescue using an automated drone capable of quickly delivering life-saving equipment to a victim. This will significantly facilitate rescuers' work, as the device can be controlled remotely using a joystick.

Keywords: water rescue, automated and efficient rescue, safety.

В условиях роста числа несчастных случаев на водных объектах и недостаточной эффективности традиционных спасательных служб, автоматизированные системы, такие как дроны-спасатели, приобретают особую актуальность. За последние годы в Беларуси наблюдается тенденция к повышению температуры воздуха и воды — летом температура воды часто достигает 22-25°C и выше. Это способствует увеличению числа людей, которые идут купаться в опасных местах, а также увеличивает риск возникновения чрезвычайных ситуаций на воде. Согласно данным МЧС Республики Беларусь, за последние пять лет ежегодно регистрируется в среднем около 30-40 случаев гибели людей на водоемах — реках, озерах, прудах. В 2023 году только за первые пять месяцев было зафиксировано более 15 смертельных случаев. Основные причины гибели — попытки самостоятельного купания в опасных местах, отсутствие своевременной помощи и ограниченность спасательных ресурсов в удаленных и труднодоступных районах. Часто трагедии происходят за пределами зоны досягаемости традиционных спасательных служб, что значительно увеличивает риск гибели пострадавших.

Традиционные средства спасения на воде остаются неотъемлемой и фундаментальной частью системы безопасности. Их простота, доступность и надежность делают их незаменимыми для повседневного использования и в качестве первой линии обороны. Однако их ограничения, особенно в скорости реагирования, радиусе действия и способности работать в сложных условиях, подчеркивают необходимость интеграции с более современными, технологически продвинутыми решениями, такими как роботизированные системы и дроны. Эти новые технологии призваны не обесценить традиционные методы, а дополнить их, расширив возможности спасательных служб и снизив риски для спасателей, обеспечивая более быструю и эффективную помощь в самых сложных ситуациях. Таким образом, оптимальная стратегия спасения на воде подразумевает гармоничное сочетание проверенных временем традиций и инновационных достижений.

Эта ситуация подчеркивает необходимость внедрения новых технологий, способных повысить эффективность спасательных операций. В частности, автоматизированные дроны, способные быстро доставлять спасательные средства, такие как надувной круг, могут стать ключевым элементом в предотвращении гибели людей на воде. Использование таких

беспилотных систем позволит существенно снизить время реагирования, повысить охват удаленных и труднодоступных районов и, как следствие, спасти больше жизней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аварийно-спасательная техника и оборудование : учебник / под общ. ред. И. И. Полегайко. – Минск : Университет гражданской защиты МЧС Беларуси, 2021. – 416 с.

2. Вопросы Белорусского республиканского общества спасания на водах : Указ Президента Республики Беларусь от 29 июня 2004 г. № 302. – Текст : электронный // Национальный правовой Интернет-портал <https://pravo.by/document>

УДК 614.81:629.7-519

ВОЛНОРЕЗ

Колесникович М.Н.

Смиловенко О.О., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. Спасение на воде и под водой с помощью автоматизированного дрона, способного быстро доставлять спасательные средства пострадавшему. Это существенно облегчит работа спасателям, так как устройством можно управлять дистанционно при помощи джойстика.

Ключевые слова: спасение на воде, автоматизированное и эффективно спасение, безопасность.

VOLNOREZ

Kolesnikovich M.N.

Smilovenko O.O., PhD in Engineering, Associate Professor

University of Civil Protectional

Abstract. Water and underwater rescue using an automated drone capable of quickly delivering life-saving equipment to a victim. This will significantly facilitate rescuers' work, as the device can be controlled remotely using a joystick.

Keywords: water rescue, automated and efficient rescue, safety.

Целью этой работы является разработка и обоснование использования инновационного дрона-спасателя, который сможет значительно повысить безопасность людей на водных объектах, особенно в условиях Беларуси. В современном мире, где ситуация на воде становится все более опасной из-за роста числа происшествий, особенно в летний период, важно искать новые пути и технологии для спасения человеческих жизней. Поэтому перед нами стоит задача создать такой беспилотный аппарат, который сможет быстро реагировать на чрезвычайные ситуации, добираться до пострадавших в кратчайшие сроки и оказывать им необходимую помощь.

Сам аппарат выполнен из водонепроницаемых и легких материалов, что обеспечивает его устойчивость к воздействию воды и погодных условий. Компактный и

аэродинамический дизайн способствует быстрому движению и маневрированию в сложных условиях. Дрон управляется дистанционно через пульт управления, что позволяет оператору сохранять полный контроль над ситуацией. Встроенные видеокамеры и датчики позволяют оператору видеть ситуацию в реальном времени. Особенностью данного дрона является возможность погружаться и плавать под водой. Это позволит искать человека в труднодоступных местах. В случае обнаружении пострадавшего «Волнорез» способен подплыть максимально близко и подготовить спасательный круг. По команде оператора начинается надувка спасательного круга. Это обеспечит его поддержку и безоавность до прибытия спасателей или до самостоятельного выхода на берег.

В современном мире спасательные службы все чаще используют беспилотные летательные аппараты для поиска и спасения людей на воде. Эти устройства помогают значительно ускорить процесс поиска и повысить безопасность спасателей. Однако, несмотря на развитие технологий, большинство существующих дронов — это обычные летающие аппараты, которые имеют свои ограничения. Поэтому создание нашего нового дрона — это важный шаг вперед в повышении эффективности и безопасности спасательных операций.

Одним из главных недостатков обычных летающих дронов является их высокая чувствительность к погодным условиям. Ветер и течения — это основные факторы, которые мешают их работе. Когда на воде начинаются сильные ветры или шторм, управление обычным дроном становится очень сложным. Ветер сдувает его с курса или даже сбрасывает с высоты, что делает невозможным точное выполнение поисковых задач.

Предлагаемое устройство спроектировано специально для работы в экстремальных условиях. Он оснащен системами стабилизации, которые позволяют ему удерживаться на месте даже при сильных ветрах. Имеется плавающий корпус или специальные плавучие элементы, что делает его устойчивым в воде и предотвращает его утопление. Благодаря этим возможностям, наш «Волнорез» сможет продолжать работу даже в условиях, когда обычные дроны полностью теряют свою эффективность. Аппарат сможет оставаться на месте, фиксировать ситуацию и отправлять точные координаты спасателям, что очень важно для быстрого и точного поиска пострадавших. «Волнорез» отличается более высокой продолжительностью работы за счет использования мощных батарей и возможности перезарядки прямо на месте. Это особенно важно, потому что спасательные операции зачастую требуют длительного времени. Стандартные летающие дроны работают всего 20-40 минут, а наш — сможет работать гораздо дольше, что даст возможность более полно охватить площадь поиска и повысить шансы на спасение.

В итоге, наш дрон — это не просто технологическое новшество, а надежный помощник, который значительно повышает эффективность и безопасность спасательных операций, сохраняя жизни и делая их более защищенными в самых тяжелых условиях. Эта работа преследует задачу снизить число трагедий на воде в Беларуси. Внедрение такого дрона поможет не только спасателям, но и простым гражданам, которые смогут быстрее и эффективнее получать помощь в критических ситуациях. Именно поэтому разработка и внедрение системы автоматизированного спасения — это важный шаг к сохранению человеческих жизней и развитию безопасной среды отдыха у водоемов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аварийно-спасательная техника и оборудование : учебник / под общ. ред. И. И. Полегайко. – Минск : Университет гражданской защиты МЧС Беларуси, 2021. – 416 с.
2. Вопросы Белорусского республиканского общества спасания на водах : Указ Президента Республики Беларусь от 29 июня 2004 г. № 302. – Текст : электронный // Национальный правовой Интернет-портал <https://pravo.by/document>

ЦЕПНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОХОДИМОСТИ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Конон И.Е., Гончаров А.А.

Смиловенко О.О., кандидат технических наук, доцент
Мартыненко Т.М., кандидат физико-математических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. Применение цепных устройств на пожарных автомобилях является эффективным способом повышения их проходимости в условиях сложного рельефа, снежного покрова и бездорожья. Данные устройства позволяют обеспечить своевременное прибытие пожарно-спасательных подразделений к месту чрезвычайной ситуации, снизить риск потери управляемости и повысить надёжность эксплуатации техники в неблагоприятных дорожных условиях.

Ключевые слова: цепное устройство, цепи противоскольжения, пожарный автомобиль, проходимость, аварийно-спасательные работы, зимние условия, бездорожье, колёсные цепи, пожарно-спасательная техника.

CHAIN DEVICE FOR IMPROVING THE OFF-ROAD PERFORMANCE OF FIRE TRUCKS

Konan I.E., Goncharov A.A.

Smilovenko O.O., PhD in Technical Sciences, Associate Professor
Martinenko T.M., PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The use of chain devices on fire trucks is an effective way to increase their cross-country ability in difficult terrain, snow cover, and off-road conditions. These devices allow for the timely arrival of fire and rescue units at the scene of an emergency, reduce the risk of loss of control, and increase the reliability of vehicle operation in adverse road conditions.

Keywords: chain device, anti-skid chains, fire truck, cross-country ability, emergency rescue operations, winter conditions, off-road conditions, wheel chains, fire and rescue equipment.

Оперативность прибытия пожарно-спасательных подразделений к месту чрезвычайной ситуации является одним из ключевых факторов, определяющих эффективность ликвидации последствий пожаров. Однако в условиях зимней эксплуатации, обильных осадков, гололедицы и труднодоступных территорий пожарные автомобили существенно снижают свою проходимость, что критически влияет на оперативность реагирования. В этих условиях применение цепей противоскольжения (цепных устройств) позволяет значительно повысить проходимость пожарных автомобилей без кардинального изменения их конструкции.

Цепные устройства являются одними из наиболее эффективных способов для преодоления обледеневших, грязевых или заснеженных участков. Шинные протекторы на снегу или в грязи быстро забиваются, образуя на шине гладкий ровный слой, который препятствует дальнейшему движению и ведет к заносам и пробуксовке. Цепи устанавливаются на шины ведущих осей автомобиля, образуя вокруг них выступы –

грунтозацепы, которые, в отличие от протектора, не забиваются снегом, тем самым восстанавливая проходимость автомобилей [1].

Суть предлагаемого цепного устройства состоит в том, что оно механически увеличивает сцепление ведущих колёс с дорогой благодаря металлическим звеньям, которые подкладываются под колеса. Конструкция предусматривает дистанционное управление — водитель может активировать систему нажатием кнопки из кабины. После преодоления трудного участка устройство отключается, и движение продолжается на обычном протекторе. Иными словами, при необходимости на колёса автоматически «устанавливаются» цепи (грунтозацепы), а затем «убираются» без участия человека и без остановки ПАСА.

Применение цепных устройств в системе технического оснащения пожарных автомобилей обеспечивает ряд ключевых преимуществ. Во-первых, устройство не требует модернизации трансмиссии или ходовой части. Во-вторых, компактность и малая масса цепей позволяют возить их на автомобиле без ущерба для полезной нагрузки. В-третьих, многократное использование и простота технического обслуживания обеспечивают низкую совокупную стоимость эксплуатации. Это выгодно отличает цепное устройство от альтернативных решений — шипованных шин и полноприводных трансмиссий, требующих значительных капитальных затрат.

Таким образом, цепные устройства для повышения проходимости представляют собой доступное и эффективное техническое решение, способствующее повышению оперативности и надёжности работы пожарно-спасательных подразделений в сложных дорожных условиях. Их планомерное внедрение в систему МЧС Беларуси позволит снизить риск срыва выезда по причине неудовлетворительного состояния дорог.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смиловенко, О. О. Факторы, влияющие на проходимость пожарной аварийно-спасательной техники / Университет гражданской защиты МЧС Беларуси [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ucp.by>. — Дата доступа: 26.02.2025.

УДК 614.842.4:621.391

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТЕРМИЧЕСКИХ РИСКОВ В СТРУКТУРЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СИЗ СПАСАТЕЛЯ-ПОЖАРНОГО «RESCUEHAND»

Коробочка Д.Н.

Пивоваров А.В.

Университет гражданской защиты

Аннотация. В статье рассматривается архитектура, схемотехнические решения и математические алгоритмы работы подсистемы термического мониторинга, интегрированной в многофункциональную перчатку спасателя. Описывается гибридный метод детекции опасных факторов пожара через комбинацию контактной термометрии, селективной ИК-сенсорики и микротепловизионного анализа.

Ключевые слова: спасатель-пожарный, мониторинг опасных факторов, фильтрация оптических помех, тактильное оповещение, пожарная безопасность.

INTELLIGENT THERMAL RISK MONITORING SYSTEMS WITHIN THE STRUCTURE OF THE "RESCUEHAND" MULTIFUNCTIONAL PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT FOR FIRE-RESCUE PERSONNEL

Korobochka D.N.

Pivovarov A.V.

University of Civil Protection

Abstract. The article examines the architecture, circuit design solutions, and mathematical algorithms of a thermal monitoring subsystem integrated into a multifunctional rescue glove. It describes a hybrid method for detecting fire hazards through a combination of contact thermometry, selective IR sensing, and micro-thermal imaging analysis. Particular attention is paid to noise filtering algorithms and ensuring system reliability under extreme conditions.

Keywords: fire-rescuer, hazard monitoring, optical interference filtering, haptic feedback, fire safety.

При тушении пожаров и проведении связанных с ними аварийно-спасательных работ в условиях ограниченной видимости, задымления и высокой тепловой нагрузки критическим фактором является ситуационная осведомленность личного состава. Согласно руководящим документам по пожарной безопасности [1], значение температуры среды в 70 °С классифицируется как опасный фактор пожара. Традиционные средства индивидуальной защиты обеспечивают лишь пассивную термоизоляцию, не информируя спасателя о динамике изменения термических рисков в реальном времени.

Проект «RESCUEHAND» направлен на решение этой задачи путем интеграции активных систем непрерывного мониторинга непосредственно в структуру перчатки. Использование этой концепции позволяет трансформировать элемент пассивной экипировки в интеллектуальный диагностический инструмент, способный выявлять скрытые очаги возгорания и превентивно оповещать о достижении критических температурных порогов, что соответствует современным тенденциям развития пожарно-спасательной техники [2].

Архитектура «RESCUEHAND» базируется на трехэшелонной системе контроля, обеспечивающей избыточность и высокую достоверность получаемых данных. Первый эшелон обеспечивает непрерывную контактную термометрию внешней оболочки изделия. Для реализации этой функции применяется термопара К-типа (хромель-алюмель) в защитной оболочке из нержавеющей стали 20Х23Н18 (AISI 310), что обусловлено ее малой инерционностью и способностью функционировать в диапазоне до 1100 °С. Физический принцип работы датчика основан на эффекте Зеебека.

Считывание сигнала осуществляется прецизионным драйвером MAX31855, который выполняет 14-битную оцифровку и автоматическую компенсацию температуры холодного спая, передавая данные в центральный микроконтроллер по протоколу SPI [3].

Второй эшелон мониторинга направлен на селекцию пламенного горения. В дистальные фаланги перчатки интегрированы ИК-сенсоры (например, на базе фотодиодов BPW34), работающие в диапазоне длин волн 700–1100 нм. Расположение датчиков на разных пальцах позволяет реализовать метод секторного сканирования, вычисляя вектор направления на источник пламени.

Третий эшелон — микроболометрическая визуализация — базируется на матрице MLX90640 (32x24 пикселя) с широким углом обзора 110°. Данный модуль позволяет выявлять градиенты температур за преградами и в завалах, транслируя тепловую карту на встроенный OLED-дисплей, что значительно расширяет возможности поиска пострадавших [4].

Критически важной задачей при эксплуатации ИК-систем на пожаре является исключение ложных срабатываний от оптического шума (солнечные блики, отблески от полированных поверхностей). В системе «RESCUEHAND» реализован алгоритм дифференциального анализа спектральной плотности излучения, базирующийся на том, что открытое пламя обладает характерной частотой пульсации в диапазоне 1–20 Гц.

Для эффективного оповещения спасателя в условиях «сенсорной перегрузки» (шум, пар, ограниченная видимость) реализован принцип избыточного информирования через три независимых канала. Визуальный канал представлен световой индикацией и дисплеем, акустический — пьезоизлучателем на частоте 2.5–4 кГц, тактильный — вибромоторами в манжете.

Собранная телеметрия по радиоканалу передается на пункт управления, что позволяет руководителю тушения пожара в реальном времени контролировать состояние звена ГДЗС и координировать силы и средства на основе актуальных тепловых карт зоны ЧС [5].

Интеграция описанной многоканальной системы в структуру СИЗ рук позволяет сократить время реакции спасателя на изменение обстановки на 25–30%. Научная новизна разработки заключается в создании распределенной сети сенсоров на подвижных звеньях кисти, что обеспечивает гибкое сканирование пространства. Применение надежной схемотехнической базы и математических фильтров гарантирует достоверность данных, повышая общий уровень безопасности при проведении аварийно-спасательных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
2. Терехнев В. В. Пожарно-спасательная техника. Учебное пособие. — М.: Центр Пропанды, 2007.
3. Fraden J. Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications. — Springer, 2016.
4. Шарапов В. П. Датчики пожарной сигнализации. — М.: Энергоатомиздат, 2010. [4]
5. Пузач С. В. Математическое моделирование тепломассообмена при пожаре в помещении. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2012.

УДК 621.355

МЕХАНИЗМЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛОВОГО РАЗГОНА В МОДУЛЯХ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Корускевич И.А., Пивоваров А.В.

Университет гражданской защиты

Активное внедрение литий-ионных аккумуляторов в электромобили, гибридные транспортные средства и стационарные системы накопления энергии сопровождается не только ростом установленной мощности аккумуляторных систем, но и увеличением числа пожаров, связанных с их транспортировкой, хранением и эксплуатацией. По данным международных аналитических ресурсов, за последние годы наблюдается существенное увеличение количества инцидентов, обусловленных возгоранием литиевых батарей [1]. В условиях высокой энергоёмкости современных аккумуляторных систем основной угрозой является не столько воспламенение отдельной ячейки, сколько каскадное распространение теплового разгона внутри аккумуляторного модуля, приводящее к полной утрате

работоспособности батарейного блока, разрушению корпуса, вторичным пожарам и осложнению тактики тушения.

Иницирующим событием, как правило, является тепловой разгон (thermal runaway) отдельного элемента. Согласно обобщённым данным экспериментальных исследований [2], процесс начинается при достижении температурного диапазона 80–120 °С, когда происходит деструкция твёрдоэлектролитного интерфейса (SEI) на поверхности анода. Разложение SEI сопровождается выделением тепла, что приводит к ускорению побочных электрохимических реакций. При дальнейшем повышении температуры активируются реакции разложения электролита и катодного материала, приобретающие самоускоряющийся характер. Таким образом, тепловой разгон представляет собой автокаталитический процесс, при котором скорость тепловыделения превышает скорость теплоотвода.

На стадии интенсивного нагрева (150–200 °С) начинается разложение органического электролита с образованием горючих газов, включая водород (H_2), метан (CH_4), оксид углерода (CO), диоксид углерода (CO_2) и пары низкомолекулярных растворителей [3]. Выход газов сопровождается ростом внутреннего давления в ячейке и вскрытием предохранительного клапана. Формирование газовой смеси в ограниченном объёме модуля создаёт условия для её воспламенения при контакте с нагретыми токоведущими элементами либо при наличии электрической дуги. В результате возникает факел пламени, направленный из корпуса ячейки в межэлементное пространство.

Передача тепловой энергии к соседним элементам осуществляется несколькими механизмами. Кондуктивный перенос реализуется через металлические корпуса ячеек, токосъёмные шины и элементы каркаса модуля. Конвективный механизм связан с воздействием потока высокотемпературных газов, температура которых может достигать 800–1000 °С. Дополнительный вклад вносит тепловое излучение от устойчивого факела пламени. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что даже при отсутствии прямого контакта пламени конвективный нагрев способен инициировать тепловой разгон соседнего элемента в течение 10–30 секунд [4]. При плотной компоновке элементов и отсутствии термоизолирующих зазоров вероятность перехода теплового разгона к соседней ячейке резко возрастает, а временной интервал между последовательными событиями уменьшается, что формирует каскадный характер разрушения [5].

Существенное влияние на динамику распространения оказывает состояние заряда (State of Charge, SoC). При высоких значениях SoC в электродных материалах аккумулируется большее количество химически связанной энергии, что приводит к увеличению суммарного тепловыделения при тепловом разгоне [4]. Кроме того, при полном заряде возрастает вероятность интенсивного выделения кислорода из структуры катодного материала, особенно в системах типа NMC, что дополнительно интенсифицирует горение. Геометрия модуля и межэлементное расстояние определяют характер теплопередачи: увеличение зазоров снижает эффективность кондуктивного переноса, однако полностью не устраняет конвективное воздействие горячих газов. Системы жидкостного или воздушного охлаждения способны замедлить развитие аварии на ранних стадиях, однако при достижении высоких температур возможна потеря их эффективности вследствие закипания теплоносителя или повреждения магистралей.

В современных аккумуляторных системах реализуются конструктивные и алгоритмические меры, направленные на локализацию теплового разгона. Применяются термобарьерные материалы (слюдяные пластины, керамические прокладки, аэрогели, интумесцентные композиции), ограничивающие тепловой поток между ячейками. Важным направлением является организация направленного газоудаления, позволяющая отводить продукты разложения вне зоны межэлементного пространства. В инженерных обзорах указывается, что рациональная конфигурация каналов отвода газов существенно снижает вероятность развития каскадного разрушения [6]. Дополнительно используются алгоритмы системы управления батареей (BMS), обеспечивающие мониторинг температуры,

внутреннего сопротивления, напряжения и давления, что позволяет выявлять предвестники теплового разгона и инициировать защитные сценарии отключения.

Таблица 1. — Критические факторы, влияющие на распространение теплового разгона в аккумуляторном модуле

Фактор	Механизм влияния	Последствие для модуля	Степень влияния
Состояние заряда (SoC)	Увеличение запасённой химической энергии	Рост тепловыделения и скорости распространения	Высокая
Межэлементное расстояние	Интенсивность кондуктивной теплопередачи	Сокращение времени до перехода теплового разгона	Высокая
Тип катода (NMC / LFP)	Выделение кислорода при разложении	Усиление горения	Высокая
Наличие охлаждения	Отвод тепла на ранней стадии	Замедление или отсрочка распространения	Средняя
Газоотводящие каналы	Снижение конвективного нагрева соседних ячеек	Локализация факела пламени	Высокая
Термобарьерные материалы	Ограничение теплового потока	Предотвращение каскадного перехода	Высокая

Таким образом, распространение пламени внутри аккумуляторного модуля представляет собой сложный многофакторный процесс, определяемый сочетанием тепловых, газодинамических и электрохимических механизмов. Интенсивность и скорость развития аварии зависят от состояния заряда, химического состава электродных материалов, геометрии компоновки и эффективности систем теплоотвода. Повышение пожарной безопасности аккумуляторных систем требует комплексного подхода, включающего совершенствование конструктивных решений, применение огнезащитных материалов, развитие систем мониторинга и внедрение многоуровневых механизмов локализации теплового разгона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Значительное увеличение числа пожаров, связанных с литиевыми батареями, за последние 6 лет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ctif.org/ru/news/znachitelnoe-uvvelichenie-chisla-pozharov-svyazannykh-s-litievymi-batareyami-za-poslednie-6-let> – Дата доступа: 22.02.2026.
2. Wang Q., Ping P., Zhao X. Thermal runaway caused fire and explosion of lithium-ion battery [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.semanticscholar.org/paper/Thermal-runaway-caused-fire-and-explosion-of-ion-Wang-Ping/27e5c40bbf6136716d8d8c4e16da7c57331d756a> – Дата доступа: 22.02.2026.
3. Анализ газовой выделения литий-ионных аккумуляторов в режиме теплового разгона: оценка пожарных рисков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/600/131094> – Дата доступа: 22.02.2026.
4. Thermal Runaway Propagation in Pouch-Type Lithium-Ion Battery Modules: Effects of State of Charge and Initiation Location [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mdpi.com/2313-0105/11/11/398> – Дата доступа: 22.02.2026.

5. Failure propagation in multi-cell lithium-ion batteries [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.academia.edu/64119299/Failure_propagation_in_multi_cell_lithium_ion_batteries – Дата доступа: 22.02.2026.
6. Tesla's Battery Thermal Management (BTMS) Technology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xray.greyb.com/ev-battery/tesla-thermal-management-techniques-for-ev-batteries> – Дата доступа: 22.02.2026.

УДК 614.846.6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕНОСНОГО УГЛОВОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ПОЖАРНЫХ СТВОЛОВ

Кузнецов Д.А.

Морозов А.А., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. Представлены результаты численного моделирования течения жидкости в проточной части переносного углового устройства для крепления ручных пожарных стволов. Исследовано влияние геометрических параметров (длина прямого и наклонного колен, угол между ними) на гидродинамические характеристики потока. Определены оптимальные параметры конструкции, обеспечивающие максимальную эффективность подачи огнетушащего вещества при минимальных турбулентных потерях.

Ключевые слова: угловое устройство, пожарный ствол, численное моделирование, Ansys Fluent, турбулентность, гидравлические потери.

DETERMINATION OF OPTIMAL GEOMETRIC PARAMETERS OF A PORTABLE ANGULAR DEVICE FOR FIRE NOZZLES MOUNTING

Kuznetsov D.A.

Morozov A.A., PhD in Technical Science, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The results of numerical simulation of fluid flow in the flow path of a portable angular device for mounting hand-held fire nozzles are presented. The influence of geometric parameters (length of straight and inclined elbows, angle between them) on the hydrodynamic characteristics of the flow is investigated. The optimal design parameters that ensure maximum efficiency of extinguishing agent supply with minimal turbulent losses are determined.

Keywords: angular device, fire nozzle, numerical simulation, Ansys Fluent, turbulence, hydraulic losses.

Для повышения эффективности тушения пожаров и обеспечения безопасности личного состава предложено переносное угловое устройство для крепления ручных пожарных стволов. Устройство предназначено для стационарной фиксации пожарного ствола в заданном направлении, что позволяет осуществлять подачу огнетушащего вещества без непосредственного участия пожарного в условиях повышенной угрозы (вероятность

взрыва, обрушения конструкций, интенсивное тепловое воздействие). Конструктивно устройство состоит из проточной части, включающей прямое и наклонное колена, механизма регулировки угла наклона и опор для фиксации на горизонтальной поверхности.

Особый интерес с точки зрения гидродинамики представляет проточная часть устройства. Определение ее оптимальных геометрических параметров (длины прямого и наклонного колен, угла между ними) позволяет снизить потери на местных сопротивлениях и обеспечить эффективную подачу огнетушащего вещества. Целью работы являлось определение методом численного моделирования оптимальных параметров проточной части, обеспечивающих максимальную скорость потока и минимальную кинетическую энергию турбулентных пульсаций при регламентированном давлении на входе.

Задача решена в двухмерной системе координат методом конечных элементов в среде Ansys (лицензия №1074506). Диаметр проточной части фиксирован и составляет 50 мм. Для расчета размера первой ячейки пристеночной области использовано значение $y^+ = 1$, что позволило явно разрешить пристеночную область и применить низкорейнольдсовы модели турбулентности. Полученная сетка имеет 45 тыс. гексаэдрических элементов. В качестве граничных условий задано избыточное давление во входном сечении устройства $P = 7,09 \cdot 10^5$ Па, в выходном – атмосферное давление. Для моделирования использована SST-модель турбулентности, показавшая наилучшие результаты при моделировании течений со сдвигами напряжениями.

На первом этапе исследовано 5 вариантов проточной части с длиной первого колена от 100 до 300 мм при фиксированной длине второго колена (50 мм). Результаты показали, что максимальная скорость потока достигается при длине колена 100 мм, однако для данного образца характерна наибольшая зона турбулентных пульсаций на выходе. Натурные испытания образца с длиной колена 100 мм выявили его недостаточную устойчивость и неудобство транспортировки. Учитывая незначительное различие гидродинамических параметров, оптимальной принята длина первого колена 250 мм как наиболее безопасная и эргономичная.

На втором этапе исследованы образцы с длиной второго колена 50, 100, 150 и 200 мм при фиксированной длине первого колена 250 мм. Установлено, что при увеличении длины второго колена более 50 мм в месте соединения возникает зона повышенной скорости потока, приводящая к росту турбулентных пульсаций. Значения кинетической энергии турбулентных пульсаций k и турбулентного числа Рейнольдса Re_t увеличиваются с 3,41 Дж/кг и 8110 (при 50 мм) до 6,48 Дж/кг и 16798 (при 200 мм) соответственно. Минимальные потери соответствуют длине второго колена 50 мм.

На завершающем этапе исследовано влияние угла между коленами (20°, 30°, 40°, 50°). Установлено, что с увеличением угла скорость потока возрастает незначительно (менее 3 %), в то время как турбулентные потери растут существенно: k увеличивается с 3,2 до 4,8 Дж/кг, Re_t — с 7513 до 16521. При угле 50° формируется выраженная рециркуляционная зона за изгибом, что приводит к интенсивному вихреобразованию.

На основании проведенных исследований определены оптимальные геометрические параметры проточной части углового устройства: длина первого колена 250 мм, длина второго колена 50 мм, угол между коленами 20°. При давлении на входе 7 атм обеспечивается скорость потока на выходе не менее 35 м/с и давление не менее 6,42 атм. Изготовленный опытный образец прошел практическую апробацию, подтвердившую работоспособность, устойчивость при различных режимах подачи воды и эффективность в снижении физической нагрузки личного состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коркодинов, Я.А. Обзор семейства k - ϵ моделей для моделирования турбулентности / Я.А. Коркодинов // Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. – 2013. – Т. 15. – № 2. – С. 5–16.
2. Петельчиц, В.Ю. Адаптация SST модели турбулентности для моделирования пленочного охлаждения плоской пластины / В.Ю. Петельчиц [и др.] // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – Т. 3. – № 12(63). – С. 25–29.

УДК 621.396.9:614.8.086

ТЕХНОЛОГИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ РАДИОСЕТИ «ВОЛНОВАЯ СЕТЬ» И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СЕТЕЙ ОПЕРАТИВНОЙ СВЯЗИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ И ЛИКВИДАЦИИ ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ

Куркуль А.Н., Стужинский Д.А.

Рябенко Д.С., кандидат технических наук, доцент

Институт пограничной службы Республики Беларусь

Аннотация. Проанализированы основные технические особенности технологии «Волновая сеть», представляющей собой распределенную самоорганизующуюся радиосеть, основанную на принципах mesh-архитектур. Отмечены преимущества распределённых радиосетей для повышения эффективности управления силами и средствами в условиях отсутствия стационарной инфраструктуры.

Ключевые слова: радиосвязь, распределенные сети, самоорганизующиеся радиосети, «Волновая сеть».

THE DISTRIBUTED RADIO NETWORK TECHNOLOGY «WAVE NETWORK» AND PROSPECTS OF ITS APPLICATION FOR ORGANIZING OPERATIONAL COMMUNICATION NETWORKS DURING EMERGENCIES AND DISASTER RESPONSE

Kurkul A.N., Stuzhinskij D.A.

Ryabenko D.S., PhD in technical sciences, associate professor

The Institute of Border Service of the Republic of Belarus

Abstract. The main technical features of the «Wave Network» technology, which is a distributed self-organizing radio network based on the principles of mesh architectures, have been analyzed. The advantages of distributed radio networks for improving the effectiveness of command and control of forces and assets in the absence of fixed infrastructure are noted.

Keywords: radio communications, distributed networks, self-organizing radio networks, wave network.

Координирование действий оперативных сил и средств и оперативное реагирование при изменении обстановки является одной из важнейших проблем при решении задач ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Для решения этой проблемы требуется построение гибких локальных сетей связи, позволяющих получать и распределять информацию в реальном масштабе времени по всему контролируемому объекту (району) и удовлетворяющих повышенным требованиям к качеству, оперативности и помехоустойчивости связи. В этом контексте классические решения на основе централизованных радиосетей или сотовых технологий не всегда отвечают потребностям, учитывая, что они требуют сложной инфраструктуры, лицензирования частот и могут быть уязвимы в критических ситуациях.

Перспективным направлением развития радиосвязи становятся самоорганизующиеся сети нового поколения, в которых каждое устройство не только абонент, но и узел сети

(ретрансляционный пункт). Одной из таких разработок является технология «Волновая сеть» – цифровая система радиосвязи с распределенной архитектурой, которая сочетает преимущества mesh-топологий и алгоритмов динамической маршрутизации. Она демонстрирует возможность оперативного построения отказоустойчивых сетей без базовых станций и сложной инфраструктуры при чрезвычайных ситуациях и ликвидации их последствий.

Базовые особенности алгоритма «Волновая сеть» [1]:

каждый узел сети (корреспондент) является ретранслятором;

диффузионное распространение – пакеты распространяются по сети только в тех направлениях, где они еще не были;

узлы сети (корреспонденты) не мешают друг другу распространять пакеты данных;

пакеты данных распространяются по всей сети, а обрабатывают их только те узлы сети (корреспонденты), которым они предназначены;

логическое разделение – настраиваемая логическая структура радиосети организует пространственные потоки данных и разделяет информацию различного типа, значения и содержания по каналам данных.

Существующим вариантом практической реализации данного алгоритма является комплекс цифровой радиосвязи «Волновая сеть», разработанный в Российской Федерации ООО «Радиотехника» [2]. Комплекс предназначен для организации сетей информационного обмена на основе системы передачи данных по широкополосному каналу с временным разделением доступа в сети.

Средства радиосвязи комплекса «Волновая сеть» обеспечивают [3]:

- обмен речевой информацией на частотах 864-865 МГц, 866-868 МГц, 868,7-869,2 МГц;
- ретрансляцию сигналов (все радиостанции являются ретрансляторами);
- организацию радиозоны, путем распределения логических каналов, объединяемых в сети: на одной частоте может быть 255 сетей по 200 каналов (групп) в каждой – всего 51200 независимых логических каналов в одном частотном диапазоне 0,5 МГц. При этом, количество радиостанций в радиозоне не ограничено;
- малую эффективную излучаемую мощность передатчиков (не более 25 мВт), отсюда низкое энергопотребление средств радиосвязи комплекса;
- защиту передаваемой информации от несанкционированного доступа – шифрование (маскирование) коротким ключом;
- индивидуальные, групповые и циркулярные вызовы;
- функционирование по командам дистанционного управления, оперативный мониторинг всей сети по радиоканалу, запись/контроль разговоров и местоположения абонентов, анализ качества радиосвязи и зон покрытия;
- объединение удаленных и разнесенных радиозон по средствам сетей общего пользования (Ethernet, мобильные сети GSM, спутниковая радиосвязь и т.д.);
- возможность интеграции с другими стандартами и протоколами радиосвязи (SIP, LTE, DMR, APCO P25, TETRA, аналоговые радиосредства и т.д.).

Понятие базовых станций и ретрансляторов, применяемых в конвенциональной радиосвязи, в данном комплексе отсутствует. В качестве ретранслятора может выступать любая модификация радиостанции, что существенно снижает затраты, увеличивает зоны покрытия и упрощает построение радиосети относительно других комплексов (стандарты связи DMR, TETRA и др.). Включенная радиостанция, находящаяся в зоне покрытия, ретранслирует (до 8 ретрансляций одновременно) приходящие пакеты данных вне зависимости от режима (прием, дежурный прием, передача). Даже во время того, как корреспондент выходит на связь, его радиостанция может одновременно ретранслировать сигналы других корреспондентов сети. Передаваемая информация может быть: голосовой, сигналами с различных датчиков, телеметрией, данными местоположения корреспондентов и т.д.

Надежность системы достигается избыточностью – чем больше корреспондентов в сети, тем надежней радиосвязь.

Проведя анализ основных технических характеристик, следует выделить преимущества комплекса:

1. Мгновенное развертывание и «самозапуск» сети. Технология не требует предварительного планирования инфраструктуры и пусконаладочных работ. Сеть формируется спонтанно (автоматически) в момент включения радиостанций: оказавшись в радиусе действия друг друга, устройства самостоятельно устанавливают связь и начинают выполнять функции окончательного

оборудования и ретрансляторов, что критически важно в условиях дефицита времени при чрезвычайных ситуациях и ликвидации их последствий.

2. Адаптивная топология под тактическую задачу. Благодаря динамической реконфигурации маршрутов, сеть не имеет жесткой структуры. Это позволяет адаптировать схему связи под конкретный сценарий: будь то рассредоточенный поиск пострадавших на большой площади или совместная работа нескольких ведомственных групп в условиях плотной городской застройки, где трафик может перестраиваться в обход препятствий.

3. Гибкость системы. Управление сетью носит «виртуальный» характер: диспетчер имеет возможность в реальном времени переназначать роли абонентов, обновлять ключи шифрования и перераспределять их по группам непосредственно по радиоканалу. Это исключает необходимость физического доступа к каждому спасателю для перенастройки оборудования при изменении структуры группировки сил.

4. Энергоэффективность и автономность при широком покрытии. Низкая мощность передатчиков (до 25 мВт) компенсируется не мощностью одиночного сигнала, а интеллектуальной ретрансляцией («короткими шагами» от узла к узлу). Такой подход позволяет, во-первых, кратно увеличить время автономной работы носимых устройств от аккумуляторов, а во-вторых, обеспечить связь на пересеченной местности без применения мощных и уязвимых стационарных ретрансляторов.

Уместно рассматривать комплекс «Волновая сеть» не просто как альтернативу, а как важное дополнение к существующим средствам связи МЧС. Его ключевое преимущество для тактики спасательных работ заключается в возможности создания «полевой» радиосети, где каждый сотрудник, техника или передовой пункт управления автоматически становится элементом ретрансляционной сети. В отличие от традиционных решений, где выход из строя ретранслятора оставляет группу без связи, здесь отказ любого количества узлов ведет лишь к перестроению маршрутов.

Таким образом, технология «Волновая сеть» знаменует собой смену парадигмы в организации оперативной связи: переход от уязвимой иерархической модели «базовая станция – абонент» к распределенной и самоисцеляющейся mesh-архитектуре. В контексте ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций это означает, что надежность сети больше не зависит от имеющейся уцелевшей инфраструктуры, а напрямую определяется количеством участников спасательной операции. Живучесть такой системы повышается пропорционально масштабу бедствия, что делает ее идеальным инструментом для первого эшелона сил быстрого реагирования, работающего в условиях полного отсутствия связи и постоянного изменения рельефа местности или обстановки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лексин, А.В. Отечественный протокол цифровой радиосвязи «Волновая сеть» / А.В. Лексин // Первая миля. – 2021, № 5. – С. 68-72.

2. Цифровой стандарт радиосвязи Волновая сеть — от локальной группы до региональной сети оперативной связи. [Электронный ресурс] // Хабр. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/555032/>. – Дата доступа: 25.08.2025.

3. Лексин, А.В. Отечественный комплекс «Волновая сеть™» как платформа для организации сетей оперативной связи любой сложности. [Электронный ресурс] / А.В. Лексин // Волновая сеть. Система радиосвязи. – Режим доступа: <https://wave-net.ru/article5.html/>. – Дата доступа: 26.08.2025.

УДК 614.841:614.846

ПРИМЕНЕНИЕ СПОСОБА «ПЛЕЧЕВАЯ ПЕТЛЯ» ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В НЕПРИГОДНОЙ ДЛЯ ДЫХАНИЯ СРЕДЕ

Лапинский М.В., Пивоваров А.В.

Университет гражданской защиты

В работе рассмотрены особенности применения способа «плечевая петля» при горизонтальной транспортировке газодымозащитника в задымлённых помещениях с использованием универсальной спасательной петли. Проведён сравнительный анализ данного способа с альтернативными методами эвакуации в условиях ограниченного пространства. Определены преимущества, ограничения и факторы риска его применения с учётом требований охраны труда. Обоснована необходимость совершенствования методики подготовки личного состава газодымозащитной службы (ГДЗС).

Деятельность ГДЗС осуществляется в условиях воздействия комплекса опасных факторов пожара, включая повышенную температуру, плотное задымление, ограниченную видимость, сложную планировку помещений и угрозу обрушения конструкций [1]. Потеря работоспособности одного из членов звена ГДЗС вследствие травмы, отравления продуктами горения или потери сознания требует немедленного выведения пострадавшего в безопасную зону. В подобных условиях применение стандартных средств транспортировки, в частности носилок, зачастую затруднено либо невозможно не только из-за ограниченной ширины проёмов, наличия завалов и необходимости передвижения ползком, но и вследствие того, что данные средства, как правило, не входят в обязательную экипировку звена при работе в непригодной для дыхания среде [2]. Комплектация звена ориентирована на обеспечение мобильности, автономности и минимизацию массы переносимого снаряжения, что объективно ограничивает использование громоздкого дополнительного оборудования. Это обуславливает необходимость применения тактически обоснованных способов экстренной эвакуации, реализуемых с использованием штатных элементов оснащения, в том числе универсальной спасательной петли.

Следует отметить, что способ «плечевая петля» имеет несколько вариантов исполнения, отличающихся конструкцией обвязки и степенью фиксации пострадавшего. В практике подготовки личного состава выделяются три основных варианта: простая, одинарная и двойная плечевая петля.

Простая плечевая петля предполагает минимальное количество действий при формировании и используется в условиях выраженного дефицита времени, когда приоритетом является максимально быстрое выведение пострадавшего из зоны воздействия опасных факторов пожара. Одинарная плечевая петля обеспечивает более устойчивую фиксацию за счёт прохождения рабочей ветви через плечевой пояс, что позволяет частично перераспределить тяговое усилие и повысить стабильность положения тела при перемещении. Двойная плечевая петля предусматривает формирование двух рабочих ветвей, охватывающих плечевой пояс пострадавшего, что обеспечивает более равномерное распределение нагрузки, снижает локальное давление на отдельные анатомические участки и повышает устойчивость фиксации при горизонтальной транспортировке в стеснённых условиях [3].

Для подготовки к экстренной транспортировке пострадавшего при помощи спасательной петли применяя способ «Одинарная плечевая петля» необходимо:

1. Приподнять корпус пострадавшего в положение сидя, страхуя его своим коленом (обеспечив упор в спину).
2. Обвести петлю вокруг корпуса пострадавшего. Свободные концы продеть (протянуть) через подмышечные области таким образом, чтобы они оказались за спиной пострадавшего (рис. 1а).
3. Завести одну ленту за голову пострадавшего (рис. 1б).
4. Свободные концы петли продеть в ленту, заведённую за головой, и вытянуть на одинаковое расстояние (рис. 1в).
5. Взять свободные концы спасательной петли и обеспечить горизонтальную транспортировку пострадавшего (рис. 1г).



а



б



в



г

Рисунок 1. Последовательность формирования способа «плечевая петля» при эвакуации газодымозащитника

Сравнительный анализ способов эвакуации, применяемых в практике ГДЗС, показывает, что каждый из них имеет определённые ограничения. Переноска пострадавшего на руках требует привлечения нескольких сотрудников и существенно снижает манёвренность звена в ограниченном пространстве. Волочение за элементы дыхательного аппарата обеспечивает минимальное время начала эвакуации, однако сопряжено с риском перекоса аппарата, нарушения герметичности лицевой части и дополнительной нагрузки на опорно-двигательный аппарат пострадавшего. При этом необходимо учитывать, что газодымозащитник находится в боевой одежде и оснащён дыхательным аппаратом, что в ряде ситуаций допускает эвакуацию за элементы снаряжения без дополнительной фиксации. Однако данный способ не всегда обеспечивает стабильное положение тела и может сопровождаться неравномерным распределением усилий.

Способ «плечевая петля», предполагающий формирование узла непосредственно на теле пострадавшего, обеспечивает более устойчивую фиксацию и равномерное распределение нагрузки при горизонтальной транспортировке в стеснённых условиях. С тактической точки зрения он характеризуется высокой проходимостью и возможностью применения без использования дополнительного оборудования. Вместе с тем его использование связано с потенциальными рисками. Перемещение пострадавшего по поверхности пола после пожара может сопровождаться воздействием вторичных травмирующих факторов — осколков стекла, металлических фрагментов и иных острых предметов. Кроме того, при нарушении техники вязки возможны избыточное сдавливание грудной клетки и плечевого пояса, а также усугубление имеющихся повреждений.

Указанные обстоятельства требуют обязательной оценки состояния пострадавшего, анализа оперативной обстановки и строгого соблюдения алгоритма выполнения приёма.

Таким образом, способ «плечевая петля» не может рассматриваться как универсальный метод эвакуации. Его применение должно быть обусловлено конкретной оперативной обстановкой, степенью угрозы опасных факторов пожара и невозможностью использования альтернативных способов. В условиях непосредственной угрозы жизни приоритетом является минимизация времени пребывания в опасной среде, что допускает применение энергозатратных методов при наличии тактической целесообразности. Одновременно выявленные ограничения и риски свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения эффективности данного способа, разработки регламентированной методики его выполнения с учётом требований охраны труда и формализации критериев допустимости применения. Совершенствование системы подготовки личного состава и внедрение алгоритмов принятия решения о выборе способа эвакуации позволят обеспечить баланс между оперативной необходимостью и требованиями безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. RIT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://file.notion.so/f/f/b21958d4-b2a7-4cee-8cbf-7e7a8498f0fb/1b704d67-adfa-4d18-85e6-b107cfb72ef6/RIT.pdf>. – Дата доступа: 22.02.2026.
2. О газодымозащитной службе : приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 15 сент. 2021 г. № 222 : в ред. приказа МЧС № 400. – Минск : МЧС Республика Беларусь, 2021. – 21 с.
3. Универсальная спасательная петля : рекомендации. Методика использования. – Москва : ГУ МЧС России по г. Москве, 2018. – 49 с.

УДК 504.5:614

МОБИЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА

Леванчук А.Н.

Лебедев С.М.

Белорусский государственный медицинский университет

Аннотация. Представлены возможности технических средств подразделений службы радиационной, химической и биологической защиты, задействованных в ходе выполнения задач по проведению специальной обработки в условиях чрезвычайной ситуации биологического характера.

Ключевые слова: специальная обработка, чрезвычайная ситуация, служба радиационной, химической и биологической защиты.

MOBILE TECHNICAL MEANS USED TO COUNTER THE BEGINNING OF A BIOLOGICAL EMERGENCY

Levanchuk A.N.

Lebedev S.M.

Belarusian State Medical University

Abstract. The capabilities of the technical means of the units of the radiation, chemical and biological protection service involved in the execution of tasks for carrying out special treatment in the conditions of a biological emergency are presented.

Keywords: special treatment, emergency, radiation, chemical and biological protection service.

Для Вооруженных Сил Республики Беларусь основу учебно-боевой подготовки в войсках составляют организация и проведение различных мероприятий практической направленности в условиях полевой выучки. В связи с этим проводятся оперативно-тактические учения, на которых подразделения отрабатывают специальные мероприятия по выполнению учебно-боевых задач.

С использованием описательно-оценочных методов проведено аналитическое исследование результатов применения технических средств специальной обработки в ходе оперативно-тактического учения.

В соответствии с планом учения предусматривалось выполнение специалистами медицинской службы совместно с подразделениями службы радиационной, химической и биологической (далее – РХБ) защиты мероприятий по организации и проведению специальной обработки на территории с неблагоприятной санитарно-эпидемиологической обстановкой, связанной с возможностью потенциального распространения особо опасной инфекции [1, 2]. На учении военнослужащие подразделения РХБ защиты на разведывательных химических машинах проводили биологическую разведку в районе заражения, обозначали границы предполагаемого почвенного очага, пути обхода условно зараженных участков и другое. В районе на выходе из зоны заражения был развернут пункт специальной обработки, представленный в виде универсальной станции специальной обработки (далее – УССО) с комплектом аэрозольной дезинфекции (далее – КДА). В УССО входил комплект съемно-модульного оборудования, смонтированного в кузове-контейнере на автомобиле КамАЗ-6350. Использование данного оборудования позволило отказаться от задействования большого количества различной специальной техники и личного состава обычно необходимых для развертывания пункта специальной обработки. Военнослужащие УССО, проводили одновременно санитарную обработку военнослужащих и дезинфекцию вооружения, военной техники, средств индивидуальной защиты и снаряжения.

С помощью УССО, развертываемого в течение 60 мин, было возможно за 1 час обработать до 3 единиц вооружения и специальной техники, до 40 комплектов индивидуальной защиты, провести санитарную обработку до 40 военнослужащих и другое. Время непрерывной работы мобильной станции с использованием возимого запаса компонентов рабочих растворов (рецептур) и топлива составляло около 4 часов, а ее работу на учении обеспечивали 3 человека. В состав комплекта КДА входило шесть автономных модулей переносных дезинфекционных (далее – МПД). Их производительность по дезинфекции автотранспорта составляет не менее 24 ед./ч, поверхностей – не менее 5240 м²/ч. С помощью МПД мощным аэрозольным потоком дезинфектанта проводилась обработка транспорта, местности и других объектов, осуществлялась автономная работа на удаленных объектах.

Дезинфекция участков местности выполнялась с помощью следующих одна за другой автомобильных разливочных станций (далее – АРС-14), выдвигавшихся в условно

зараженный район. В целях уменьшения опасности поражения военнослужащих дезинфекция участка местности осуществлялась при движении APC-14 со скоростью 3-4 км/ч (на первой передаче). Зарядка APC производилась путем приготовления дезинфицирующего раствора непосредственно в цистерне. Орошение местности осуществлялась через насадку ДН-3, установленную впереди машины. Использование насадки обеспечивало равномерную обработку условно зараженной полосы территории шириной 5м с нормой расхода раствора 1-1,5 л/м².

На территории зоны карантина медицинского пункта специальную обработку территории осуществляли с помощью опрыскивателей ранцевого типа с приводом от двигателя внутреннего сгорания, что позволяло получать высокоскоростной поток рецептуры для аэрозольной дезинфекции объектов. Однако, несмотря на достоинства бензиновых опрыскивателей, при их практической эксплуатации отмечались большой шум, наличие выхлопных газов двигателя, а также необходимость частого пополнения рецептурой.

В целом отработанные в ходе учения мероприятия по специальной обработке показали высокую эффективность применения современных мобильных и носимых технических средств, задействованных подразделениями РХБ защиты. Использование технических средств обеззараживания, реализующих аэрозольные способы дезинфекции, обеспечивало повышение качества проведения специальной обработки в целях локализации и ликвидации эпидемического очага, что позволило не допустить развитие чрезвычайной ситуации биологического характера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арчаков, В. Ю. Обеспечение биологической безопасности: зарубежный опыт в контексте современных вызовов и угроз / В. Ю. Арчаков, А. Л. Баньковский, П. И. Савков // Наука и инновации. – 2021. – № 10. – С. 21–29.
2. Лебедев, С. М. Организация и проведение мероприятий по защите войск в условиях потенциальных биологических угроз // С. М. Лебедев, И. В. Федорова // Фундаментальные, клинические и эпидемиологические аспекты инфекционных процессов – 2023 : сб. науч. материалов по итогам заседаний Респ. межвед. рабочей группы по преодолению инфекционных угроз / Нац. акад. наук Беларуси, Отд-ние мед. наук ; под общ. ред. В. Г. Гусакова. – Минск : Беларуская навука, 2024. – С. 100–107.

УДК 621.396.6

АВТОНОМНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ МНОГОФАКТОРНЫЙ ПОЖАРНЫЙ ИЗВЕЩАТЕЛЬ С GSM-СВЯЗЬЮ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ ARDUINO

Леменков М.Д., Шабельник Д.С.

Уральский институт ГПС МЧС России

Аннотация. Представлена концепция разработки автономного пожарного извещателя с GSM-связью на микроконтроллере Arduino. Извещатель разработан для раннего выявления возгорания и быстрого оповещения заинтересованных лиц посредством мобильной сети. Реализован алгоритм обработки сигналов, учитывающий показания трёх типов датчиков, снижающий вероятность ложных срабатываний и повышающий надежность системы. Устройство адаптировано для установки в различных типах помещений.

Ключевые слова: пожарный извещатель, автономность, обнаружение возгорания, алгоритм обработки сигналов, GSM-связь, экономичность эксплуатации.

AUTONOMOUS PROGRAMMABLE MULTIFACTOR FIRE DETECTOR WITH GSM-COMMUNICATION ON ARDUINO MICROCONTROLLER

Lemenkov M.D., Shabelnik D.S.

Ural Institute of GPS EMERCOM of Russia

Abstract. The concept of developing an autonomous fire detector with GSM communication on an Arduino microcontroller is presented. The detector is designed for early detection of fire and quick notification of stakeholders via a mobile network. A signal processing algorithm has been implemented that takes into account the readings of three types of sensors, which reduces the likelihood of false positives and increases the reliability of the system. The device is adapted for installation in various types of rooms.

Keywords: fire detector, autonomy, fire detection, signal processing algorithm, GSM communication, economical operation.

Ежегодно в России сотни людей погибают из-за позднего обнаружения очагов возгорания [1]. При возникновении пожаров в условиях и местах с повышенной пожароопасностью существует высокая вероятность гибели людей из-за опасных факторов пожара. Важнейшим средством обеспечения пожарной безопасности является применение автоматических пожарных извещателей, своевременно сигнализирующих о возгорании. Сегодня рынок промышленного приборостроения предлагает большое разнообразие автономных пожарных извещателей, но модели, уведомляющие одновременно пожарную службу и владельцев объектов, встречаются редко и отличаются нестабильной работой. Во-первых, пожарные извещатели в основном располагаются в верхней зоне помещений согласно требованию [7] и оснащены одинарным каналом обнаружения признаков пожара, что ограничивает оперативность фиксации возгорания. Вследствие чего реакция на отдельные условия замедляет фиксацию очага возгорания. Во-вторых, питание большинства пожарных извещателей осуществляется через шлейфы слабых токов, расположенных рядом с силовыми линиями и осветительными приборами. Под влиянием электромагнитных полей возможны помехи и искажения сигналов, приводящие к недостоверным измерениям и ложным тревогам.

Предлагается разработать и сконструировать независимый комбинированный пожарный извещатель с GSM-модулем на программируемом микропроцессоре Arduino nano Atmega 328a для своевременного обнаружения пожара и оперативного информирования заинтересованных лиц. ИПМ определяет возгорание посредством одновременного анализа сигналов от пятиканального аналогового ИК приемника, дыма MQ-135 и температуры ВМР 180, которые фиксируют изменения определенного параметра в окружающей среде. Подтверждение тревоги производится при совпадении показаний всех трёх элементов. На данный момент осуществлено написание программы согласно документации [3]. Интерфейс реализует логику ИПМ, позволяет организовать непрерывный мониторинг физических параметров и своевременно информировать о возникновении возгорания. Зарегистрирован в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (Роспатенте). Согласно принципиальной схеме ИПМ (рис. 1), основа функционирования заключается в постоянном мониторинге окружающей среды. При выявлении признаков возгорания прототип активирует систему и передает сигнал по GSM-каналу.

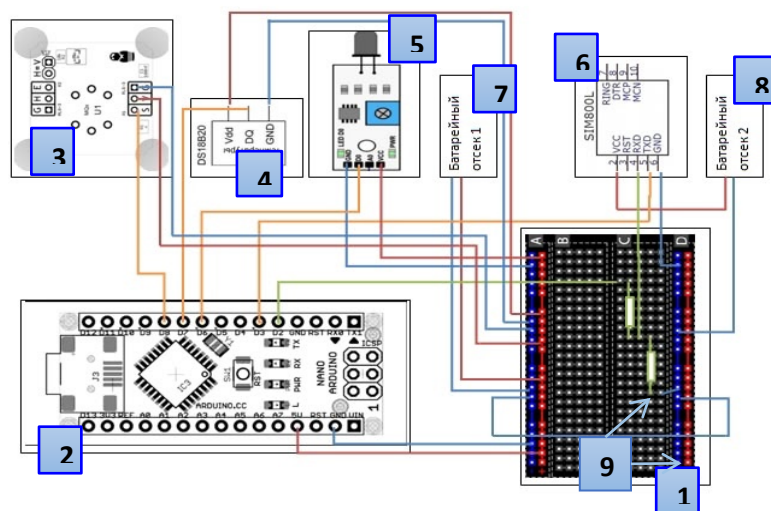


Рис. 1. Принципиальная схема ИПМ. 1- макетная плата; 2 - микроконтроллер Arduino nano Atmega 327; 3 - датчик дыма; 4 - датчик температуры; 5 - датчик пламени; 6 - GSM-модуль, 7;8 - батарейные отсеки, 9 - резисторы.

Также определены расчётные данные алгоритмов обнаружения пожара для точной настройки ИПМ. База данных зарегистрирована в Федеральной службе по интеллектуальной собственности и служат элементом повышения надежности извещателя. Целесообразность разработки обосновывается несколькими факторами: сокращение ложных тревог и ускоренное выявление возгорания, снижение риска гибели и травматизма людей за счет оперативной GSM-информации, возможность дистанционного мониторинга состояния оборудования, универсальность применения в разных типах помещений. При успешном внедрении предлагаемого решения ИПМ оптимально выбирает сенсор, на который делает упор, в зависимости от условий эксплуатации объекта. Экономичность эксплуатации обеспечивается низким уровнем затрат на техническое обслуживание и длительный срок службы.

ЛИТЕРАТУРА

1. https://nsopb.ru/fck_editor_files/files/analizpozharov2025.pdf
2. СП 484.1311500.2020
3. Приказ МЧС России от 24.11.2022 №1173
4. Об эффективности функционирования мультикритериальных пожарных извещателей. - А.Н. Членов, Т.А. Бущинская, С.А. Журавлев, В.А. Николаев, 2016. - 55 с.
5. Управление каналами измерения в мультикритериальном пожарном извещателе, А.А. Антонин, О.А. Протасевич, - М: Приборостроение - 2015. - 40 с.
6. Производственная и пожарная автоматика. Ч. 1. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов. Пожарная сигнализация: Учебник / Научн. ред. канд. техн. наук, доц. А.А. Навацкий. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. - 53 с.
7. СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования».

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОФИЛЯ СУЖАЮЩЕГОСЯ И РАСШИРЯЮЩЕГОСЯ
СОПЛА С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ ЦЕНТРАЛЬНЫМ ТЕЛОМ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО
ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ПОТОКА АЭРОЗОЛЯ НА ВЫХОДЕ ИЗ
ГЕНЕРАТОРА**

Максимов П.В., Низдиева Д.А.

Богданова В.В., доктор химических наук, профессор

Университет гражданской защиты

Аннотация. Разработан новый конструктивный способ газодинамического охлаждения огнетушащего аэрозоля на выходе из генератора аэрозоля, заключающийся в модификации его конструкции профилирующей вставкой, выполненной по типу кольцевого сопла Лаваля с цилиндрическим центральным телом. Представлена методика расчета сужающейся и расширяющейся частей сопла. На основе расчетов изготовлен экспериментальный образец генератора с газодинамическим охладителем, обеспечивающим эффективное снижение температуры потока аэрозоля на выходе из генератора на 70–75 % в сравнении с серийно выпускаемым генератором и снижение в 2 раза времени тушения модельных очагов пожаров.

Ключевые слова: генератор огнетушащего аэрозоля, твердотопливный элемент, огнетушащий аэрозоль, кольцевое сопло Лаваля, газодинамический охладитель.

**MODELING THE PROFILE OF A TAPERING AND EXPANDING NOZZLE WITH A
CYLINDRICAL CENTRAL BODY FOR EFFICIENT GAS DYNAMIC COOLING OF THE
AEROSOL STREAM AT THE OUTLET OF THE GENERATOR**

Maksimov P.V., Nizdieva D.A.

Bogdanova V.V., Grand PhD in Chemical sciences, Professor

University of Civil Protection

Abstract. A new constructive method of gas dynamic cooling of a fire extinguishing aerosol at the outlet of an aerosol generator has been developed, which consists in modifying its design with a profile insert made like a Laval annular nozzle with a cylindrical central body. A method for calculating the tapering and expanding parts of the nozzle is presented. Based on calculations, an experimental sample of a generator with a gas-dynamic cooler was made, which effectively reduces the temperature of the aerosol stream at the generator outlet by 70-75% compared to a mass-produced generator and a 2-fold reduction in the extinguishing time of model fires.

Keywords: fire extinguishing aerosol generator, solid fuel element, fire extinguishing aerosol, Laval annular nozzle, gas dynamic cooler.

Для снижения температуры потока пожаротушающей смеси в установках аэрозольного пожаротушения представляло интерес применить известный принцип сопла Лавалья, который используется в современных ракетных, сверхзвуковых, реактивных авиационных двигателях.

Учитывая конструктивные особенности корпуса генератора (цилиндрическое центральное тело внутри сопла), двухфазный состав аэрозоля, применить классическую методику расчета сопла Лавалья не представлялось возможным. Поскольку давление P_1 на входе в кольцевое сопло Лавалья с цилиндрическим центральным телом не задано, предлагаемый алгоритм расчета подробно рассмотрен в работе [1].

При моделировании сопла для конструкции корпуса с цилиндрическим центральным телом (внутренним стаканом) рассматриваемого генератора необходимо было получить геометрическую форму поверхности сужающегося сопла от входного сечения до критического сечений, а также оптимальную форму диффузора от критического до выходного сечений в расчетной области сопла.

Форма поверхности от входного сечения до критического сечения построена по уравнению Витошинского [2], которая позволяет рассчитать контур канала при одномерном дозвуковом течении потока.

Расчет контура проводили по формуле Витошинского:

$$r_i = \frac{r_{кр}}{\sqrt{1 - \left[1 - \left(\frac{r_{кр}}{r_1} \right)^2 \right] \frac{\left(1 - \frac{3x^2}{l'^2} \right)^2}{\left(1 + \frac{x^2}{l'^2} \right)^3}}}, \quad (1)$$

где r_1 – радиус во входном сечении сопла, мм; $r_{кр}$ – радиус в критическом сечении сопла, мм.

Применительно к образцу (с заданными геометрическими параметрами) генератора с внутренним стаканом (цилиндрическим центральным телом) r_1 и $r_{кр}$ будут равны:

r_1 – радиус во входном сечении сопла:

$$r_1 = \frac{D_1 - d}{2} = \frac{100 - 80}{2} = 10 \text{ мм.} \quad (2)$$

$r_{кр}$ – радиус критического сечения:

$$r_{кр} = \frac{D_{кр} - d}{2} = \frac{82,7 - 80}{2} = 1,35 \text{ мм;} \quad (3)$$

$$l' = l\sqrt{3} = 15\sqrt{3} = 25,98. \quad (4)$$

где $D_{кр}$ – диаметр в критическом сечении сопла, мм; d – диаметр цилиндрического центрального тела, мм; l – длина рассчитываемого участка сужающейся части сопла от входного до критического сечений.

Длина сужающейся части сопла $l = 15$ мм. Определяли величины радиусов сужающейся части в точке $X_{(i)}$ через каждый 1 мм на рассчитываемом участке l .

Радиусы сопла откладывались от внешней поверхности стенки центрального цилиндрического внутреннего стакана генератора. В результате дальнейшего построения

расчетного контура сужающейся части сопла получили профиль от входного до критического сечений (рисунок 1).

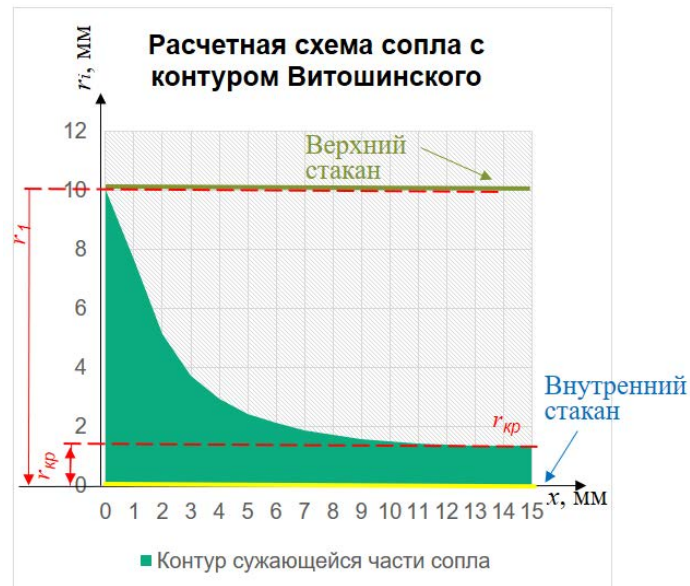


Рисунок 1 – Построение конфузора с цилиндрическим центральным телом

С учетом метода построения оптимальной конструкции кольцевого сопла с многокомпонентным рабочим телом, применяемого в работе [3], диаметр выходного сечения сопла с учетом двухкомпонентного рабочего тела (внутреннего стакана генератора) равен:

$$D_2 = (D_{кр} - d) \cdot 7 + d = (82,7 - 80) \cdot 7 + 80 = 98,9 \text{ мм.} \quad (5)$$

где $D_{кр}$ – диаметр в критическом сечении сопла, мм; d – диаметр цилиндрического центрального тела, мм.

Тогда радиус выходного сечения сопла R'_2 с учетом внутреннего стакана генератора будет составлять:

$$R'_2 = (R_{кр} - r_{шт}) \cdot 7 + r_{шт}. \quad (6)$$

Промежуточные текущие значения диаметров D_i диффузора сопла начиная от критического до выходного сечения сопла определяются:

$$D_i = (D_{кр} - d) \cdot 7 \cdot \left(\frac{l}{L'} \right)^{0,7} + d. \quad (7)$$

где L' – длина рассчитываемого участка, $L' = 40$ мм.

Тогда промежуточные текущие значения диаметров R'_{2i} расширяющейся части сопла с учетом внутреннего стакана генератора будет составлять

$$R'_{2i} = (R_{кр} - r_{шт}) \cdot 7 \cdot \left(\frac{l}{L'} \right)^{0,7} + r_{шт}. \quad (8)$$

где $R_{кр}$ – радиус в критическом сечении сопла с учетом внутреннего стакана, мм; $r_{шт}$ – радиус центрального тела (внутреннего стакана генератора), мм; l – текущая длина расчетного участка сопла от критического сечения до выходного сечения, мм; L' – длина расширяющейся части сопла от критического сечения до выходного сечения, мм.

В результате дальнейшего построения расчетного контура расширяющейся части сопла получили профиль от критического до выходного сечений (рисунок 2).

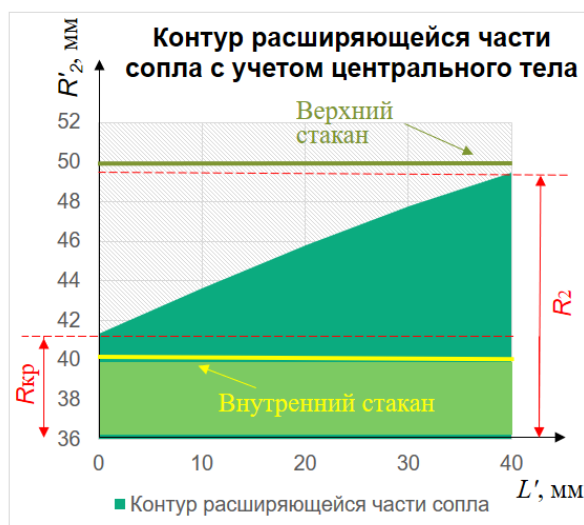


Рисунок 2 – Построение диффузора с цилиндрическим центральным телом

По итогам математического расчета геометрических параметров разработана рабочая конструкторская документация для изготовления экспериментального образца генератора с газодинамическим охладителем выходного потока аэрозоля, выполненным по типу устройства сопла Лавалья с цилиндрическим центральным телом, для повышения безопасности и эффективности тушения [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Максимов, П. В. Повышение безопасности генераторов огнетушащего аэрозоля путем применения конструктивного газодинамического охладителя пожаротушащей смеси / П. В. Максимов, В. В. Богданова // Пожарная безопасность. – 2025. – № 4(121). – С. 48-61.
2. Дейч, М. Е. Техническая газодинамика / М.Е. Дейч. – Изд. 2-е, переработ. М. – Л.: Госэнергоиздат., 1961. – 671 с.
3. Карташова, М. А. Построение оптимальной конфигурации кольцевого сопла с многокомпонентным рабочим телом / М.А. Карташева, А.Л. Карташев // Забабахинские научные чтения : сборник материалов IX Международной конференции 10-14 сентября 2007. – Снежинск : Издательство РФЯЦ-ВНИИТФ, 2007. – С. 259–261.
4. Максимов, П. В. Повышение пожарной безопасности и огнетушащей эффективности генератора аэрозоля модифицированной конструкции / П. В. Максимов // Вестник Университета гражданской защиты. Научный журнал. – Минск: Университет гражданской защиты. – 2025. – № 4(21). – С. 484-490.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Мардас Д.А.

Василевич Д.В.

Университет гражданской защиты

Прототип современного гидравлического аварийно-спасательного инструмента (Далее - ГАСИ) разработал американец Джордж Хёрст в 1961 году. Мужчина стал свидетелем страшной аварии во время гонок на болидах. Одна из машин была сильно смята, прибывшим на место спасателям, потребовалось больше часа, чтобы извлечь водителя и оказать ему помощь. После увиденного Джордж решил создать свой инструмент – гидравлические кусачки. Разработанные разжим-кусачки оказались быстрее, тише, прочнее и универсальнее, чем стандартный набор инструментов, применяемый при работе на ДТП. Инструментом можно было пережимать, разжимать и даже приподнимать автомобиль.

Не так давно для спасения людей сотрудники МЧС могли разбирать завалы собственными силами или обычными подручными инструментами. Такие способы были малоэффективными и спасательные операции затягивались на долгое время, что приводило к большому количеству жертв.

Для оперативного выполнения задач по ликвидации чрезвычайных ситуаций спасателям необходимо иметь легкое, мощное, малогабаритное оборудование, которое можно быстро и любым транспортом доставить к месту ликвидации чрезвычайной ситуации. К немало важному требованию для такого аварийно-спасательного оборудования является независимость его от источника питания.

Особенно скорость работ важна во время ликвидации дорожно-транспортных происшествий, железнодорожных аварий, когда пострадавший зажат среди обломков. Для деблокирования используется ГАСИ, все разновидности которого были созданы за последние несколько десятилетий.

ГАСИ представляет собой переносную технику, в механизме которого есть гидропривод. Используется для деблокирования пострадавших и выполнения вспомогательных работ при авариях и катастрофах. Его основная задача – разжимать, резать и перемещать тяжелые металлические конструкции, что позволяет спасателям получать доступ к пострадавшим в завалах, разрушенных автомобилях и зданиях освобождении пострадавших во время различных чрезвычайных ситуаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://portal.edufire37.ru/articles/113#>
2. <https://fccland.ru/novosti/25485-vidy-gidravlicheskogo-avariyno-spasatel'nogo-instrumenta.html>
3. Приказ МЧС РФ от 29.09.2025 №292 «О нормах материально-технического обеспечения».

УДК 614.842.6:725.2

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВЫХ И КОНВЕКТИВНЫХ ПОТОКОВ НА ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ НА ГАЗОНЕФТЯНЫХ СКВАЖИНАХ

Машара А.И.

Шилов И.А.

Университет гражданской защиты

Аннотация. В докладе рассматриваются особенности тушения пожаров на газовых и нефтяных скважинах, обусловленные наличием мощных тепловых и конвективных потоков. Проанализированы основные факторы, осложняющие ликвидацию аварий: высокая температура факела, интенсивное лучистое тепловое воздействие и конвективные потоки. Приведены методы расчета плотности теплового потока и обоснована необходимость применения теплоотражательных костюмов.

Ключевые слова: газонефтяная скважина, тепловой поток, плотность теплового потока, конвективные потоки.

IMPACT OF THERMAL AND CONVECTIVE FLOWS ON FIRE SUPPRESSION AT OIL AND GAS WELLS

Mashara A.I.

Shilov I.A.

University of Civil Protection

Abstract. The report examines the specific aspects of fire suppression at gas and oil wells, determined by the presence of powerful thermal and convective flows. The main factors complicating emergency response are analyzed: high flame temperature, intense radiant heat exposure, and convective flows. Methods for calculating heat flux density are presented, and the necessity of using heat-reflective suits is substantiated.

Keywords: oil and gas well, heat flow, heat flux density, convective flows.

Нефтегазовая отрасль относится к сфере повышенной опасности. Возникновение аварий на ее объектах чревато тяжелыми травмами, значительным материальным ущербом и серьезным загрязнением окружающей среды. Тушение пожаров здесь осложняется присутствием больших объемов горючих газов и легковоспламеняющихся жидкостей, что требует предельной концентрации, оперативной организации работ и применения специализированных систем пожаротушения [1].

Специфика нефтегазовой отрасли предъявляет особые требования к организации пожаротушения. Объекты характеризуются удаленным расположением от инфраструктуры, сложными конструктивными решениями и непрерывным поступлением горючего вещества в зону горения. Однако главным фактором, определяющим высокую сложность тушения, является масштабное тепловое воздействие, которое включает в себя тепловой поток и мощные конвективные движения нагретых газов. При эффективном тушении пожара должны учитываться эти факторы и применять специализированные тактические приемы:

высокая температура и интенсивность теплового излучения: температура в ядре факела при горении нефти или газа достигает 1100–1500 °С. Это создает мощный лучистый тепловой поток, который распространяется во все стороны от очага пожара;

конвективные потоки: над горящим нефтепродуктом формируется мощный восходящий поток нагретых газов и продуктов сгорания, который оказывает комплексное негативное воздействие;

непрерывный поток горючего вещества: нефть или газ поступают из скважины под давлением, постоянно подпитывая факел. Это делает бесполезными стандартные методы прекращения горения без остановки фонтана;

взрывоопасность: горючие газы - метан, пропан, нагреваясь до температуры самовоспламенения, детонируют, создавая ударную волну, которая усугубляет разрушения и создает угрозу для спасателей;

труднодоступность и логистика: удаленность объектов усугубляет проблему: доставка больших объемов воды, пенообразователя и тяжелой техники затруднена. При этом для

борьбы с мощным тепловым излучением требуется создание запасов воды на охлаждение и защиту, что многократно увеличивает потребность в ресурсах.

Но из всех вышеперечисленных факторов самым опасным является тепловой поток, величиной измерения которого является плотность теплового потока. Расчет плотности теплового потока — это ключевая задача при оценке опасности пожара и планировании тактики тушения. Существует три основных подхода к расчету: теоретический, инженерный эмпирический и экспериментальный. Выбор метода зависит от того, что известно: параметры пламени, расстояние до объекта или возможность проведения замеров [3].

Он основан на законах теплового излучения и используется для теоретической оценки максимально возможного теплового потока от факела.

Формула имеет следующий вид:

$$q = \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_1^4 - T_2^4), \quad (1)$$

где: q — плотность теплового потока ($\text{Вт}/\text{м}^2$);

σ — постоянная Стефана-Больцмана ($5,67 \times 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$)

ε — степень черноты факела (для нефти и нефтепродуктов принимается в диапазоне 0,7–0,85, для газового факела — 0,4);

T_1 — температура факела, К. Для нефти средняя температура пламени составляет 1373 К (около 1100°C);

T_2 — температура облучаемой поверхности, К. Для расчета угрозы людям или технике можно принимать температуру окружающей среды (около 293 К).

Пример расчета (для нефтяного факела):

$$\begin{aligned} q &= 0,8 \cdot 5,67 \times 10^{-8} \cdot (1373)^4, \\ q &\approx 0,8 \cdot 201\,000 \approx 160\,800 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ (160,8 кВт}/\text{м}^2\text{)}. \end{aligned}$$

Это значение соответствует плотности потока в непосредственной близости от факела. По мере удаления поток будет резко падать.

Инженерный метод: на практике температура пламени известна не всегда, зато есть данные о геометрии факела (длина, диаметр) и расстоянии до него. В этом случае используется формула, основанная на законе Стефана-Больцмана и законе расстояний Ламберта. Для цилиндрического факела формула имеет следующий вид:

$$q = \int \sigma \cdot \eta \cdot (T^4) / \pi \cdot r^2 dV; \quad (2)$$

где: σ — постоянная Стефана-Больцмана ($5,67 \times 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$);

η — коэффициент излучения;

T — температура источника, К;

r — расстояние от центра до объекта, м;

q — плотность теплового потока, $\text{Вт}/\text{м}^2$.

В инженерных расчетах часто используют упрощенную форму или готовые номограммы. Для быстрой оценки можно пользоваться следующим соотношением:

$$q = Q / 4\pi R^2, \quad (3)$$

где: Q — общая тепловая мощность факела, которая зависит от расхода топлива, Вт;

R — расстояние от центра факела до объекта, м.

Экспериментальный метод: если пожар уже возник или проводится испытание, плотность теплового потока измеряется приборами –ИТП-МГ 4.03 «Поток» (датчиками теплового потока). Методика измерения регламентируется ГОСТ 25380-2014 [2].

Порядок расчета при использовании датчика:

Датчик (обычно диаметром около 27 мм) размещается в точке замера. Прибор измеряет термо-ЭДС, возникающую на рабочем спаях термопары внутри датчика.

Плотность теплового потока рассчитывается по формуле:

$$q=N \cdot E, \quad (4)$$

где: q –плотность теплового потока ($\text{Вт}/\text{м}^2$);

N –градуировочный коэффициент преобразователя (указывается в паспорте прибора, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{мВ})$);

E –значение термо – ЭДС измеренное прибором, мВ.

Тем самым, используя формулу из инженерного метода построим график зависимости теплового потока от расстояния для среднего факела общей тепловой мощности равной 400МВт:

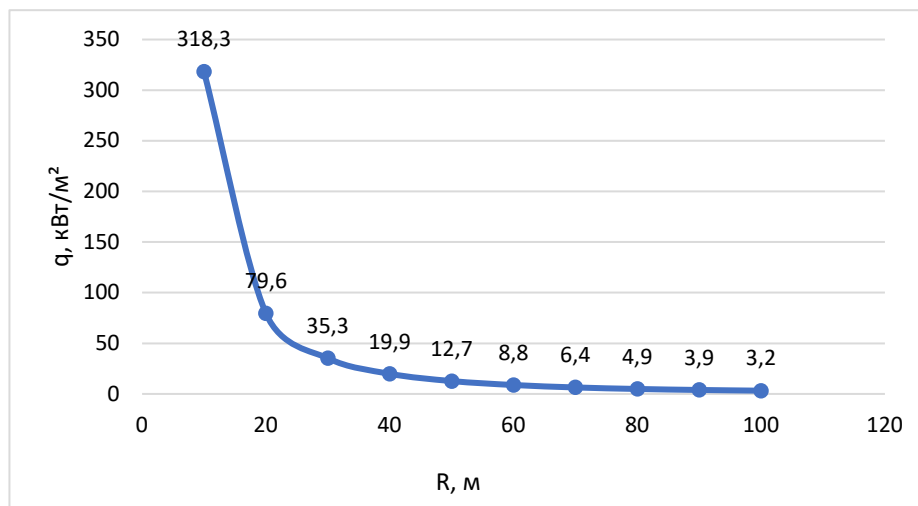


Рисунок 1. – График зависимости плотности теплового потока от расстояния

Проведенная оценка параметров теплового излучения при горении нефтяных и газовых фонтанов свидетельствует о том, что значения плотности теплового потока в ближней зоне очага пожара значительно превышают пороговые уровни, безопасные для личного состава, работающего в боевой одежде. Согласно нормативным данным, критическим уровнем, при котором требуется обязательная защита личного состава и охлаждение оборудования, является интенсивность $12,5 \text{ кВт}/\text{м}^2$. В непосредственной близости от факела фактические значения теплового потока могут достигать десятков и сотен $\text{кВт}/\text{м}^2$, что делает выполнение оперативно-тактических задач без специальных средств защиты невозможным. В этой связи, для обеспечения термической безопасности личного состава и выполнения технологических операций по перекрытию устья скважины в зоне экстремальных тепловых нагрузок, необходимо применение специальной защитной одежды от повышенных тепловых воздействий. В соответствии с требованиями руководящих документов, когда плотность теплового потока на рабочих местах превышает допустимые значения, работник допускается к выполнению задач только при наличии соответствующей защитной одежды, тип которой выбирается в зависимости от максимальной величины теплового потока и времени нахождения в опасной зоне.

Для работы в условиях, приближенных к факелу горящей скважины, оптимальным выбором является теплоотражательный костюм тяжелого типа (ТОК-800). Данное средство индивидуальной защиты характеризуется следующими тактико-техническими показателями, подтверждающими его эффективность в условиях высоких тепловых нагрузок:

устойчивость к воздействию теплового потока:

при плотности $18 \text{ кВт}/\text{м}^2$ время защиты составляет не менее 960 секунд (16 минут);

при плотности $25 \text{ кВт}/\text{м}^2$ время защиты составляет не менее 240 секунд (4 минуты);

при плотности $40 \text{ кВт}/\text{м}^2$ время защиты составляет не менее 120 секунд (2 минуты).

Так же одним из опасных факторов при тушении являются конвективные потоки. Конвективные потоки представляют собой восходящее движение нагретых продуктов сгорания и газов, формирующееся над очагом горения. Согласно исследованиям, модель таких потоков строится на основе системы уравнений Навье-Стокса и описывает распределение скоростей и температур в восходящей струе. Температура в ядре конвективной колонки при горении нефтепродуктов может достигать экстремальных значений, а скорость движения газов определяется интенсивностью тепловыделения. Основные опасные факторы конвективных потоков являются:

Перемещение и разрушение огнетушащих веществ: наиболее критичным для тушения является экспериментально подтверждённый факт: при классической технологии тушения пожаров в резервуарах происходит интенсивное перемещение пены конвективными потоками. Мощный восходящий поток нагретых газов просто срывает и уносит вверх подаваемую воздушно механическую пену, не давая ей достичь поверхности горючего. Кроме того, пена разрушается при контакте с высокотемпературной зоной, нагретой конвективными потоками, ещё до того, как она выполнит свою функцию;

Тепловое воздействие на соседнее оборудование: конвективные потоки, передают тепловую энергию путём конвективного теплообмена. Исследования показывают, что коэффициент конвективной теплопередачи возрастает с увеличением скорости ветра. Это приводит к нагреву конструкций, деформации, разгерметизации и, как следствие, к развитию пожара.

Таким образом, тушение пожаров на объектах нефтегазового комплекса требует принципиально иного подхода, чем ликвидация обычных возгораний. Главная сложность заключается в том, что вокруг горящей скважины формируется зона экстремального теплового воздействия, где лучистые и конвективные потоки создают практически непреодолимый барьер для личного состава и техники.

Тепловое излучение от факела распространяется во все стороны, нагревая всё вокруг до критических значений. Это делает невозможным приближение к очагу без специальных защитных костюмов, а также создаёт угрозу возникновения вторичных пожаров на значительном удалении от основной скважины. Конвективные потоки, в свою очередь, не только разносят искры и горящие частицы, но и разрушают структуру огнетушащих веществ, не позволяя пене достичь поверхности горения. Кроме того, нагретые газы, поднимаясь вверх, дополнительно нагревают соседнее оборудование, что может привести к его разгерметизации и развитию пожара по цепному принципу.

В таких условиях успех операции зависит не только от наличия техники и достаточного количества огнетушащих веществ. На первый план выходит умение личного состава правильно оценивать тепловую обстановку, выбирать безопасные позиции для работы и своевременно применять средства индивидуальной защиты. И поэтому регулярные тактико-специальные учения и детальный разбор специфики таких пожаров становятся обязательным условием подготовки. Только понимание физической сущности происходящих процессов и постоянная тренировка позволяют пожарным подразделениям действовать эффективно и безопасно в условиях реальной угрозы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тушение пожаров газонефтяных фонтанов {Электронный ресурс}. – 2026. – Режим доступа: <https://propb.ru/library/wiki/tushenie-gazoneftyanykh-fontanov-etapy-tusheniya/> / Дата доступа: 23.02.2026.
2. Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции: ГОСТ 25380-2014. –введ. 01.07.2015.-М.: Стандартинформ, 2015.

3. Илюшов, Н.Я. Пожаровзрывобезопасность. Расчет интенсивности теплового излучения при пожаре/ Н. Я. Илюшов // Новосибирский государственный технический университет. – 2020. –С. 124–160.

УДК 614.841

ФАКТОРЫ, ОГРАНИЧИВАЮЩИЕ ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ РЕЗЕРВУАРНЫХ ПОЖАРАХ

Остапова М.В.

Сытдыков М.Р., кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. Проведён системный анализ факторов, ограничивающих применение беспилотных авиационных систем при резервуарных пожарах на НПЗ. Выделены тепловые, аэродинамические, радиотехнические, эксплуатационные и организационные ограничения. Обоснована необходимость регламентированных режимов безопасного применения БАС.

Ключевые слова: беспилотные авиационные системы, резервуарный пожар, тепловое излучение, аэродинамическая неустойчивость, эксплуатационные ограничения, пожарная безопасность.

FACTORS LIMITING THE APPLICATION OF UNMANNED AERIAL SYSTEMS DURING TANK FIRES

Ostapova M.V.

Sytdykov M.R., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Abstract. A systematic analysis of factors limiting the use of unmanned aerial systems during tank fires at oil refineries is carried out. Thermal, aerodynamic, radio-technical, operational and organizational constraints are identified. The necessity of regulated safe operating modes for UAS deployment is substantiated.

Keywords: unmanned aerial systems, tank fire, thermal radiation, aerodynamic instability, operational limitations, fire safety.

Резервуарные пожары на объектах нефтепереработки относятся к числу наиболее сложных и опасных видов техногенных пожаров, характеризующихся высокой тепловой мощностью очага, значительной интенсивностью лучистого теплообмена и быстрым развитием опасных факторов пожара [1, 2]. Формирование устойчивых факелов пламени и мощных конвективных потоков существенно осложняет проведение разведки и оперативную оценку обстановки.

В последние годы беспилотные авиационные системы (БАС) активно внедряются в практику подразделений пожарной охраны для мониторинга и разведки чрезвычайных ситуаций [3]. Их применение позволяет снизить риск для личного состава и повысить информированность штаба тушения. Однако эксплуатация БАС в условиях резервуарных пожаров осуществляется в среде, отличающейся повышенной тепловой и аэродинамической нагрузкой, что формирует комплекс ограничивающих факторов. Несмотря на наличие работ,

посвящённых вопросам применения БАС при чрезвычайных ситуациях [3], систематизированный анализ ограничений их функционирования в условиях резервуарных пожаров представлен недостаточно полно.

Целью работы является классификация и научное обоснование факторов, ограничивающих применение БАС при резервуарных пожарах на нефтеперерабатывающих заводах. На основе анализа особенностей развития резервуарных пожаров [1,2] и эксплуатационных характеристик беспилотных систем [3] выделены пять групп ограничений (таблица 1).

Таблица 1-Факторы, ограничивающие применение БАС при резервуарных пожарах

Группа факторов	Характер воздействия	Возможные последствия
Тепловые	Интенсивное лучистое излучение; нагрев воздушной среды; локальные температурные градиенты	Перегрев электроники; снижение ресурса аккумуляторов; отказ датчиков; деградация композитных элементов
Аэродинамические	Восходящие конвективные потоки; турбулентность; ветровая нагрузка	Нарушение устойчивости полёта; рост энергопотребления; снижение точности позиционирования
Радиотехнические	Экранирование сигналов металлоконструкциями; задымление; электромагнитные помехи	Потеря связи; нестабильность видеопотока; ограничение радиуса применения
Эксплуатационные	Ограниченные зоны посадки; воздействие агрессивной среды; высокая плотность оборудования	Повреждение аппарата; аварийное завершение полёта; вторичное возгорание
Организационные	Отсутствие регламентов; неопределённость безопасных дистанций; недостаточная подготовка операторов	Повышение вероятности аварий; снижение эффективности использования

Представленная классификация ограничивающих факторов свидетельствует о том, что функционирование беспилотных авиационных систем в условиях резервуарного пожара осуществляется в среде предельных тепловых и аэродинамических воздействий, усложнённых радиотехническими, эксплуатационными и организационными условиями. Установлено, что определяющим является не изолированное влияние отдельных факторов, а их совокупное, взаимосвязанное и усиливающее друг друга действие, формирующее зону повышенного риска эксплуатации аппарата вблизи очага горения. Научная новизна работы заключается в системном обосновании структуры указанных ограничений с учётом специфики теплового и аэродинамического режима горения нефти и нефтепродуктов, что позволяет рассматривать применение БАС как функционирование технической системы в условиях граничных параметров внешней среды.

Полученные результаты формируют теоретическую основу для перехода к регламентированному применению беспилотных систем при тушении резервуарных пожаров, предусматривающему установление допустимых режимов полёта, временных интервалов работы и требований к обеспечению устойчивой связи. Это создаёт предпосылки для совершенствования нормативно-методической базы и повышения безопасности эксплуатации БАС в системе управления ликвидацией пожаров на нефтеперерабатывающих предприятиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 155.13130.2014 (ред. 2021). Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности. – М.: МЧС России, 2021.
2. Сытдыков, М. Р. О вопросах аварийности объектов нефтегазовой промышленности / М. Р. Сытдыков, А. В. Иванов, Ю. С. Абдуллаева // Актуальные проблемы пожарной безопасности: Материалы XXXVI Международной научно-практической конференции, посвященной 375-й годовщине образования пожарной охраны России, Москва, 31 мая 2024 года. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС РФ, 2024. – С. 119-123. – EDN NCEJHN.
3. Стратегия развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года : утв. распоряжением Правительства Рос. Федерации от 21 июня 2023 г. № 1630-р. – Москва, 2023.

УДК 614.8:630*421:69.059

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ВЕТРОВАЛОВ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО ПРОСТРАНСТВА

Пинчук П.А.

Ребко Д.В.

Университет гражданской защиты

Аннотация. Рассмотрены специфические проблемы ликвидации ветровалов в условиях плотной городской застройки. Обоснована актуальность разработки методических рекомендаций для подразделений МЧС на основе анализа чрезвычайных ситуаций 2024–2025 гг. и апробированного опыта проведения работ в г. Могилёве.

Ключевые слова: ветровал, городская застройка, ликвидация последствий, методические рекомендации, МЧС, стеснённые условия, безопасность работ.

RELEVANCE OF DEVELOPING METHODOLOGICAL GUIDELINES FOR WINDTHROW CLEARANCE IN URBAN CONFINED CONDITIONS

Pinchuk P.A.

Rebko D.V.

University of Civil Protection

Abstract. Specific problems of windthrow clearance in dense urban environments are examined. The relevance of developing methodological guidelines for emergency response units is substantiated based on analysis of emergency situations in 2024–2025 and practical experience gained during operations in Mogilev.

Keywords: windthrow, urban environment, consequence elimination, methodological guidelines, emergency services, confined space, work safety.

Сильный ветер является одним из наиболее разрушительных природных факторов в городской среде. В Европе на его долю приходится более 50 % всех повреждений деревьев. Беларусь регулярно сталкивается с последствиями штормовых ветров: ураган июля 2024 г.

унёс жизни 6 человек (в том числе 2 детей), травмировал 72 человека и обесточил около 2 000 населённых пунктов; ураган июля 2025 г. повлёк гибель одного человека и травмирование четырёх [1, 2]. В условиях плотной застройки один поваленный крупный ствол способен спровоцировать цепочку вторичных опасностей: обрывы линий электропередачи, транспортные аварии, повреждения зданий. Ожидаемый рост частоты и интенсивности штормовых явлений вследствие изменения климата делает задачу эффективной ликвидации ветровалов в населённых пунктах особенно актуальной.

Ликвидация ветровалов в городских условиях ограниченного пространства (парки, кладбища, дворы, узкие улицы) принципиально отличается от лесохозяйственных работ на открытых территориях. Практика работ на кладбищах г. Могилёва в ходе ликвидации последствий урагана 9–10 июля 2025 г. выявила четыре ключевые проблемы: отсутствие пространства для манёвра техники и безопасного направления падения частей ствола; непредсказуемое распределение напряжений в зависших и опёртых на объекты инфраструктуры деревьях; невозможность обеспечить нормативные пути отхода длиной не менее 4 м; неприменимость тяжёлой лесозаготовительной техники на территориях с ограниченной несущей способностью покрытий [3].

На сегодняшний день методики ликвидации последствий ветровалов в подразделениях МЧС Республики Беларусь отсутствуют. Существующие инструкции лесного хозяйства предусматривают стягивание зависших деревьев тросом и лебёдкой, что неизбежно сопровождается повторным ударом ствола по расположенным рядом объектам и наносит дополнительный ущерб. Арбористы специализируются преимущественно на работе со здоровыми деревьями на корню и не ориентированы на оперативную массовую разборку завалов в режиме чрезвычайной ситуации. Таким образом, существует нормативный пробел, требующий разработки специализированных методических рекомендаций, адаптированных к условиям аварийно-спасательных подразделений.

В ходе ликвидации последствий ветровала 2025 г. апробирован порядок действий, включающий пять последовательных этапов: формирование рабочих групп (ядро из 1–2 аттестованных вальщиков леса 6-го разряда и 10–15 человек для транспортировки древесины); расчистку безопасных маршрутов выноса материала; первоочерёдную ликвидацию зависших и неустойчивых стволов с применением ручных лебёдок и полиспастов; последовательную распиловку оставшихся поваленных деревьев на фрагменты, перемещаемые вручную; параллельный вынос заготовленной древесины из рабочей зоны. Установлено также, что штатный лом-хулиган может применяться в качестве валочного клина и валочной лопатки, что позволяет расширить возможности работы без специализированного инструмента.

Обобщение накопленного опыта обосновывает необходимость разработки методических рекомендаций для МЧС по трём направлениям: требования к составу и подготовке оперативных групп (квалификационный минимум, средства защиты, снаряжение); алгоритм действий при различных типах ветровальных ситуаций в стеснённых условиях с учётом вторичных опасностей; порядок межведомственного взаимодействия с коммунальными службами, энергетиками и органами местного управления. Наличие единого нормативно-методического документа повысит безопасность спасателей, сократит время ликвидации последствий и снизит вторичный ущерб от проведения аварийно-восстановительных работ в городских условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лукашенко поручил за будущий год восстановить лесонасаждения на пострадавших от стихии территориях // Полоцкий районный исполнительный комитет : [сайт]. – 2024. – 2 авг. – URL: <https://polotsk.vitebsk-region.gov.by/ru/novosti/respublikanskije-novosti/item/13654...> (дата обращения: 07.05.2025).
2. Иванова, К. Как выглядит сломанный и поваленный лес после урагана в Беларуси: фото и видео / К. Иванова // Комсомольская правда : [сайт]. – 2025. – 11 июл. – URL: <https://www.belarus.kp.ru/daily/27724.5/5113231/> (дата обращения: 10.09.2025).
3. Dhubháin, Á. Understanding and managing windthrow / Á. Dhubháin, N. Farrelly // COFORD Connects. Silviculture and Forest Management. – 2018. – No. 23. – 4 p. – URL: <https://coford.ie/media/coford/content/publications/2018/SM23ManagingWindthrow160418.pdf> (date of access: 07.05.2025).

УДК 614.846.63

МАТЕРИАЛЫ СОВРЕМЕННЫХ ЦИСТЕРН ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И СТРАНАХ АЗИИ

Працукевич Н.В.

Короткевич С.Г., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. Проведен анализ материалов, применяемых при изготовлении пожарных автоцистерн в Республике Беларусь и в странах Азии. Рассмотрены конструктивные особенности резервуаров, используемые материалы, а также их преимущества и недостатки в практическом использовании.

Ключевые слова: пожарная автоцистерна, стеклопластик, полипропилен, композитные материалы, сталь, волнолом.

MATERIALS OF MODERN FIRE TRUCK TANKS IN THE REPUBLIC OF BELARUS AND ASIAN COUNTRIES

Pratsukevich N.V.

Korotkevich S.G., PhD in Technical Science, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. An analysis of materials used in the manufacture of fire tanker trucks in the Republic of Belarus and Asian countries has been conducted. The structural features of the tanks, the composite and metallic materials employed, as well as their advantages and disadvantages are examined.

Keywords: fire tanker truck, fiberglass, polypropylene, composite materials, steel, baffle.

Эффективность применения пожарных автоцистерн определяется не только тактико-техническими характеристиками, но и материалом, из которого изготовлен резервуар для воды и пенообразователя. Материал влияет на массу автомобиля, долговечность конструкции, устойчивость к коррозии, стоимость производства и эксплуатационные расходы. Традиционно резервуары изготавливались из углеродистой или легированной

стали. Однако развитие технологий привело к широкому внедрению композитных и полимерных материалов.

В Республике Беларусь одним из основных производителей пожарной техники является ООО «ПОЖСНАБ». В современных моделях пожарных автоцистерн, устанавливаемых на шасси МАЗ, применяются цистерны из армированного стеклопластика. Стеклопластик представляет собой композиционный материал на основе полимерной матрицы, армированной стекловолокном. Применение данного материала позволяет: снизить массу конструкции по сравнению со сталью; повысить коррозионную стойкость; исключить необходимость дополнительного антикоррозионного покрытия; увеличить полезную грузоподъемность автомобиля; формировать резервуары сложной геометрической формы [1].

Современные белорусские автоцистерны имеют прямоугольное сечение корпуса, оснащаются внутренними противоволновыми перегородками (волноломами), предотвращающими гидроудары при движении. Конструкция предусматривает технологические люки, сливные устройства и крепление к раме через подрамник с демпфирующими элементами.

В странах Азии наблюдается широкое разнообразие применяемых материалов. Крупными производителями пожарной техники в Китайской Народной Республике являются такие компании, как CSCTRUCK (Hubei Chusheng Commercial Truck Co., Ltd), CXFIRE (Sichuan Chuanxiao Fire Trucks Manufacturing Co., Ltd), CIMC Fire Safety / Ziegler (China International Marine Containers Group), которые поставляют пожарную технику в страны Африки, Ближнего Востока, Южной и Северной Америки. В современных моделях пожарных автоцистерн, устанавливаемых на шасси ISUZU, HOWO и других, используются цистерны из углеродистой стали (толщиной 3–5 мм), полипропилена (баки из данного материала характеризуются меньшей массой и высокой химической стойкостью), полиэтилена (применяется для пенобаков и резервуаров малого и среднего объема), а также из стеклопластика (баки из данного материала характеризуются меньшей массой по сравнению со сталью, долговечностью и не требуют дополнительной антикоррозионной защиты) [2-3].

В ходе анализа было установлено, что основная часть пожарных автоцистерн азиатских производителей выполнена из углеродистой стали, что требует от производителей внедрения интегральных подрамников и амортизирующих прокладок для снижения динамических нагрузок [2-3].

Для наглядного сравнения эксплуатационных и конструктивных характеристик материалов, применяемых при изготовлении пожарных автоцистерн в Республике Беларусь и странах Азии, представлен сравнительный анализ основных свойств используемых материалов (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ материалов

Показатель	Сталь	Стеклопластик	Полипропилен	Полиэтилен
Масса	высокая	низкая	низкая	низкая
Коррозионная стойкость	низкая (требуется защиты)	коррозии не подвержена	коррозии не подвержена	коррозии не подвержена
Стоимость	средняя	высокая	средняя	низкая
Ремонтопригодность	средняя	средняя	средняя	средняя
Долговечность	высокая (при условии защиты от коррозии)	высокая	высокая	средняя

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы: в Республике Беларусь преимущественно используется стеклопластик, что обусловлено стремлением снизить массу автоцистерны, увеличить объем перевозимой воды без превышения допустимой нагрузки на оси и уменьшить эксплуатационные затраты. Тогда как в странах Азии используется комбинированный подход к изготовлению баков пожарных автомобилей, данный выбор обусловлен экономическими факторами, объемом цистерны и условиями эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. ООО «ПОЖСНАБ» // Усиленный армированный стеклопластик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pozhsnab.com/tehnologii/10-usilennyj-armirovannyj-stekloplastik.html> – Дата доступа: 25.02.2026
2. Hubei Chusheng Vehicle Co., Ltd (CSCTRUCK) // Пожарные машины Азии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.csc-trucks.com/fire-truck/tank-fire-truck/foton-auman-4wd-5000l-water-tanker-fire-truck.html> – Дата доступа: 25.02.2026
3. CXFIRE (Sichuan Chuanxiao Fire Trucks Manufacturing Co., Ltd) // Пожарные машины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fire-fightingtruck.com/supplier-426833-fire-fighting-truck> – Дата доступа: 25.02.2026

УДК 614.842.61

ОГНЕПРЕГРАЖДАЮЩИЙ МЕХАНИЗМ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОЖАРОВ ПРОЛИВА ГСМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗАЛЬТОВОЙ СЕТКИ

Проценко Т.В.

Ивахнюк Г.К., доктор химических наук, профессор

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. Рассмотрена огнепреграждающий механизм локализации пожаров пролива дизельного топлива с использованием базальтовой сетки. Показано, что каналы с безопасным гидравлическим диаметром обеспечивают устойчивое прекращение горения за счёт превышения теплотерь над тепловыделением реакции и предотвращают повторное воспламенение.

Ключевые слова: базальтовая сетка, огнепреграждение, дизельное топливо, гидравлический диаметр.

FLAME-ARRESTING MECHANISM FOR LOCALIZATION OF FUEL SPILL FIRES USING BASALT MESH

Protsenko T.V.

Ivakhnyuk G.K., Grand PhD in Technical Sciences, Professor

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Abstract. A flame-arresting mechanism for localizing diesel fuel spill fires using basalt mesh is considered. It is shown that channels with a safe hydraulic diameter ensure stable flame extinction due to heat losses exceeding the heat release of the reaction and prevent re-ignition.

Keywords: basalt mesh, flame arresting, fuel spill fire, diesel fuel, hydraulic diameter.

Проблема локализации и ликвидации проливов горюче-смазочных материалов остаётся актуальной, особенно в условиях ландшафтных пожаров, при ликвидации которых используется специализированная техника. Воздействие высоких температур может сопровождаться повреждением элементов топливной системы автотранспорта и образованием проливов дизельного топлива. Горение жидкостей характеризуется высокой плотностью тепловыделения и устойчивым пламенем, что затрудняет локализацию очага и повышает вероятность распространения огня на окружающую растительность.

В условиях ограниченных водных ресурсов и необходимости автономного реагирования актуальными являются пассивные средства огнепреграждающего действия. Предлагаемая технология основана на использовании базальтовой сетки, формирующей систему каналов с эквивалентным гидравлическим диаметром, не превышающим безопасного значения для паров дизельного топлива. При прохождении пламени через узкие каналы тепловой поток интенсивно отводится к минеральным волокнам, вследствие чего теплотери превышают тепловыделение химической реакции. В результате происходит затухание фронта горения и прекращение устойчивого пламени на поверхности пролива. Дополнительно ограничивается поступление кислорода в зону реакции.

Экспериментальные исследования на модельном очаге пожара класса В, показали различную эффективность образцов базальтового полотна в зависимости от структуры ячеек. Цельная ткань (без отверстий) обеспечивала прекращение горения в течение 3–6 с, однако через 10–15 с фиксировалось повторное воспламенение. Образцы с отверстиями, равными эквивалентному критическому диаметру, демонстрировали неустойчивое гашение и время прекращения горения 15–22 с при частичном прорыве пламени. Наиболее устойчивый результат обеспечивали образцы с отверстиями, соответствующими безопасному гидравлическому диаметру: прекращение горения происходило в течение 3–6 с без последующего повторного загорания. [1]

Полученные результаты подтверждают, что устойчивость огнепреграждающего эффекта определяется не только негорючестью и термостойкостью материала, но и соответствием геометрических параметров ячеистой структуры условиям гашения пламени.

Базальтовая сетка сохраняет работоспособность при воздействии высоких температур, устойчива к нефтепродуктам и допускает многократное применение. В практическом плане целесообразно включение огнепреграждающего полотна в состав аварийных комплектов лесопожарной, инженерной и специальной техники. Перспективным является применение полотна в системах механического или дистанционного разворачивания (сброс на очаг, натяжение тросами, использование беспилотных платформ), что позволяет сократить время реагирования и повысить безопасность личного состава. [2,3]

Локализация пожара пролива дизельного топлива на ранней стадии позволяет ограничить тепловое воздействие очага и снизить вероятность перехода пожара на окружающую растительность при эксплуатации техники в зоне природных пожаров. Это особенно важно в условиях повышенной ресурсной нагрузки на подразделения, когда основные запасы воды и пенообразователя направляются на тушение фронта ландшафтного пожара. Применение базальтовой сетки как автономного огнепреграждающего средства позволяет сократить расход огнетушащих веществ при локализации проливов ГСМ и обеспечить более рациональное распределение ресурсов в ходе ликвидации пожара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Огнепреграждающая эффективность базальтового полотна в условиях пожара горючих жидкостей и техники / Т. В. Проценко, М. В. Остапова, И. Ф. Калимуллина, И. А. Сорокин // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы : Материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 23 октября 2025 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, 2025. – С. 251-254.
2. Гавгалюк Б.В, Смирнов А.С., Мельник А.А., Ивахнюк С.Г., Насруллаев И.А., Мурашкевич Е.А., Константинова А.С. Огнетушащее полотно на основе базальтовой сетки: патент на изобретение № 2801658 / заявл. 19.10.2022; опубл. 11.08.2023, Бюл. № 23. – 8 с.
3. Ивахнюк Г.К., Головин С.А., Осмонов Ю.Ю., Королева Л.А., Хайдаров А.Г., Иванов Е.А., Краснов П.Е., Бармин А.Э., Нахин А.Н. Огнегасительная базальтовая сетка: патент на полезную модель № 194307 / заявл. 21.03.2019; опубл. 05.12.2019, Бюл. № 34. – 6 с.

УДК 614.843

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЖАРНЫХ АВТОЛЕСТНИЦ АЛ-32

Прытков Л.Н., Киселев В.В.

Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России

COMPARATIVE ANALYSIS OF TACTICAL AND TECHNICAL CHARACTERISTICS OF AL-32 FIRE TRUCKS

Prytkov L.N., Kiselyov V.V.

Abstract. This article presents a comparative analysis of the tactical and technical characteristics of the AL-32 fire trucks. The paper shows the relevance of the use of high-altitude fire and rescue equipment. Popular models of AL-32 fire trucks are demonstrated and a comparative analysis is performed among them. As a result of the analysis, it was revealed that the most optimal option is the AL-32 based on the KAMAZ 53605 chassis.

Keywords: sodium, sodium coolant, radionuclide, analysis, thermodynamic modeling.

В настоящее время применение высотной пожарно-спасательной техники становится более актуальным, так как во многих городах преобладает строительство многоэтажных зданий, которые являются объектами массового пребывания людей. Именно поэтому возгорания в многоэтажных зданиях могут приводить к большим жертвам и сильному общественному резонансу.

Эффективность действий подразделений противопожарной охраны зависит от множества факторов, среди которых важнейшую роль играет оснащенность подразделений пожарно-спасательной техникой, способной обеспечить быстрое развертывание сил и средств на верхние этажи для спасения людей и тушения очага возгорания.

С учетом проведенного анализа крупных городов было выявлено, что основной объем зданий жилого фонда представлен многоквартирными домами высотой от 5 до 9 этажей. Следовательно, наиболее актуальны и целесообразны к применению будут автолестницы типа: АЛ 32 с высотой подъема лестницы 30 – 32 м. На рынке представлено множество образцов данной пожарной техники, поэтому необходимо провести сравнительный анализ тактико-технических характеристик АЛ 32. На рисунке 1 показаны популярные модели

автолестниц АЛ-32, таких как: АЛ-32 на базе шасси МАЗ-5340С3 [1], АЛ-32 на базе шасси КАМАЗ 53605 [2] и АЛ-32 на базе шасси КамАЗ 43118 [3].



АЛ-32 на базе шасси
МАЗ-5340С3



АЛ-32 на базе шасси
КАМАЗ 53605



АЛ-32 на базе шасси
КамАЗ 43118

Рисунок 1. Пожарные автолестницы АЛ-32

В таблице 1 представлен сравнительный анализ тактико-технических характеристик пожарных автолестниц АЛ 32.

Таблица 1. – Сравнительный анализ тактико-технических характеристик пожарных автолестниц АЛ-32

Характеристика	АЛ-32 на шасси МАЗ-5340С3	АЛ-32 на шасси КАМАЗ 53605	АЛ-32 на шасси КамАЗ 43118
Базовое шасси	МАЗ-5340С3	КамАЗ 53605	КамАЗ 43118
Колесная формула	4х2	4х2	6х6
Габаритные размеры, м	10,73х2,5х3,4	10х2,5х3,4	12х2,55х3,9
Полная масса, кг	18 750	14 500	15 500
Максимальная скорость, км/ч	85	85	85
Время установки на выносные опоры, с	50	40	45
Максимальная рабочая нагрузка, кг	300	300	300
Время подъема от 0° до 75°	45	40	45
Угол поворота лестницы, град.	360	360	360
Максимальная ширина опорного контура, м	4,95	от 2,50 до 4,85	2,50 до 5

В результате проведенного анализа тактико-технических характеристик пожарных автолестниц выявлено, что наиболее оптимальным вариантом является АЛ-32 на базе шасси КАМАЗ 53605. Данная автолестница преобладает по следующим характеристикам: габаритным размерам, полной массе, времени установки на выносные опоры, времени подъема от 0° до 75° и максимальной ширине опорного контура [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Автолестница пожарная АЛ-32 (5340). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pozhsnab.com/katalog/85-avtolestnica-pozharnaja-al-32-5340.html> – Дата доступа: 25.02.2026.
2. Автолестница пожарная АЛ-32 (53605) [Электронный ресурс]. <https://pozhsnab.com/katalog/86-avtolestnica-pozharnaja-al-32-53605.html> – Дата доступа: 25.02.2026.
3. Автолестница пожарная АЛ-32 (43118). [Электронный ресурс]. <https://mashina-01.ru/catalog/avtolestnitsa-pozharnaya-al-32-43118-so-syemnoy-lyulkoy-na-vershine-strely.html> – Дата доступа: 25.02.2026.
4. Попова, С. В. Анализ тактико-технических характеристик пожарных автолестниц ал-32 / С. В. Попова // Юриспруденция: актуальные вопросы теории и практики : Сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции, Анапа, 30 июня 2023 года. – Анапа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2023. – С. 71-75. – EDN HMLARN.

УДК 614.842.618

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЭФФЕКТИВНОЙ ТАКТИКИ ОХЛАЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПОЖАРАХ

Рак А.С.

Шилов И.А.

Университет гражданской защиты

Аннотация. В статье описаны физико-химические процессы, происходящие внутри железобетонных конструкций в условиях воздействия повышенных температур при пожаре, а также приведено научное обоснование применения эффективных тактических приемов по их охлаждению.

Ключевые слова: железобетон, поведение бетона, охлаждение строительных конструкций, прочность стали, охлаждение водой.

SCIENTIFIC PRINCIPLES OF EFFECTIVE TACTICS OF REINFORCED CONCRETE COOLING IN FIREFIGHTING

Rak A.S.

Shilou I.A.

University of Civil Protection

Abstract. Physico-chemical processes that occur inside the reinforced concrete during increased heat exposure in case of fire are described and scientific principles of effective tactics of reinforced concrete cooling are given in this article.

Keywords: reinforced concrete, concrete behavior, building structures cooling, steel strength, water cooling.

Железобетон является основным конструкционным материалом современного строительства. Несмотря на то, что он относится к категории негорючих, экстремальные температурные воздействия при пожарах приводят к необратимым изменениям его структуры и свойств, что угрожает несущей способности всего здания. Разработка эффективных тактик охлаждения – это не просто вопрос тушения огня, а сложная инженерная задача, направленная на сохранение жизней спасателей-пожарных и гражданских лиц, а также минимизацию материального ущерба.

Эффективность тактики охлаждения железобетонных конструкций (далее – ЖБК) при пожаре напрямую определяется ее способностью минимизировать градиент температур в теле конструкции и предотвращать критические фазовые превращения в бетоне и стали, что достигается за счет знаний в области термомеханики, гидродинамики, физико-химических свойств материалов.

1. Особенности термомеханического поведения бетона при пожаре

Бетон представляет собой гетерогенный (неоднородный) композит, состоящий из цементного камня, заполнителей и пор. Его поведение при нагреве является результатом сложного взаимодействия физико-химических превращений и возникающих вследствие них механических напряжений. Далее будут изложены процессы, влияющие на прочность и огнестойкость бетона при различных температурах.

1.1. Дегидратация и рост порового давления ($t \sim 100\text{--}200\text{ }^{\circ}\text{C}$).

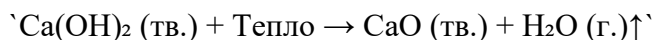
В цементном камне присутствует несколько видов воды: свободная (в капиллярах и порах) и физико-химически связанная в виде гидратных фаз (например, C-S-H гель, эттрингит, гидроксид кальция). В диапазоне $t \sim 100\text{--}200\text{ }^{\circ}\text{C}$ происходит испарение свободной воды и дегидратация – удаление химически связанной воды из структуры гидратных силикатов и алюминатов кальция. Наиболее критично разрушение C-S-H геля, являющегося основным носителем прочности цементного камня. Интенсивное парообразование в пористой структуре приводит к резкому увеличению порового давления. Пористость бетона не является сообщающейся в полной мере, поэтому пары воды не могут быстро мигрировать к поверхности.

Создается градиент давления между нагреваемыми внешними слоями и более холодной внутренней частью элемента. Это давление действует на стенки пор и микротрещин, вызывая растягивающие напряжения в матрице цементного камня, развитие сети микротрещин, снижающее прочность на сжатие и растяжение [1].

Повышение проницаемости бетона облегчает проникновение вглубь конструкции агрессивных сред и продуктов горения, усугубляя дальнейшую деградацию.

1.2. Деструкция гидроксида кальция и «вторичное разрушение» ($t \sim 400\text{--}550\text{ }^{\circ}\text{C}$).

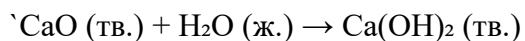
Химическая реакция:



Эндотермическая реакция дегидратации, протекающая с потерей массы около 24%. Гидроксид кальция является связующим компонентом в цементном камне. Его разложение приводит к потере целостности матрицы и образованию высокопористой структуры из оксида кальция (CaO, негашеная известь). Прочность бетона в этом температурном диапазоне падает катастрофически – до 50-60% от исходной [4].

1.3. Феномен «вторичного разрушения», происходящий после пожара, во время охлаждения или при контакте с водой для тушения.

Оксид кальция (CaO) является химически активным и гигроскопичным. При контакте с водой (в виде капель от пожарного ствола или атмосферной влагой) происходит реакция гашения (гидратации):



Данная реакция сопровождается значительным увеличением объема (примерно в 2 раза). Это объемное расширение создает мощные внутренние растягивающие напряжения в уже ослабленной и растресканной структуре бетона. В результате происходит интенсивное

растрескивание, отслоение защитного слоя, иногда полное разрушение элемента, которое может произойти через несколько часов или дней после пожара.

1.4. Кварцевый переход (α - β инверсия кварца) ($\sim 573^\circ\text{C}$).

Песок и гравий, используемые в качестве заполнителей, в основном состоят из диоксида кремния (SiO_2) в форме кварца. При температуре приблизительно 573°C кварц претерпевает быстрый и обратимый фазовый переход из α -кварца (низкотемпературная модификация) в β -кварц (высокотемпературная модификация). Переход сопровождается резким увеличением объема кристаллической решетки примерно на 0.85%. Хотя это значение кажется небольшим, в масштабах жесткого и хрупкого зерна заполнителя это вызывает значительные внутренние напряжения. Так как заполнители прочно сцеплены с цементной матрицей, их внезапное расширение создает мощные сдвиговые и растягивающие напряжения на границе раздела «заполнитель-цементный камень».

Это приводит к образованию потери сцепления и развитию очаговых микротрещин вокруг каждого зерна кварца, что приводит к резкому снижению прочности и модуля упругости бетона, повышение его хрупкости [2].

1.5. Термические напряжения и «спаллинг» (отслоение).

Бетон обладает низким коэффициентом теплопроводности. При быстром нагреве одной поверхности (например, от открытого пламени) возникает экстремальный температурный градиент по сечению элемента. Нагреваемые внешние слои стремятся расширяться, но их расширению препятствуют более холодные внутренние слои. В результате в поверхностной зоне возникают высокие сжимающие напряжения [1].

По закону механики сплошных сред, если в одной зоне есть сжатие, то в другой должна возникнуть уравнивающая его зона растяжения. В ядре сечения и на границе с холодными слоями формируются растягивающие напряжения.

Механизм спаллинга:

Существует два основных типа:

1. Поровой спаллинг: вызван быстрым ростом порового давления паров воды, которое превышает предел прочности бетона на растяжение.
2. Термический спаллинг: вызван термическими напряжениями, когда сжимающие напряжения на поверхности достигают предела прочности бетона на сжатие, что приводит к хрупкому откалыванию фрагментов. Часто эти два механизма действуют совместно.

Спаллинг крайне опасен, так как происходит внезапно, с большой скоростью, приводит к мгновенному уменьшению рабочего сечения элемента и обнажению арматуры, которая быстро теряет прочность.

Перечисленные процессы не являются изолированными. Они протекают синергетически, накладываясь друг на друга. Дегидратация и рост пористости подготавливают почву для более интенсивного развития термических напряжений. Кварцевый переход резко ослабляет структуру, делая ее более уязвимой к спаллингу. Понимание этой взаимосвязи критически важно для прогнозирования поведения конструкции и разработки превентивных мер, включая адекватные тактики охлаждения, направленные на минимизацию термических градиентов и порового давления.

2. Термомеханическое поведение арматуры

Работа арматуры в железобетоне основана на двух принципах: прочность стали и сцепление с бетоном. Высокая температура нарушает оба.

Снижение прочностных и деформационных характеристик: это явление обусловлено фундаментальными изменениями в кристаллической структуре стали и механизмах деформации и проявляется следующим образом.

2.1. Дислокации и термическая активация.

Прочность стали в упругой стадии определяется сопротивлением кристаллической решетки движению дислокаций (линейных дефектов решетки). С ростом температуры тепловые колебания атомов (фононы) увеличивают их амплитуду. Это облегчает движение дислокаций, «разрыхляя» решетку. Для преодоления барьеров (например, атомов углерода)

требуется меньше внешней механической нагрузки. Это приводит к снижению предела текучести (σ_T) [1].

2.2. Зависимость прочности от температуры.

При температуре 20°C арматурная сталь класса А500 имеет предел текучести ~500 МПа. При 300°C начинается заметное снижение (~15-20%). Это точка, после которой деградация становится нелинейной и ускоряется. При 500°C предел текучести падает примерно до 50% от первоначального (до ~250 МПа), конструкция, рассчитанная с запасом, может войти в область недопустимых деформаций. При 600°C предел текучести составляет лишь 30-40% от исходного (~150-200 МПа). Сталь переходит в область пластического течения — она деформируется без значительного увеличения нагрузки, что для несущего элемента означает необратимую потерю формы и несущей способности [3].

2.3. Снижение модуля упругости (Е).

Модуль упругости (модуль Юнга) характеризует жесткость материала, его способность сопротивляться упругой деформации. Связь между атомами в решетке ослабевает, что делает материал более «податливым». Критическим является падение модуля упругости на ~30%, что наблюдается в диапазоне температур 400-500°C, в данном случае при неизменной нагрузке прогибы балок и плит увеличиваются. Если деформации становятся неупругими, они не исчезают после снятия нагрузки, что ведет к остаточному провисанию конструкций [4].

2.4. Потеря адгезии (сцепления).

Совместная работа бетона и стали возможна только при надежном сцеплении, которое обеспечивается тремя компонентами:

силы сцепления (адгезия) - химическое и физическое взаимодействие на границе «сталь-бетон»;

трение, возникает после появления небольших относительных сдвигов;

механическое зацепление, которое осуществляется за счет рифления арматуры (периодического профиля).

2.5. Температурное воздействие.

Коэффициент теплового расширения (КТР) стали примерно в 1,5-2 раза выше, чем у бетона (КТР стали $\sim 12 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$, бетона $\sim 6 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$).

При быстром нагреве арматура стремится расширяться сильнее, чем окружающий ее бетон. Это создает значительные сдвиговые напряжения на границе контакта.

Эти напряжения превосходят прочность адгезионной связи и частично разрушают ее. Одновременно нагрев вызывает термическое растрескивание защитного слоя бетона, что еще больше ослабляет механическое зацепление. Процесс потери сцепления начинается уже при температуре 200-250°C и резко интенсифицируется после 400°C. При температуре 500-600°C сцепление может быть практически полностью утрачено, арматура скользит внутри бетона, и конструкция работает как набор разрозненных элементов, а не как монолит [4].

3. Физико-химические основы процесса охлаждения водой

Охлаждение водой – это управление энергией через ее перенос и фазовые превращения.

Отвод тепла от строительных конструкций осуществляется за счет высокой теплоемкости воды.

Удельная теплоемкость (с) — это количество тепловой энергии, которое необходимо передать единице массы вещества, чтобы повысить его температуру на 1 °C (или 1 K). Для воды $c_v = 4.18 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$. Это одно из самых высоких значений среди распространенных жидкостей.

Высокая теплоемкость воды обусловлена водородными связями между ее молекулами. Чтобы увеличить тепловое движение молекул (т.е., повысить температуру), необходимо разорвать значительное количество этих прочных связей, на что и тратится подводимая тепловая энергия.

Предположим, пожарный ствол подает 10 литров (10 кг) воды в минуту на конструкцию. Если эта вода, стекая, нагревается от 20°C до 80°C ($\Delta T = 60^\circ\text{C}$), то количество тепловой энергии, отобранной у конструкции только за счет нагрева (без учета испарения), составит:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 10 \text{ кг} \cdot 4.18 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 60 ^\circ\text{C} = 2508 \text{ кДж}/\text{мин.}, \quad (1)$$

где: m – масса конструкции или вещества, кг; c – удельная теплоемкость материала, кДж/(кг·°C); ΔT – разность температур, °C.

Это значительная энергия. Однако, это лишь малая часть от потенциала воды как охладителя.

Парообразование – доминирующий механизм теплоотвода.

Удельная теплота парообразования (r) — это количество тепловой энергии, необходимое для превращения 1 кг жидкости, находящейся при температуре кипения, в пар той же температуры. Для воды $r = 2256$ кДж/кг.

Сравнительный анализ: на нагрев 1 кг воды от 20°C до 100°C тратится: $1 \text{ кг} \cdot 4.18 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 80 ^\circ\text{C} = 334.4 \text{ кДж}$. На испарение 1 кг воды при 100°C тратится: 2256 кДж. [3].

Следовательно, энергия, затрачиваемая на фазовый переход (испарение), превышает энергию на нагрев до кипения в 6,75 раз ($2256/334,4 \approx 6,75$). Именно поэтому эффективность охлаждения определяется не объемом поданной воды, а объемом воды, переведенной в парообразное состояние.

Таким образом, подача распыленной струи, которая создает множество мелких капель с большой площадью поверхности, максимизирует контакт с горячей поверхностью и обеспечивает быстрое испарение, отбирая максимум энергии. Наблюдаемый признак – образование «сухого» белого пара. Подача компактной струи, когда большая часть воды не успевает испариться и стекает, нагревшись на 20-30°C является малоэффективной. В этом случае используется лишь ничтожная часть охлаждающего потенциала воды (всего ~4-8%), а основная масса уходит в дренаж, не выполнив свою задачу и создавая риск переувлажнения и вторичного разрушения.

Научный подход к охлаждению заключается в управлении подачей воды для смещения баланса от простого нагрева к интенсивному фазовому переходу – испарению. Парообразование – ключевой процесс: испарение 1 литра воды при 100°C отнимает 2256 кДж энергии. Это в 540 раз эффективнее, чем просто нагрев. Эффективная тактика должна максимизировать долю воды, переходящей в пар непосредственно на горячей поверхности.

Подача большого количества холодной воды на раскаленную поверхность ($>300^\circ\text{C}$) вызывает резкое неравномерное охлаждение и возникновение трещин (термический шок).

Если вода не успевает испариться и проникает вглубь трещин к еще более горячим зонам, происходит ее мгновенное вскипание с резким скачком давления (гидравлический удар пара), что приводит к взрывному отколу бетона.

Подача воды на конструкции с температурой ниже 100°C приводит к ее впитыванию (миграция влаги). Последующий нагрев вызывает уже упомянутый рост порового давления и отслоение.

Идеальная тактика стремится к созданию тонкой паровой завесы на поверхности бетона, где основная энергия пожара расходуется на фазовый переход «вода-пар», а не на нагрев самой конструкции или избыточное увлажнение.

На основе понимания вышеизложенных процессов можно сформировать конкретные тактические приемы.

Принцип дистанционного и импульсного охлаждения позволяет избежать термического шока и контролировать количество подаваемой воды. Распыленная струя (от ствола высокого давления) имеет большую площадь поверхности контакта, что максимизирует эффективность парообразования и минимизирует проникновение воды

вглубь. Короткие циклы охлаждения (2-3 секунды) с паузами для полного испарения воды. Охлаждение ведется с безопасной дистанции под острым углом к поверхности (для предотвращения гидравлического удара).

Принцип приоритетного охлаждения критических элементов: колонны, плиты перекрытий и узлы их соединений испытывают наибольшие нагрузки. Потеря их несущей способности приводит к прогрессирующему обрушению. Принцип основан на охлаждении в первую очередь критических элементов здания.

Принцип контроля температуры и визуальной оценки: цвет дыма и пара, звук от падающих капель могут служить индикаторами температуры. Белый «сухой» пар свидетельствует об эффективном испарении, а темно-серый дым с каплями воды – о неэффективном охлаждении. Данный принцип требует от личного состава наличие знаний, умений и навыков в «чтении» состояния конструкций и использовании тепловизоров для определения перегретых зон.

Современная тактика охлаждения ЖБК – это не интуитивный процесс, а боевая работа, основанная на глубоком понимании термомеханики и физики теплообмена. Ее эффективность напрямую зависит от перехода от экстенсивного «заливания» конструкций зданий к целенаправленному, дозированному и научно обоснованному управлению тепловой энергией с помощью воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бетоны. Материалы. Технологии. Оборудование. — Изд.2-е. — М.: Стройинформ, Ростов н/Д: Феникс, 2008. —382 с.: ил. — (Строитель);
2. Бетоны: учебное пособие/ Г.В. Несветаев. —Изд. 2-е, доп. и перераб. — Ростов н/Д: Феникс, 2013. —381 с.: ил. — (Строительство);
3. Зенков Н.И. Строительные материалы и поведение их в условиях пожара: Учебное пособие. – М.,1974. – 176 с.;
4. Ильин Н.А. Последствия огневого воздействия на железобетонные конструкции. – М.: Стройиздат, 1979. – 128 с.

УДК 621.7

СТРУКТУРА НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ ДЕТАЛЕЙ ПОЖАРНОЙ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Рева О.В., Говор Т.А.

Университет гражданской защиты

Аннотация. Изучена зависимость микроструктуры поверхности никелевых покрытий, полученных из высокоскоростного из кремнефтористого электролита, от условий синтеза и выявлены критерии получения защитных коррозионностойких слоев с плотной бездефектной структурой.

Ключевые слова: Скоростной гексофторсиликатный электролит никелирования, микроструктура поверхности, бездефектные коррозионностойкие никелевые покрытия.

STRUCTURE OF NICKEL COATINGS FOR ANTI-CORROSION PROTECTION RESCUE EQUIPMENT DETAILS

Reva O.V., Govor T.A.

University of Civil Protection

Abstract. The dependence of the surface microstructure of nickel coatings obtained from a high-speed fluorosilicate electrolyte on the synthesis conditions was studied, and criteria for obtaining protective corrosion-resistant layers with a dense, defect-free structure were identified.

Keywords: high-speed hexafluorosilicate nickel plating electrolyte, surface microstructure, defect-free corrosion-resistant nickel coatings.

Одним из наиболее эффективных способов повышения надежности деталей машин и механизмов, эксплуатирующихся в экстремальных условиях, является нанесение на поверхность ответственных деталей упрочняющих покрытий, что значительно более экономично, чем изготовление всей детали из высокопрочных легированных сталей и сплавов цветных металлов. Гидрометаллургический синтез защитных металлопокрытий по сравнению с методами порошковой металлургии, наплавки и напыления обладает рядом преимуществ, таких как экономичность, техническая простота и возможность варьирования в широких пределах химического и фазового состава, микроструктуры, физико-химических свойств металлических пленок [1, 2].

Ранее нами были исследованы закономерности скоростного электрохимического синтеза твердых коррозионностойких никелевых покрытий из кремнефтористых электролитов и определены оптимальные показатели ряда факторов (плотность тока, температура раствора, концентрация кремнефторида никеля) для получения толстых бездефектных покрытий с высоким выходом по току, который напрямую связан с отсутствием наводораживания и, соответственно, охрупчивания покрытий.

При исследовании толстых (60-70 мкм) никелевых покрытий, полученных в оптимальных условиях (в отсутствие катодной пассивации и наводораживания) методом сканирующей электронной микроскопии было установлено, что микроструктура их поверхности очень плотная, однородная и равномерная, без трещин, пор и других дефектов, Рис. 1. Форма крупных кристаллитов гребенчатая или пирамидальная, что является отличительной особенностью кремнефтористых электролитов. Несмотря на то, что размеры отдельных кристаллитов могут достигать 5-6 мкм, на снимках отчетливо видно, что эти кристаллиты сформированы из практически неразличимых сросшихся воедино зерен. При этом повышение плотности тока в допустимом диапазоне приводит к выравниванию микроструктуры поверхности никелевых покрытий и уменьшению размеров кристаллитов до 0,5-1 мкм, что является общей закономерностью для электрохимически кристаллизованных металлов. Зерна, образующие кристаллическую решетку, практически неразличимы и упакованы очень плотно, что, в свою очередь, обеспечивает высокую коррозионную стойкость изучаемых покрытий.

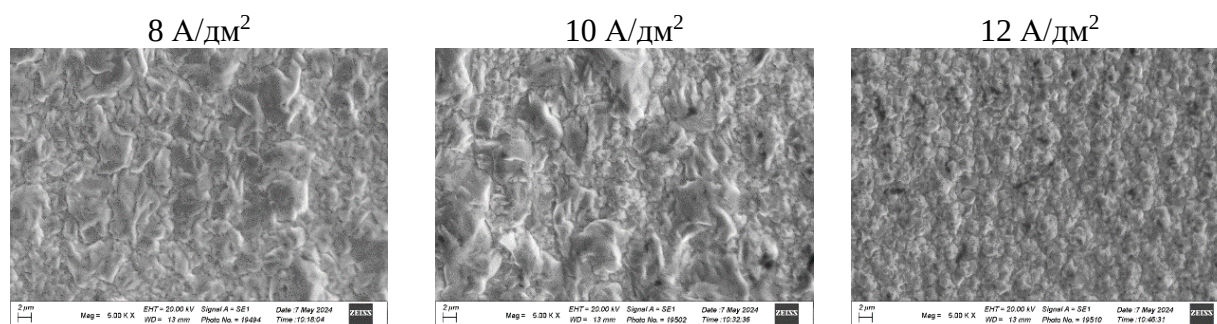


Рисунок 1. – Микроструктура поверхности никелевых покрытий толщиной 60 мкм, полученных при различных плотностях тока

Химический состав пленок определяли с помощью рентгеноспектрального анализа приповерхностной зоны покрытий. Эти данные довольно точно отражают массовый состав пленок и показывают наличие микропримесей углерода и кислорода, вызванных адсорбцией атмосферных газов, не влияющих на качество покрытия. Результаты детального глубокого микрорентгеноспектрального анализа показали, что в покрытиях с толщиной 30-60 мкм (толщина, достаточная для надежной защиты деталей пожарной аварийно-спасательной техники и оборудования от коррозии) элементы распределены равномерно по всей толщине пленки, Рис.2.

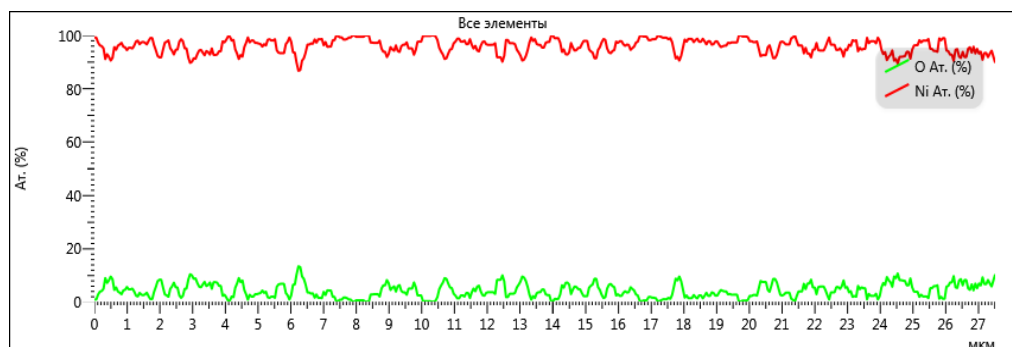


Рисунок 2. – Энергодисперсионный спектр покрытия по глубине

Кислород в количестве ~2 ат. %, равномерно распределенный по глубине исследованных покрытий, очевидно входит в состав оксо-гидроксосоединений никеля, присутствующих в электролитах в виде наноразмерной твердой фазы. Эти соединения включаются в покрытия в незначительных количествах, которые не нарушают, а модифицируют физико-механические свойства пленок и их коррозионную стойкость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гамбург, Ю. Д. Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов / Ю. Д. Гамбург. – М. : РАН ИФХ, Янус-К, 1997. – 384 с.
2. Грилихес С. Я. Электролитические и химические покрытия. Теория и практика / С. Я. Грилихес, К. И. Тихонов. – Л. : Химия, 1990. – 288 с.

УДК 614.894.73

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СОЗДАНИИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ СО СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ

Романчук С.А.

Бабич В.Е. кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. Представлены основные тенденции в создании современных дыхательных аппаратов, такие как мониторинг устройств в реальном времени и улучшенная эргономика. Приведены исследования ведущих производителей, основной которых является внедрение в средства защиты технологий искусственного интеллекта и дополненной реальности.

Ключевые слова: дыхательный аппарат со сжатым воздухом, газодымозащитная служба, средства защиты органов дыхания.

CONTEMPORARY TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF COMPRESSED AIR BREATHING APPARATUS

Romanchuk S.A.

Babich V.E., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The main trends in the development of modern breathing apparatus, such as real-time device monitoring and improved ergonomics, are presented. Research by leading manufacturers is cited, the main focus of which is the introduction of artificial intelligence and augmented reality technologies into protective equipment.

Keywords: breathing apparatus with compressed air, gas and smoke protection service, respiratory protection equipment.

Дыхательные аппараты со сжатым воздухом (далее - ДАСВ) являются основными средствами защиты органов дыхания спасателей-пожарных применяемых при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

ДАСВ претерпели значительные изменения с момента первого использования в 1920-х годах в виде кислородных изолирующих аппаратов с системами замкнутого контура. В 1950-х годах внедрены первые баллонные аппараты оснащенные легочными автоматами дозирующими подачу воздуха в подмасочное пространство. В 1969 году созданы аппараты включающие баллоны высокого давления (300 Бар), что значительно увеличило время работы спасателей-пожарных при ликвидации пожаров. В настоящее время разработаны баллоны, изготовленные из композитных материалов, позволившие снизить массу более чем в 3 раза без снижения объема вмещаемого воздуха. Эксплуатируемые ДАСВ оборудованы электронными системами индикации объема воздуха в баллонах, системами избыточного давления, корректируемыми размерами ложементов и т.д.

Одним из наиболее значительных достижений в области ДАСВ является интеграция возможностей мониторинга в режиме реального времени. Современные модели оснащены датчиками, которые обнаруживают изменения качества воздуха оповещая пользователей, если качество воздуха считается опасным. В некоторых случаях ДАСВ оснащены функциями GPS-слежения, позволяющими контролировать перемещения спасателей-пожарных в режиме реального времени.

Основными направлениями совершенствования ДАСВ являются повышение времени непрерывной работы, улучшение эргономики (большой комфорт в ношении, применение мягкие плечевых и поясных ремней, которые равномерно распределяют вес) и внедрение интеллектуальных систем позволяющих повысить информированность спасателей-пожарных участвующих при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Основными тенденциями внедрения интеллектуальных систем является внедрение искусственного интеллекта (ИИ) и машинное обучение (МО), а также дополненная реальность (ДО). Интеграция ИИ и МО позволяет проводить высокодетальный анализ данных датчиков ДАСВ в режиме реального времени, предоставляя ценную информацию о потенциальных опасностях. В результате спасатели-пожарные могут принимать обоснованные решения и оставаться в большей безопасности в опасных условиях. Добавление технологии ДО позволяет накладывать эти данные в режиме реального времени на поле зрения спасателей-пожарных, значительно повышая ситуационную осведомленность и улучшая принятие решений в чрезвычайных ситуациях.

Кроме того, экологичность становится все более важным фактором при проектировании дыхательных аппаратов. Производители изучают инновационные методы

снижения воздействия своей продукции на окружающую среду, такие как использование перерабатываемых материалов и минимизация энергопотребления. Такой подход выгоден не только для окружающей среды, но и для долгосрочных затрат на использование дыхательных аппаратов. Акцент на экологичности в современном и будущем проектировании дыхательных аппаратов демонстрирует необходимую приверженность принципам устойчивого развития и снижению воздействия на окружающую среду.

Универсальность ДАСВ также является важным фактором, учитывая, что спасатели-пожарные должны иметь возможность использовать свое снаряжение в самых разных ситуациях. Поэтому необходимо выбирать ДАСВ, специально разработанный для использования в различных условиях чрезвычайных ситуаций.

MSA, Dräger и Interspiro — три ведущих производителя ДАСВ. Каждая марка предлагает широкий ассортимент продукции, соответствующей международным стандартам, с уникальными характеристиками, отвечающими конкретным потребностям.

MSA G1 отличается облегченной конструкцией, что улучшает перемещение в стесненных условиях. Данный ДАСВ оснащен видимым дисплеем, который легко читается даже в условиях низкой освещенности. Кроме того, G1 имеет встроенную тепловизионную камеру, которая позволяет пожарным видеть сквозь дым и выявлять очаги возгорания.

Dräger PSS 7000 SCBA имеет модульную конструкцию, позволяющую настраивать его в соответствии с потребностями пользователя. Он также оснащен новой конструкцией регулятора, обеспечивающей более естественное дыхание, что облегчает дыхание в опасных условиях. PSS 7000 также имеет встроенную систему голосовой связи, позволяющую пожарным более эффективно общаться друг с другом.

Interspiro Spiromatic S8 SCBA имеет уникальную конструкцию, обеспечивающую максимальную мобильность, что снижает нагрузку на плечи пользователя и облегчает передвижение. Spiromatic также имеет систему предупреждения о низком давлении, которая оповещает пользователей, когда уровень газа в баллоне становится низким.

УДК 61.614.7+73

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАДИАЦИОННОМ И ХИМИЧЕСКОМ ЗАРАЖЕНИИ: ОРГАНИЗАЦИЯ НАБЛЮДЕНИЯ И КОНТРОЛЬ

Селезнева И.А.

Унуковская А.И.

Белорусская государственная академия авиации

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы организации поисково-спасательных работ и экологического мониторинга в условиях радиационного и химического заражения. Особое внимание уделяется деятельности поста радиационного и химического наблюдения, его задачам, порядку функционирования и роли обеспечения безопасности населения и спасательных формирований.

Ключевые слова: пост радиационного и химического наблюдения, радиоактивное загрязнение, мониторинг.

SAFETY IN CASE OF RADIATION AND CHEMICAL INFECTION: MONITORING AND CONTROL

Selezneva I.A.

Unukovskaya A.I.

Belarusian State Academy of Aviation

Abstract. This article discusses the organization of search and rescue operations and environmental monitoring in conditions of radiation and chemical contamination. Special attention is paid to the activities of the radiation and chemical monitoring post, its tasks, functioning procedures, and the role of ensuring the safety of the population and rescue units.

Keywords: radiation and chemical monitoring post, radioactive contamination, monitoring.

Организация поисково-спасательных работ и экологического мониторинга в условиях радиационного или химического заражения представляет собой комплекс взаимосвязанных управленческих, технических и санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на защиту населения, обеспечение безопасности спасательных формирований и минимизацию негативного воздействия на окружающую среду. Особенно важное значение приобретают в первые часы после возникновения чрезвычайной ситуации, поскольку именно в этот период формируется первичная картина обстановки. Именно полнота, достоверность и оперативность информации о характере и масштабах заражения определяют эффективность принимаемых решений и успешность ликвидации последствий.

Центральным звеном системы наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны является пост радиационного и химического наблюдения (ПРХН), предназначенный для систематического сбора, анализа и передачи данных о состоянии радиационной и химической обстановки на закрепленной территории [2].

Благодаря работе ПРХН обеспечивается не только контроль за уровнем радиации и наличии опасных химических веществ, а также за уровнем загрязнения компонентов окружающей среды – атмосферного воздуха, воды, почвы, растительности, а также зданий, сооружений, техники и материальных ценностей. Такой комплексный подход позволяет не только оценить непосредственную угрозу для жизни и здоровья людей, но и спрогнозировать возможные экологические последствия.

Организация деятельности ПРХН начинается с четкой постановки задач начальником поста. Прежде всего определяются место разворачивания и границы наблюдаемой территории, уточняются ориентиры и перечень контролируемых параметров. Далее устанавливается периодичность проведения измерений и порядок документирования результатов, а также схема оперативного доведения информации до руководства гражданской обороны. Важным элементом работы является метеорологическое наблюдение, поскольку погодные условия существенно влияют на скорость и направление распространения радиоактивных и химических веществ. После этого проверяются средства индивидуальной защиты и связи, и пост приступает к выполнению своих функций.

В случае выявления радиоактивного загрязнения действия личного состава становятся более регламентированными. Средства защиты переводятся в боевое положение, а информация незамедлительно передается руководству. Одновременно усиливается радиационный контроль: измерения мощности дозы проводятся регулярно, что позволяет отслеживать динамику изменения обстановки. Все полученные данные фиксируются в журнале наблюдения, обеспечивая возможность анализа и последующего принятия решений. Особое внимание уделяется случаям превышения установленных пороговых значений, достижению максимальных уровней излучения и началу их устойчивого снижения.

Если уровни радиации становятся высокими, личный состав укрывается в защитных сооружениях, продолжая контроль с учетом коэффициента ослабления излучения. Таким образом обеспечивается баланс между безопасностью наблюдателей и необходимостью поддержания непрерывного мониторинга.

Неотъемлемой частью экологического мониторинга является радиационная разведка. Ее задача состоит в выявлении источников загрязнения, определении его характера, степени и пространственных масштабов. Кроме того, результаты разведки используются для выбора маршрутов с наименьшими уровнями радиации, что позволяет безопасно перемещать силы и средства. Параллельно организуется дозиметрический контроль личного состава – как индивидуальный, так и групповой. Систематический учет полученных доз дает возможность регулировать продолжительность работы в опасной зоне, своевременно проводить ротацию и предотвращать превышение допустимых уровней облучения [1].

В целом слаженная и последовательная организация работы ПРХН обеспечивает своевременное выявление опасных факторов, способствует защите людей и снижает экологические последствия чрезвычайных ситуаций радиационного и химического характера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разведка в зоне чрезвычайной ситуации – URL: <https://fireman.club/inseklodepia/razvedka-v-zone-chrezvyichaynoy-situatsii> chs/#:~:text=Анализ%20проб%20должен%20проводиться%20вне,регистрации%20и%20докладываются%20руководителю%20работ (дата обращения: 20.02.2026).
2. О постах радиационного и химического наблюдения – URL: <https://www.otsz.by/otsz/2021/03/5.pdf> (дата обращения: 23.02.2026).

УДК 614.18:629.7-519

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДОСТАВКИ ПЛАВУЧИХ СРЕДСТВ СПАСЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ МУЛЬТИРОТОРНЫХ СИСТЕМ

Селивончик В.О.

Смиловенко О.О., кандидат технических наук, доцент
Мартыненко Т.М., кандидат физико-математических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. Мультироторные системы служат инструментом решения актуальных проблем безопасности на воде, в чрезвычайных ситуациях и поисково-спасательных операциях. Применение автоматизированной доставки, точной навигации и оперативного сброса средств оптимизирует процессы спасения и повышает эффективность реагирования служб. Подобный подход обеспечивает сохранение человеческих жизней и устойчивость систем безопасности.

Ключевые слова: БПЛА, мультироторная система, спасение на воде, доставка груза, автоматизация, баллистика сброса.

ANALYSIS OF METHODS FOR DELIVERING FLOATING RESCUE EQUIPMENT USING MULTIROTOR SYSTEMS

Selivonchik V.O.

Smilovenko O.O., PhD in Technical Sciences, Associate Professor
Martinenko T.M., PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. Multirotor systems serve as a tool for solving current water safety issues, emergency situations, and search and rescue operations. The use of automated delivery, precise navigation, and prompt release of resources optimizes rescue processes and enhances the efficiency of service response. This approach ensures the preservation of human lives and the sustainability of safety systems.

Keywords: UAV, multi-rotor system, water rescue, cargo delivery, automation, and drop ballistics.

Утопление остается одной из ведущих причин непреднамеренной смертности в мире, где критическим фактором выживания выступает время оказания помощи, так как необратимые процессы в организме начинаются уже через 4–6 минут после погружения под воду. Традиционные методы спасения, такие как вызов спасательного катера или отправка пловца-спасателя, часто ограничены скоростью передвижения по воде, погодными условиями и удаленностью поста спасателей, тогда как мультироторные беспилотные системы способны преодолеть расстояние до 1 км за 60–90 секунд, игнорируя рельеф и состояние водной поверхности. Приоритетом выступает анализ существующих методов доставки плавучих средств с помощью мультироторных систем и повышение надежности и точности доставки в экстремальных условиях, поскольку существующие решения часто не учитывают специфику сброса груза в динамичной среде, что снижает эффективность операции. [1]

Техническая реализация сталкивается с рядом ограничений, требующих решения для полноценного внедрения технологии. В частности, стандартные сервоприводы механизмов сброса склонны к отказам при попадании влаги или обледенении, поэтому предлагается использование герметичных электромагнитных замков с дублирующим механическим размыканием, причем контейнер должен иметь положительную плавучесть и раскрываться автоматически при контакте с водой. Для работы в условиях плохой видимости, таких как ночь, туман или высокая волна, необходима интеграция систем компьютерного зрения, оснащение БПЛА тепловизорами и алгоритмами распознавания образов, что позволит оператору или автономной системе точно идентифицировать положение головы пострадавшего. Критическим параметром становится определение оптимальной высоты сброса и расстояния до пострадавшего: слишком большая высота увеличивает риск травмирования ударом и сноса груза ветром, тогда как снижение ниже безопасного уровня угрожает столкновением винтов с водой или волнами. Предлагается внедрение алгоритмов динамического расчета траектории, фиксирующих высоту полета не менее 5–10 метров над уровнем воды и дистанцию сброса, корректируемую в реальном времени в зависимости от скорости ветра и состояния моря. Кроме того, подвесной груз создает парусность, затрудняющую позиционирование при сильном ветре, в связи с чем предлагается использование обтекаемых контейнеров каплевидной формы, меняющих геометрию после сброса для лучшего контакта с водой, а также защита каналов связи применением частот с лучшей проникающей способностью и систем автономного возврата. [2]

Внедрение предложенных решений позволит сократить время реагирования до пределов 2 минут с момента обнаружения, что укладывается в «золотой стандарт» реанимации, и повысить вероятность выживания за счет точного сброса средства

непосредственно в зону досягаемости рук тонущего. [3] Использование данных разработок также обеспечит безопасность спасателей, исключая риск для их жизни при работе в штормовых условиях, и позволит масштабировать систему за счет внедрения роевого интеллекта для одновременной помощи нескольким пострадавшим. Таким образом, применение мультироторных систем для доставки плавучих средств является перспективным направлением развития спасательных служб, где технические усовершенствования направлены на устранение ключевых уязвимостей имеющихся систем, что сделает технологию готовой к массовому внедрению на пляжах, судоходных путях и в зонах рекреации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Помощь утопающим и беспилотники [Электронный ресурс]/ RoboTrends. – Режим доступа: <https://robotrends.ru> . – Дата доступа: 24.02.2026
2. БПЛА для поиска, спасения и оказания помощи [Электронный ресурс]/ BRLAB Лаборатория дронов. – Режим доступа: <https://brlab.ru> . – Дата доступа: 24.02.2026
3. Крылатые герои: 10 реальных случаев когда дроны спасали жизни [Электронный ресурс]/ RCMonsteRu Сообщество любителей квадрокоптеров. – Режим доступа: <https://rcmonste.ru> . – Дата доступа: 24.02.2026

УДК 614.849

ПЕРСПЕКТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Симанов С.Е., Павлов Е.В., Шишкина Е.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почёта» научно-исследовательский институт противопожарной обороны»

Аннотация. Представлена перспективная технология проведения неотложных работ мобильным робототехническим комплексом совместно с лазерным технологическим комплексом по оперативному и безопасному демонтажу разрушенных зданий и неустойчивых строительных конструкций в зоне ведения аварийно-спасательных работ. Проведена сравнительная оценка существующих и перспективных технологий проведения демонтажных работ по ликвидации последствий техногенных аварий и катастроф на потенциально опасных объектах. Рассмотрены направления совершенствования технологий проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в зонах ликвидации последствий аварий и катастроф на потенциально опасных объектах с применением робототехнических комплексов специального назначения.

Ключевые слова: аварийно-спасательные и другие неотложные работы; «безлюдные» технологии; мобильный лазерный технологический комплекс; робототехнический комплекс; эффективность.

ADVANCED PROCESS EQUIPMENT FOR SPECIAL PURPOSE ROBOTIC SYSTEMS

Simanov S.E., Pavlov E.V., Shishkina E.A.

Federal State Budgetary Institution "All-Russian Research Institute of Fire Protection"

Abstract. A promising technology for carrying out urgent work by a mobile robotic complex together with a laser technological complex for the prompt and safe dismantling of destroyed buildings and unstable building structures in the area of emergency rescue operations is presented. A comparative assessment of existing and promising technologies for dismantling work to eliminate the consequences of man-made accidents and disasters at potentially hazardous facilities was carried out. Areas of improvement of technologies for emergency rescue and other urgent work in the zones of elimination of the consequences of accidents and disasters at potentially hazardous facilities using special-purpose robotic systems are considered.

Keywords: rescue and other urgent works; "deserted" technologies; mobile laser process complex; robotic complex; efficiency.

В интересах решения данной задачи, постоянно осуществляется комплекс мероприятий направленный на совершенствование спасательных технологий, и прежде всего технических средств, предназначенных для оснащения спасательных воинских формирований, аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований, пожарно-спасательных подразделений [1].

В условиях крупномасштабных техногенных аварий и катастроф разрушения промышленной инфраструктуры будут носить массовый характер. При это наиболее трудоёмкими и опасными работами на потенциально опасных объектах (ПОО), с чем столкнуться и будут сталкиваются сотрудники пожарно-спасательных подразделений МЧС России, это проведение оперативного пожаротушения с одновременным ведением аварийно-спасательных и других неотложных работ (в основном, демонтажных и ремонтно-восстановительных работ). В зонах, где разрушено или повреждено технологическое оборудование ПОО, придется работать в условиях химического заражения, радиационного загрязнения и фугасно-осколочного воздействия.

В данных экстремальных условиях работы, наиболее актуальным представляется применение «безлюдных» технологий, основу которых составляет мобильная робототехника специального назначения и интегрированное в общий контур оперативного управления высокотехнологичное оборудование

Разработан и проходит в Российской Федерации различные ведомственные испытания комплекс перспективного оборудования «безлюдных» технологий работающей на других физических принципах, основу которого составляют лазерные технологии (МЛК).

Основная функция комплекса МЛК – дистанционная резка и сварка различных конструкций. Мощность используемого лазера позволяет на расстоянии в несколько десятков метров (эффективен до 150 метров) оказывать разрушающее воздействие на различные объекты. Комплекс МЛК может быть выполнен в виде стандартного транспортного контейнера, установленного на автомобильном полуприцепе для сравнительно простой перевозки к месту использования [2]. При необходимости компоненты комплекса могут быть быстро доставлены в нужное место и подготовлены к работе. Обслуживающий персонал из 2-3 человек может подготовить установку к работе в течение часа.

С помощью лазерного луча можно вырезать отверстие в бетонной стене или обрушить аварийную конструкцию. Благодаря высокой производительности и точности реза, лазер на сегодняшний день является наилучшей альтернативой механической обработке бетона с применением различных режущих инструментов.

Основное преимущество лазерной технологии – отсутствие режущих инструментов, способных быстро изнашиваться или ломаться. Это позволяет существенно сократить время простоев оборудования и затраты на его техническое обслуживание. Так как процесс резки лазером происходит без механического воздействия на обрабатываемую поверхность, то это

исключает появление любых деформаций, как временных в ходе обработки, так и остаточных.

Особую значимость МЛТК приобретает из-за возможности высокоэффективной и безопасной подводной резки толстостенных и объемных металлических конструкций. Подводная лазерная резка может применяться для фрагментации радиационно-зараженных металлоконструкций АЭС в бассейнах выдержки, затонувших судов, находящихся под водой элементов портовых сооружений, морских платформ для газонефтяной добычи на морском шельфе (в том числе арктическом, рис.9).

В настоящее время, с помощью МЛК возможно осуществлять подводную газолазерную резку на глубине до 100 метров. Все зависит от длины оптоволокну, при удлинении которого возможна резка на глубине до 500 метров с применением спецоборудования [3].

Таким образом, комплексное применение РТК и МЛК позволит существенно повысить эффективность проведения демонтажных работ на аварийных и разрушенных зданиях и сооружениях, в зонах военных конфликтов. Эффективность будет достигаться за счет сокращения привлекаемого к демонтажным работам личного состава аварийно-спасательных формирований, практически отказа от демонтажной высотной строительной техники (вместе с обслуживающим персоналом) и высокой степенью безопасностью выполняемых работ, особенно в зонах военных конфликтов, где сотрудники МЧС России будут являться целями для поражения со стороны противника.

Данный подход к разработке перспективных технологий в области гражданской безопасности позволит, продемонстрировать отечественные высокотехнологическое спасательное оборудование и технику - в совокупности, окажет позитивное значение продвижению на международную арену российских технологий и подходов в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента Российской Федерации № 501 от 16.10.2019 «О Стратегии в области развития гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на период до 2030 года» / <https://docs.cntd.ru/document/563493863> (дата обращения 09.02.2026).
2. Мобильный лазерный комплекс / <https://www.triniti.ru/catalog/lazernye-tehnologii/mobilnyy-lazernyy-tehnologicheskyy-kompleks-mltk> (дата обращения 02.02.2026).
3. Специалисты ГНЦ РФ ТРИНИТИ провели уникальные подводные испытания мобильного лазерного комплекса/ <https://www.triniti.ru/info/news/spetsialisty-gnts-rf-triniti-proveli-unikalnye-podvodnye-ispytaniya-mobilnogo-lazernogo-kompleksa/> (дата обращения 04.02.2026)

УДК 614.841.12

РЕЗУЛЬТАТЫ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ГЕТЕРОФАЗНОГО ПОЖАРНОГО АСПИРАЦИОННОГО РУЧНОГО СТВОЛА

Скакалин Г.Д., Судиловский Д.С.

Журов М.М., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. Представлена конструкция ручного ствола и принципиальная схема установки пожаротушения, обеспечивающей смешение и подачу огнетушащих составов. Представлены результаты натурных испытаний опытного образца пожарного ствола гетерофазной подачи огнетушащих веществ.

Ключевые слова: установка пожаротушения со стволом гетерофазной подачи огнетушащих веществ, гетерофазная подача, огнетушащее вещество, натурные испытания, тушение пожаров, дизельное топливо, расход воды.

RESULTS OF FULL-SCALE TESTS OF A HETEROPHASE FIRE ASPIRATION HAND-HELD NOZZLE

Skakalin G.D., Sudilovsky D.S.

Zhurov M.M., PhD in Technical Science, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The design of a hand-held nozzle and the schematic diagram of a fire extinguishing system that ensures the mixing and supply of fire-extinguishing compositions are presented. The results of full-scale tests of a prototype fire nozzle for the heterophase supply of fire-extinguishing agents are presented.

Keywords: fire extinguishing system with a nozzle for heterophase supply of fire-extinguishing agents, heterophase supply, fire-extinguishing agent, full-scale tests, fire suppression, diesel fuel, water consumption.

Тушение пожаров с помощью ствола гетерофазной подачи огнетушащих веществ позволяет снизить расход огнетушащего вещества и уменьшить время тушения каждого конкретного класса пожара. С учетом проведённых ранее исследований [1, 2] нами для проведения натурных испытаний изготовлен опытный образец установки пожаротушения со стволом гетерофазной подачи огнетушащих веществ, внешний вид которого представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид ствола гетерофазной подачи огнетушащих веществ.

Для работы ствола гетерофазной подачи огнетушащих веществ разработана установка пожаротушения, схема которой представлена на рисунке 2.

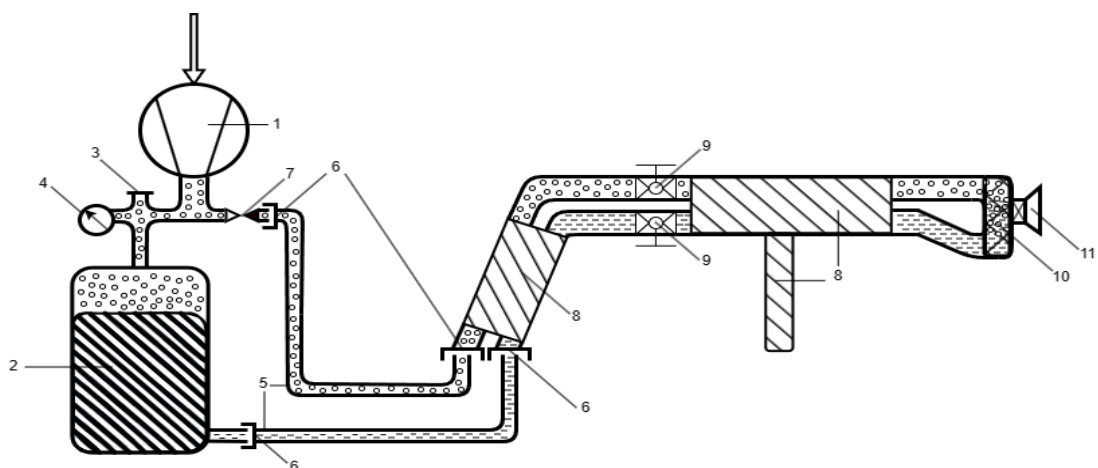


Рисунок 2 –Установка пожаротушения со стволом гетерофазной подачи огнетушащих веществ.

Установка пожаротушения приводится в действия от компрессора (9), который заполняет воздухом под давлением емкость для огнетушащего вещества (1) с заливным отверстием (10) и манометром (11) и шланг (3) с быстросъемными соединениями (2) и обратным клапаном (8). Подача огнетушащего вещества под давлением происходит по шлангу (3), который подсоединен с помощью быстросъемного соединениями (2) к емкости для огнетушащего вещества (1) и к стволу гетерофазной подачи огнетушащих веществ. Ствол гетерофазной подачи огнетушащих веществ состоит из ручек-держателей (4) и прерывных кранов (5), камеры смешения (6) и гетерофазного распылителя (7). В камере смешения (6) ствола гетерофазной подачи огнетушащих веществ происходит их перемешивание и далее через гетерофазный распылитель (7) смесь подается на тушение пожара. Разработанная установка пожаротушения со стволом гетерофазной подачи обеспечивает для конкретного класса пожара подачу требуемых огнетушащих веществ.

Проведенные натурные испытания с помощью установки пожаротушения со стволом гетерофазной подачи огнетушащих веществ, включали тушение разлитого на противень диаметром 3 метра дизельного топлива объемом 15, 30 45 литров соответственно (рисунке 3).



Рисунок 3 – Тушение дизельного топлива

При проведении испытаний в качестве огнетушащего вещества использовалась вода под давлением 7 атмосфер на входе в ствол, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты натурных испытаний

№ п/п	Объем дизельного топлива, л.	Объем затраченной ОТВ для тушения, л.	Время тушения, с.	Расход воды, л/с
1.	15,00	14	11	1,27
2.	30,00	26	21	1,24
3.	40,00	40	32	1,25
<1-3>	28,33	26,67	21,33	1,25

Проведенные натурные испытания показали высокую эффективность тушения дизельного топлива с помощью установки пожаротушения со стволом гетерофазной подачи огнетушащих веществ и позволили определить расход воды при давлении на входе 7 атмосфер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Журов М.М., Кохановский Е.И. Гетерофазный распылитель ингибирующих и флегматизирующих огнетушащих составов / М.М. Журов, Е.И. Кохановский // Второй Республиканский форум молодых ученых учреждений высшего образования Республики Беларусь: сб. науч. тр. / М-во образования Респ. Беларусь, М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Белорус.-Рос. ун-т; редкол.: В. М. Пашкевич (общ. ред.) [и др.]. – Могилев: Белорус-Рос. ун-т, 2023. – 224 с.

2. Журов, М. М. Разработка конструкции устройства пожаротушения порошковыми составами / М.М. Журов, С.Г. Короткевич, М.О. Бусел, И.В. Лямцев // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2023. – № 1(53). – С. 62–69.

УДК 621.86

МОМЕНТ СИЛЫ В АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

Судиловский Д.С.

Лосик С.А.

Университет гражданской защиты

Аннотация. Установлено, что понимание принципов действия моментов сил имеет важное значение для грамотного подхода к эффективному применению аварийно-спасательного оборудования и техники, а также для безопасного проведения спасательных операций.

Ключевые слова: принцип равновесия рычага, опрокидывающий и противодействующий моменты, коэффициент усиления, винтовой домкрат, аварийно-спасательная техника и оборудование.

TORQUE IN RESCUE EQUIPMENT

Sudilovsky D.S.

Losik S.A.

University of Civil Protection

Abstract. It has been established that understanding the principles of torque is of great importance for a competent approach to the effective use of fire and rescue equipment and for the safe conduct of rescue operations.

Keywords: lever equilibrium principle, overturning and stabilizing moments, mechanical advantage, screw jack, emergency rescue equipment and machinery.

В современной пожарно-спасательной технике широко используются механизмы, основанные на принципах действия моментов сил, что обеспечивает значительное увеличение рабочих усилий при минимальных затратах энергии операторов.

Понятие момента силы имеет глубокие исторические корни. К наиболее известным историческим механизмам, наглядно демонстрирующим эффективность применения принципа момента сил, можно отнести колодезные ворота и журавли. Эти древние устройства представляют собой классические примеры применения рычагов для облегчения подъёма воды.

Основы теории рычагов и моментов сил впервые были заложены выдающимся древнегреческим ученым Архимедом (287-212 гг. до н.э.), который впервые математически сформулировал принцип равновесия рычага. Архимед установил, что момент силы M равен произведению величины силы F на плечо силы L

$$M = F L,$$

где: M – момент силы (Н·м), F – приложенная сила (Н), L – плечо силы (кратчайшее расстояние от оси вращения до линии действия силы, м). Это фундаментальное соотношение было получено Архимедом в результате систематических исследований равновесия тел на рычагах различной конструкции. Условие равновесия для системы сил формулируется как равенство суммы моментов сил, стремящихся повернуть тело по часовой стрелке, сумме моментов сил, действующих против часовой стрелки ($\Sigma M_1 = \Sigma M_2$).

Данный принцип лежит в основе работы множества механических устройств, от простейших рычагов до сложных гидравлических систем современной пожарной техники.

Одним из наиболее ярких примеров применения принципов моментов сил в аварийно-спасательной технике являются автолестницы (АЛ-30, АЛ-50) и коленчатые подъемники (Haulotte с рабочей высотой 20м.).

Для компенсации опрокидывающего момента автолестницы оборудуются выдвижными аутригерами (опорами), которые создают противодействующий момент за счет увеличения базы опирания. Момент силы, создаваемый выдвинутой авто-лестницей, рассчитывается по формуле

$$M = G L \cos \alpha,$$

где: G – вес лестничной конструкции и полезной нагрузки (Н), L – расстояние от оси поворота до центра масс системы (м), α – угол наклона лестницы к горизонту (град).

Гидравлические кусачки (МКГ-80 и др.), разжимы (Lukas) и домкраты (Holmato SR 20 PC2) представляют собой системы рычагов, в которых момент силы используется для многократного усиления усилия оператора.

Коэффициент усиления определяется соотношением плеч рычагов [1]

$$K = L_1 / L_2,$$

где: L_1 – плечо приложения усилия, L_2 – плечо рабочего усилия.

Для винтового домкрата суть выигрыша в силе заключается в выгодном отношении усилий оператора на рычаге домкрата и силы, которую этот домкрат развивает относительно поднимаемого груза [2].

Математически этот выигрыш описывается как

$$\frac{F_{\text{подъёма}}}{F_{\text{оператора}}} = \frac{2\pi L}{S},$$

где: $F_{\text{подъёма}}$ – сила, которую домкрат должен развивать для подъёма груза, $F_{\text{оператора}}$ – вращающая сила, которую должен приложить оператор для того, чтобы домкрат развил силу $F_{\text{подъёма}}$, L – длина рычага, при помощи которого оператор передаёт усилие на резьбу домкрата (длина считается от продольной оси резьбы домкрата), S – ход резьбы домкрата – т.е. расстояние по резьбе, пройденное винтом за один полный оборот (360°).

Понимание принципов действия моментов сил имеет важное значение для эффективного применения аварийно-спасательного оборудования. Правильный расчет и учет моментов сил обеспечивает безопасность проведения аварийно-спасательных работ, максимальную эффективность использования технических средств, снижение физической нагрузки на операторов и оптимизацию конструкции пожарного оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Детали машин и основы конструирования: учеб. для вузов /Г. И. Рощин [и др.]; под ред. Г. И. Рощина и Е. А. Самойлова. – М.: Дрофа, 2006. 416 с. – (Высшее образование).
2. Гидравлический аварийно-спасательный инструмент (ГАСИ) // Fireman.club. – URL: <https://fireman.club/inseklodepia/gidravlicheskiy-avariyno-spasatelnyiy-instrument-gasi/>. (дата обращения: 27.01.2026).

УДК 61.614

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ (БАС) ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

Гук А.С., Иванова В.С.

Унуковская А.И.

Белорусская государственная академия авиации

Аннотация. В данной статье рассматриваются перспективы интеграции беспилотных авиационных систем (БАС) в национальную систему противодействия пожарам на территории Республики Беларусь. Анализируются преимущества использования БАС для оперативного мониторинга, точного обнаружения очагов возгорания, а также для поддержки мероприятий по тушению лесных и торфяных пожаров.

Ключевые слова: беспилотные авиационные системы, дроны, лесные пожары, торфяные пожары, Республика Беларусь, пожарная безопасность, дистанционное зондирование.

APPLICATION OF UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS (UAS) FOR FIRE MONITORING AND EXTINGUISHING

Guk A.S., Ivanova V.S.

Unukovskaya A.I.

Belarusian State Aviation Academy

Abstract. This article discusses the prospects of integrating unmanned aircraft systems (UAS) into the national fire control system in the Republic of Belarus. The advantages of using UAS for operational monitoring, accurate detection of fires, as well as to support forest and peat fire extinguishing activities are analyzed.

Keywords: unmanned aircraft systems, drones, forest fires, peat fires, Republic of Belarus, fire safety, remote sensing.

Пожары, особенно масштабные лесные и торфяные возгорания, представляют собой серьезную угрозу для экологического состояния, биоразнообразия и экономического благополучия Республики Беларусь. Ежегодно огнем уничтожаются значительные площади ценных природных ресурсов, нарушаются экосистемы, в атмосферу выбрасываются продукты горения, создавая риски для здоровья населения. Традиционные методы обнаружения пожаров, такие как наземное патрулирование, наблюдательные вышки и ограниченное применение пилотируемой авиации, зачастую сталкиваются с ограничениями в оперативности, охвате труднодоступных территорий и безопасности личного состава.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) значительно улучшают реагирование на чрезвычайные ситуации и повышают безопасность в Республике Беларусь. В системе МЧС используют разные типы БПЛА:

БПЛА самолетного типа предназначены для обследования больших площадей, мониторинга протяженных объектов, создания ортофотопланов местности. Обладают значительной продолжительностью полета.

БПЛА мультироторного типа (квадрокоптеры и гексакоптеры) – основной рабочий инструмент при проведении поисково-спасательных работ, разведке в условиях сложного рельефа, мониторинге торфяных и лесных пожаров. Современные модели способны находиться в воздухе до 40 минут и несут разнообразное целевое оборудование [4].

Стандартное оснащение БПЛА МЧС включает: видеокамеры высокой разрешающей способности для реального времени, тепловизионные камеры для ночного наблюдения и обнаружения очагов, а также лазерные дальномеры для точных координат [1;2]. Дополнительно могут устанавливаться громкоговорящие устройства для оповещения населения, мощные прожектора для освещения в темное время суток, а также устройства сброса грузов (медикаменты, вода, средства спасения) [1;4].

Основным преимуществом использования БПЛА является мониторинг природных и техногенных пожаров. Воздушная разведка, включающая использование тепловизионных камер, позволяет точно определить масштабы и динамику пожаров, особенно подземных торфяных очагов, которые сложно обнаружить визуально с земли. БПЛА могут обследовать значительные территории за 10–20 минут, создавая ортофотопланы и предоставляя актуальную информацию для координации тушения. При обнаружении возгораний экипажи взаимодействуют с лесхозами и МЧС, что позволяет своевременно принимать меры по ликвидации опасных очагов.

Помимо мониторинговых функций, БПЛА активно применяются в процессе тушения пожаров. Исследования специалистов Университета гражданской защиты МЧС подтверждают, что использование дронов для борьбы с лесными пожарами – это наиболее безопасное и практичное решение [3]. Находясь над очагом пожара, дрон обеспечивает руководителя тушения полной картиной происходящего, позволяя эффективно маневрировать силами и средствами, своевременно наращивать усилия на наиболее опасных направлениях.

Перспективы включают доставку огнетушащих веществ в труднодоступные районы и создание встречных пламён при крупных лесных пожарах, что особенно важно в сложных условиях местности. С помощью БПЛА осуществляется контроль результатов применения огнетушащих веществ.

Беспилотные летательные аппараты могут применяться для разведки зоны пожара перед вводом сил, выявления скрытых угроз (обрушение конструкций, прогары почвы, приближение фронта пожара к позициям спасателей).

Опыт применения беспилотных летательных аппаратов в системе МЧС Республики Беларусь свидетельствует о высокой эффективности данной технологии для решения

широкого спектра задач: от мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций до непосредственного участия в ликвидации пожаров и проведении поисково-спасательных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Как дроны помогают спасателям искать людей и тушить пожары [Электронный ресурс] // Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – 10.07.2025. – Режим доступа: <https://mchs.gov.by/glavnoe/493118/>. – Дата доступа: 22.02.2026.
2. Минск собрал экспертов по беспилотникам – участие приняли и представители университета МЧС [Электронный ресурс] // Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь. – 02.10.2025. – Режим доступа. <https://ucp.by/university/news/novosti-universiteta/minsk-sobral-ekspertov-po-bespilotnikam-uchastie-prinyali-i-predstaviteli-universiteta-mchs/>. – Дата доступа: 22.02.2026.
3. Шило, В. В. Тушение лесных пожаров при помощи беспилотного летательного аппарата в МЧС / В. В. Шило, Д. В. Безмен, И. И. Коваленко // Беспилотные аппараты «БПЛА – 2024» сборник статей Междунар. молодежного форума, Минск, 22–26 апреля 2024 г. – Минск : БГТУ, 2024. – С. 64-66.
4. Как применяют дроны в Беларуси уже сегодня [Электронный ресурс] // Беларусь сегодня. – 16.03.2025. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/pomoshch-svyshe.html>. – Дата доступа: 22.02.2026.

УДК 677.494.675

ИЗОЛЯЦИЯ ГОРЯЩЕГО СЛОЯ: НОВЫЙ ПОДХОД К ТУШЕНИЮ РЕЗЕРВУАРОВ

Федорец Т.Л., Шевчук М.А.

Смиловенко О.О., кандидат технических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. В данной статье рассматривается новый метод тушения резервуаров с нефтью и нефтепродуктами, с использованием изоляционного метода тушения горючих и легко воспламеняющихся жидкостей, который на сетке с нанесенной на ней вспенивающейся краской и механизм подъема сетки.

Ключевые слова: пожар, горение, нефть, нефтепродукт, изоляция, сетка, механизм подъема.

BURN LAYER ISOLATION: A NEW APPROACH TO TANK FIRE EXTINGUISHING

Fedorets T.L., Shevchuk M.A.

Smilovenko O. O., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. This article discusses a new method for extinguishing fires in oil and petroleum product tanks using an insulation method for extinguishing flammable and combustible liquids. This method uses a mesh coated with foaming paint and a mesh lifting mechanism.

Keywords: fire, combustion, oil, petroleum product, insulation, mesh, lifting mechanism.

В современной практике тушения резервуаров с нефтепродуктами применяется технология, основанная на интеграции в конструкцию емкости специальной сетки с огнетушащим покрытием. Принцип действия заключается в том, что при возгорании покрытие высвобождает пену, перекрывающую доступ кислорода к очагу. Логика метода предполагает быстрое подавление пламени на начальной стадии без участия человека. Тем не менее, анализ показывает, что ключевым минусом данной системы является длительность подготовительного этапа: для совмещения уровня горения с плоскостью сетки необходимо принудительно понижать уровень жидкости в резервуаре. Эта процедура требует разворачивания насосного оборудования и трубопроводов для откачки продукта в аварийный или резервный парк, что в условиях плотной застройки промышленных объектов крайне затруднительно. Это не только влечет за собой временные и ресурсные потери (простой оборудования, привлечение персонала), но и создает угрозу вторичного возгорания соседних объектов: перекачка легковоспламеняющихся жидкостей всегда сопряжена с риском искрообразования. Более того, неизбежные проливы при аварийном сливе и необходимость последующей утилизации значительных масс продукта наносят существенный урон экологии, загрязняя почву и грунтовые воды.

Предлагается усовершенствовать данный метод введением механизма подъема сетки вместо системы отлива жидкости и системы автоматического обнаружения пожара. Эти меры позволят значительно повысить оперативность реагирования, снизить экологические риски и обеспечить более эффективную защиту стратегических объектов нефтяной промышленности. Устройство системы автоматического пожаротушения функционирует следующим образом: при обнаружении возгорания жидкости в резервуаре, система активируется автоматически, что обеспечивает своевременное реагирование на опасную ситуацию. Для этого в системе используется высокоточный датчик температуры, который постоянно мониторит внутреннюю температуру в резервуаре и фиксирует любой ее подъем выше установленной нормы. Механизм подъема осуществляется при помощи специально разработанного подъемного привода, который поднимает сетку от уровня жидкости в резервуаре. Высота подъема регулируется автоматически с помощью термопары, установленной в точке зацепления сетки и механизма подъема. Эта термопара постоянно контролирует уровень пламени и температуру в области зацепления, обеспечивая точное позиционирование сетки относительно уровня пламени для максимальной эффективности тушения. Когда пламя достигает уровня сетки или температура превышает допустимый предел, датчик термопары посылает сигнал о необходимости остановки механизма подъема. Когда краска на сетке достигает заданной высоты и начинается воздействие высокой температуры, она начинает вспениваться, образуя слой пены. Этот слой пенистой массы перекрывает доступ кислорода к очагу пожара, что способствует прекращению процесса горения и быстрой локализации возгорания. В случае отказа автоматической системы или при необходимости проведения профилактических работ или оперативных вмешательств все действия по поднятию сетки и запуску системы могут быть выполнены дистанционно через специально разработанный пульт управления системой пожаротушения. Этот пульт установлен в техническом пункте управления объектом и позволяет оператору вручную активировать все необходимые функции системы или отключить автоматический режим при необходимости.

Предлагаемая система автоматического пожаротушения выгодно отличается от существующих решений благодаря подвижной конструкции узла подачи пены. Специальный подъемный механизм, управляемый температурными датчиками, перемещает сетку с огнетушащим покрытием точно к границе раздела фаз «нефтепродукт-воздух», где и возникает пламя. Благодаря этому отпадает необходимость в принудительном сливе продукта. Применение жаропрочной нержавеющей стали в изготовлении узлов системы обеспечивает ее сохранность и функциональность на протяжении всего процесса тушения. Возможность автоматического пуска и удаленного контроля с пульта оператора позволяет

свести к минимуму время реакции на возгорание и предотвратить развитие катастрофического сценария.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малинин В.Р. Способ тушения и противопожарной защиты/ В.Р.Малинин, А.С. Крутолапов, А.Г.Земцов// Патент РФ 2246976 С2, 27.02.2004, Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

2. Некрасов, Д. А. Тушение пожаров в резервуарах / Д. А. Некрасов. // Исследования молодых ученых: материалы LXVII Междунар. науч. конф. (г. Казань, октябрь 2023 г.). — Казань: Молодой ученый, 2023. — С. 44-46.

3. Федорец Т.Л., Шевчук М.А. Способы тушения пожаров в резервуарах с нефтепродуктами / Дополнительное образование взрослых: проблемы и перспективы развития: сб. материалов международной заочной научно-практической конференции. — Минск: УГЗ, 2025. — 237 с

УДК 351.814

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО АТЕ БЕЛАРУСИ

Чернышова А.Г.

Касперов Г.И., кандидат технических наук, доцент

Белорусский государственный технологический университет

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы, связанные с оценкой потенциальной опасности искусственных водных объектов. Проанализированы данные водные объекты в зависимости от типа водохранилища, вида регулирования стока по бассейнам рек и распределение водохранилищ по административно-территориальным единицам Республики Беларусь.

Ключевые слова: авария, водный объект, опасность, чрезвычайные ситуации, ущерб.

DISTRIBUTION OF POTENTIALLY HAZARDOUS WATER BODIES ACROSS THE ADMINISTRATIVE AND TERRITORIAL UNITS OF BELARUS

Cernuchova A.G.

Kasperov G.I., PhD in Technical Science, Associate Professor

Belarusian State Technological University

Abstract. The article addresses issues related to the assessment of the potential hazard of artificial water bodies. These water bodies are analyzed depending on the type of reservoir, the type of flow regulation by river basins, and the distribution of reservoirs across the administrative and territorial units of the Republic of Belarus..

Keywords: accident, water body, danger, emergency, damage

В данной работе рассматриваются водохранилища с максимальным объемом водных масс до 260 млн. м³, которых в Беларуси насчитывается более восьмидесяти [1]. Большое количество данных объектов, расположенных на территории Республики Беларусь, обуславливает разработку требований по оценке потенциальной опасности данных водохранилищ, и классификация их по степени опасности в случае возникновения чрезвычайных ситуаций является актуальной задачей.

В рамках проводимых исследований выполнен анализ этапов формирования современного водохранилищного фонда Республики Беларусь. Установлено, что водохранилища имеют следующие отличительные особенности:

- воздействуя на окружающую среду, водохранилища вызывают изменения природных и хозяйственных условий на прилегающих территориях, а также изменение гидрологического режима рек [2, 3];
- предназначенные для борьбы с наводнениями, водохранилища могут стать местом возникновения ЧС техногенного характера;
- характерен неустановившийся гидрологический режим [1];
- особенности рельефа и гидрологического режима рек республики обусловили создание водохранилищ объемом от 1 до 10 млн. м³;
- используются в основном комплексно и предназначены для гидроэнергетики, мелиорации, рыборазведения и рекреации, а также для борьбы с наводнениями [3];
- на водохранилищах поозерского типа и центральных водораздельных возвышенностей наиболее интенсивно происходит переработка (абразия) берегов волнами [3].

На рис. представлено распределение водохранилищ по административно-территориальным единицам Республики Беларусь в зависимости от вида регулирования стока по бассейнам рек.

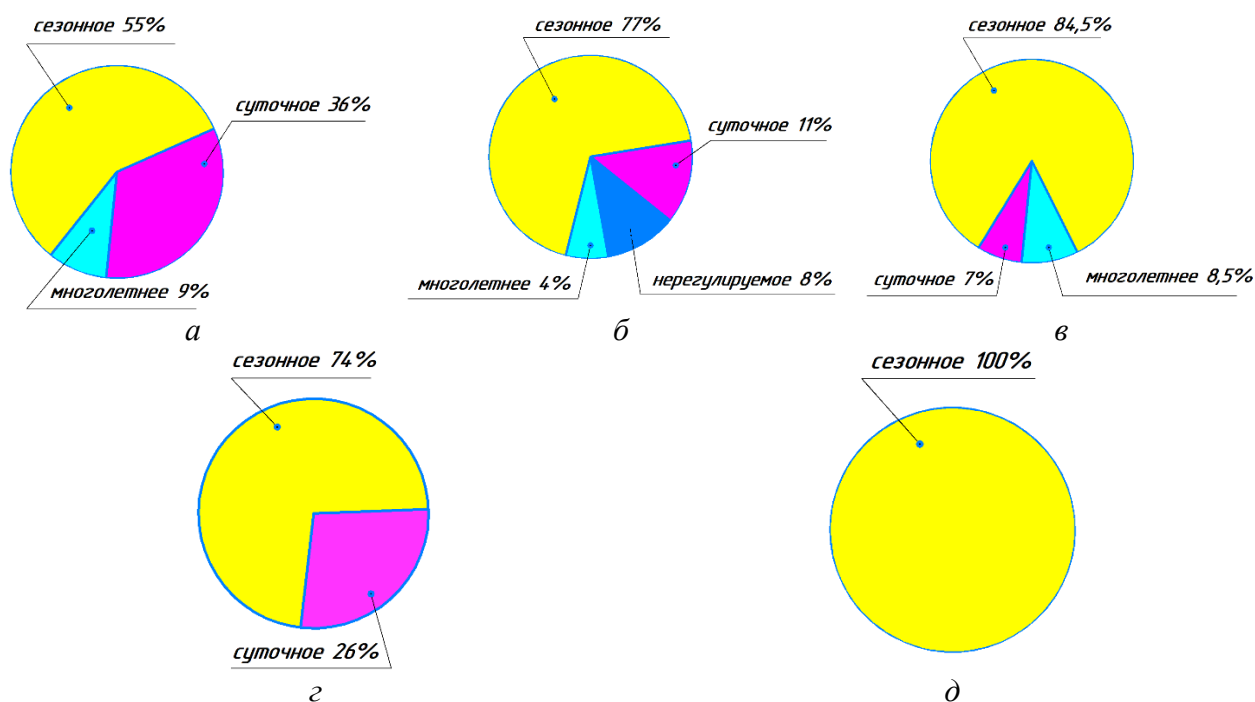


Рис. – Распределение водохранилищ по административно-территориальным единицам Республики Беларусь в зависимости от вида регулирования стока:

- а – бассейн реки Неман по Минской, Гродненской, Брестской областям;
- б – бассейна реки Днепр по Витебской, Минской, Могилевской, Гомельской областям;
- в – бассейна реки Припять по Минской, Гомельской, Брестской областям;
- г – бассейна реки Западная Двина по Витебской области;

д – бассейна реки Западный Буг по Брестской области.

Из приведенных на рис. данных видно, что большинство водохранилищ являются водоемами сезонного регулирования стока, т.е. колебание отметок уреза воды происходит по сезонам года. Данное распределение и обусловило создание каскадов водохранилищ с целью наиболее рационального использования речного стока, что следует учитывать при разработке мероприятий по защите населения и территорий административно-территориальных единиц Республики Беларусь от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Широков, В. М. Водохранилища Белоруссии: природные особенности и взаимодействие с окружающей средой / В. М. Широков, П. С. Лопух. – Мн. : Университетское, 1991. – 207 с.
2. Водохранилища Беларуси: справочник / М.Ю. Калинин [и др.]; под общ. ред. М.Ю. Калинина. – Минск : Полиграфкомбинат им. Я. Коласа, 2005. – 183 с.
3. Левкевич, В.Е. Переработка берегов малых водохранилищ мелиоративных систем, ее прогноз и управление (на примере Белорусской ССР) : дис. ... канд. техн. наук : 06.01.02 / В.Е. Левкевич. – Минск, 1986. – 135 л.

УДК 159.944.4:614.8

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ТРЕВОЖНОСТИ И СТРЕССА НА ПОЛУЧЕНИЕ ТРАВМ

Шведова П.Р.

Урбанович О.В.

Университет гражданской защиты

Аннотация. Проблема травматизма в спорте выходит далеко за рамки физической медицины. Травма — это всегда психологическое событие, но, что важнее, психологическое состояние спортсмена зачастую является предпосылкой к травме. Под спортивной травмой понимается нарушение целостности или функциональности тканей, вызванное физической нагрузкой, интенсивность которой превзошла запас прочности этих тканей во время тренировок или соревнований.

Ключевые слова: спортивная травма, травматизм, стресс.

THE INFLUENCE OF ANXIETY AND STRESS LEVEL ON INJURY

Shvedava P.R.

Urbanovich O.V.

University of Civil Protection

Abstract. The problem of sports injuries extends far beyond physical medicine. Injury is always a psychological event, but more importantly, an athlete's psychological state often predisposes them to injury. A sports injury is defined as a disruption of tissue integrity or functionality caused by physical exertion that exceeds the tissue's resistance during training or competition.

Keywords: sports injury, traumatism, stress.

Проблема травматизма в спорте высших достижений, а также в массовом спорте традиционно рассматривается через призму физических факторов: недостаточная разминка, перетренированность, внешние условия или случайное стечение обстоятельств [1]. Однако все больше исследований в области спортивной медицины и психологии указывают на то, что психоэмоциональное состояние атлета играет ключевую, а иногда и решающую роль в возникновении повреждений. Влияние стресса на риск травматизма у спортсмена носит комплексный, многоуровневый характер. Это означает, что стресс не просто отвлекает спортсмена или делает его более нервным, а запускает целый каскад взаимосвязанных процессов, затрагивающих физиологию, биомеханику движений, когнитивные функции и поведенческие стратегии. В совокупности эти изменения формируют условия, при которых вероятность получения травмы возрастает многократно.

Первым и фундаментальным уровнем воздействия стресса является физиологический. Когда спортсмен испытывает хронический стресс (будь то из-за страха поражения, конфликтов в команде или высокой цены старта), его эндокринная система начинает работать в аварийном режиме, выбрасывая в кровь кортизол — гормон стресса. В краткосрочной перспективе он мобилизует организм, но в долгосрочной — оказывает разрушительное действие [4].

Кортизол и мышечное напряжение, вызванное стрессом, приводят к тому, что мышцы теряют эластичность, становятся «забитыми» и жесткими. Связки и сухожилия также хуже справляются с растяжением. Организм не в состоянии полноценно восстанавливаться, поэтому микротравмы мышечных волокон не заживают полностью. Кроме того, стресс требует большого потребления энергии, в следствие чего мышцы утомляются преждевременно. В результате опорно-двигательный аппарат спортсмена теряет свои защитные функции и становится более уязвимым к получению травм.

Под влиянием стресса нарушается правильная техника выполнения того или иного упражнения [2]. Определенные группы мышц перенапрягаются и расслабляются не вовремя, движение спортсмена на пике стресса становится менее плавным и более резким. Стресс притупляет чувство координации, за счет чего спортсмен перестает точно ощущать, под каким углом согнут его сустав, и может случайно выйти за безопасную амплитуду движения, получив растяжение или разрыв.

В состоянии острого стресса внимание спортсмена сужается до одной угрозы. Он перестает замечать периферическим зрением других игроков, бегущих на него, или не слышит предупредительных криков тренера [3]. по причине перегрузки нервной системы, время реакции спортсмена на какое-либо действие или сигнал увеличивается, а сама реакция повышает риск получения травмы.

Часто спортсмены в стрессе пытаются доказать свою состоятельность через чрезмерную жесткость. Они идут в неоправданно опасные стыки, нарушают технику безопасности, пытаясь действовать на пределе возможностей, что часто приводит к травмам как у них самих, так и у соперников [4]. Другой вариант реакции на стресс — психологическая заторможенность. Спортсмен выглядит вялым. В таком состоянии он может пропустить удар, не среагировать на падение или неправильно сгруппироваться, получая травму пассивно.

Таким образом, комплексное влияние стресса на риск травматизма представляет собой замкнутую систему взаимосвязанных факторов. Стресс ослабляет ткани тела, ломает биомеханику, притупляет внимание и реакцию и подталкивает к опасным или пассивным действиям посредством поведения. Современная профилактика травматизма не может ограничиваться только хорошей разминкой, тейпированием или бинтованием суставов. Она обязательно должна включать в себя психологическую подготовку, обучение навыкам саморегуляции и управления стрессом. Работа со стрессом — это прямое и эффективное средство сохранения физического здоровья и продления спортивной карьеры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теория и методика физической культуры: учебное пособие. – М.: Спорт, 2020.
2. Физическая подготовка в образовательных организациях военного профиля: учебник. – М.: Воениздат, 2019.
3. Основы спортивной тренировки: учебное издание. – М.: Физкультура и спорт, 2018.
4. Разумец, Е.И. Спортивный стресс как фактор риска травматизации в спорте высших достижений. Лечебная физкультура и спортивная медицина — М., 2015.

УДК 614.84

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОКСИДА УГЛЕРОДА В ОРГАНИЗМЕ СОТРУДНИКОВ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ ПО ТУШЕНИЮ ПОЖАРОВ

Шель В.П.

Мартинович Н.В., кандидат технических наук

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация В статье представлены влияние оксида углерода на организм пожарных посредством измерения уровня карбоксигемоглобина в течение суточного дежурства. Выявлено значительное превышение показателей после тушения пожаров, что свидетельствует о риске субклинического отравления. Обоснована необходимость регламентов реабилитации и постоянного мониторинга физиологического состояния.

Ключевые слова: пожарные, оксид углерода, карбоксигемоглобин, токсическое воздействие, газодымозащитная служба.

INVESTIGATION OF CARBON MONOXIDE CONTENT IN THE BODIES OF FIRE AND RESCUE UNIT PERSONNEL DURING FIREFIGHTING OPERATIONS

Shel V.P.

Martinovich N.V., PhD in Technical Sciences

Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Abstract The article presents the effect of carbon monoxide on firefighters' bodies by measuring the level of carboxyhemoglobin during a 24-hour shift. A significant increase in the levels was observed after firefighting, indicating a risk of subclinical poisoning. The article emphasizes the need for rehabilitation protocols and continuous monitoring of physiological conditions.

Keywords: firefighters, carbon monoxide, carboxyhemoglobin, toxic effects, gas and smoke protection service.

Профессиональная деятельность пожарных-спасателей сопряжена с высоким риском воздействия токсичных продуктов горения. Одним из наиболее опасных компонентов пожарного дыма является монооксид углерода (СО), часто называемый «безмолвным убийцей» из-за отсутствия цвета и запаха. Если острые отравления хорошо изучены и имеют четкие клинические протоколы лечения, то проблема субклинического воздействия малых доз СО в процессе повседневной службы остается малоизученной, несмотря на потенциальную угрозу долгосрочному здоровью личного состава. Актуальность проблемы

обусловлена тем, что даже небольшие концентрации угарного газа «крадут» кислород у сердца и мозга, увеличивая риск сердечно-сосудистых катастроф через длительное время после пожара.

Для объективной оценки степени воздействия оксида углерода В Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России проведено комплексное исследование на базе подразделений пожарной охраны г. Красноярска. В исследовании приняли участие сотрудники пожарно-спасательных подразделений города миллионника (исследуемая группа) и курсанты академии (контрольная группа). Мониторинг осуществлялся в течение 30 суточных дежурств. В качестве маркера воздействия использовался уровень карбоксигемоглобина (COHb) в крови, измеряемый неинвазивным методом с помощью пульсоксиметра Rad-87 (Masimo). Параллельно проводился замер концентрации СО в воздухе рабочей зоны газоанализатором «ОКА-92МТ» в основных помещениях части и в зоне тушения пожара работы личного состава без средств защиты органов дыхания.

Анализ полученных данных выявил статистически значимую разницу между исследуемой и контрольной группами. Содержание карбоксигемоглобина в крови пожарных, непосредственно участвующих в тушении, находится в диапазоне выше 2%. Минимальное среднее значение в исследуемой некурящей группе составило $2,79\% \pm 2,87\%$, максимальное индивидуальное значение достигало 8%. Для сравнения, в контрольной группе превышение порога в 2% наблюдалось только среди курильщиков. Замеры воздуха рабочей зоны показали значительное превышение предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных как в российских нормативных документах, так и в рекомендациях Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). В зоне работы ствольщика без средств защиты органов дыхания значение СО составило в среднем 179 мг/м^3 (при ПДК 20 мг/м^3), с кратковременными пиками в порывах дыма до 798 мг/м^3 . При этом случаев острых отравлений (COHb > 15%) зафиксировано не было.

Полученные данные свидетельствуют о наличии субклинического, хронического отравления монооксидом углерода, обусловленного экзогенными факторами, возникающими в процессе суточного дежурства. Согласно рекомендациям ВОЗ, уровни карбоксигемоглобина не должны превышать 2%, Субклиническое воздействие опасно своими отложенными последствиями. Хроническая интоксикация может проявляться в виде астении, головных болей, снижения когнитивных функций, нарушений памяти и сна.

Проведенное комплексное исследование подтверждает факт экзогенного воздействия оксида углерода на организм пожарных в процессе службы, приводящего к субклиническому насыщению крови карбоксигемоглобином. В настоящий момент на основе ранее проведенных исследований планируется дополнительная верификация данных и проведения ряда дополнительных исследований с углубленным анализом токсикокинетических процессов и долгосрочных последствий для здоровья. К работе активно подключились специалисты КрасГМУ, что позволит обеспечить высокий уровень медицинской экспертизы, токсикологического сопровождения и клинической проверке полученных результатов. Ключевым практическим результатом работы станет Разработка проекта регламента мониторинга и реабилитации. Внедрение разработанного регламента мониторинга и реабилитации позволит минимизировать накопленный токсикологический ущерб, повысить эффективность действий подразделений и сохранить здоровье личного состава пожарно-спасательных подразделений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет о научно-исследовательской работе «Исследование содержания оксида углерода в организме сотрудников пожарно – спасательных подразделений...». Красноярск, 2013.
2. Приказ Минтруда России от 11.12.2020 N 881н (ред. от 29.04.2025) "Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны"
3. Отравление монооксидом углерода (угарным газом) / Под ред. Ю. В. Зобнина. - Санкт-Петербург, 2011.
4. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. Н.Ф. Измерова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 784 с.

УДК 614.8

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛИКВИДАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В РАЙОНАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА: ОПЫТ АПРОБАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ СОРБЕНТОВ В ЭКСПЕДИЦИЯХ И РЕАЛИЗАЦИЯ ГРАНТОВЫХ ПРОЕКТОВ

Шеховская А.А.

Коваль Ю.Н., кандидат биологических наук, доцент
Мартинovich Н.В., кандидат технических наук, доцент

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье представлены результаты научной экспедиции по испытанию полимерных сорбентов в Арктической зоне Российской Федерации. Описана концепция работы мобильного комплекса для производства сорбентов в полевых условиях.

Ключевые слова: Арктика, нефтяные загрязнения, полимерные сорбенты, экологическая безопасность, чрезвычайные ситуации, мобильные комплексы, грантовые программы.

ENSURING THE ELIMINATION OF TECHNOGENIC EMERGENCIES IN THE FAR NORTH REGIONS: EXPERIENCE IN TESTING POLYMERIC SORBENTS IN EXPEDITIONS AND IMPLEMENTATION OF GRANT PROJECTS

Shekhovskaya A.A.

Koval Y.N., PhD in Biological Sciences, Associate Professor
Martinovich N.V., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Siberian Fire and Rescue Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Abstract. The article presents the results of a scientific expedition to test polymer sorbents in the Arctic zone of the Russian Federation. The concept of operating a mobile complex for producing sorbents under field conditions is described.

Keywords: Arctic, oil pollution, polymer sorbents, environmental safety, emergencies, mobile complexes, grant programmes.

Арктическая зона Российской Федерации представляет собой стратегически важный регион, обладающий значительным экономическим потенциалом, но одновременно являющийся экосистемой с высокой степенью уязвимости к антропогенному воздействию. Интенсификация хозяйственной деятельности в условиях освоения северных территорий

сопровождается повышенными рисками техногенных чрезвычайных ситуаций, особенно связанных с нефтяным загрязнением окружающей среды. Существующие методы ликвидации нефтяных загрязнений в арктических условиях требуют адаптации к низким температурам. Ограничением при ликвидации разливов нефти является необходимость транспортировки сорбентов в труднодоступные северные регионы, что значительно увеличивает время реагирования [1].

Кафедрой химии и процессов горения ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (далее – Академия) производится поиск наиболее удачной рецептуры полимерных сорбентов на основе карбамидоформальдегидных смол.



Рисунок 1 – а полимерный сорбент; б сорбент с поглощенным нефтепродуктом

Так в рамках комплексной экспедиции, проходившей под эгидой ВОО «Русское географическое общество» (далее - РГО) научная группа Академии производила мониторинг загрязнения территории сельского поселения Хатанга (Таймырский Долгано-Ненецкий район Красноярского края) (Рисунок 2).

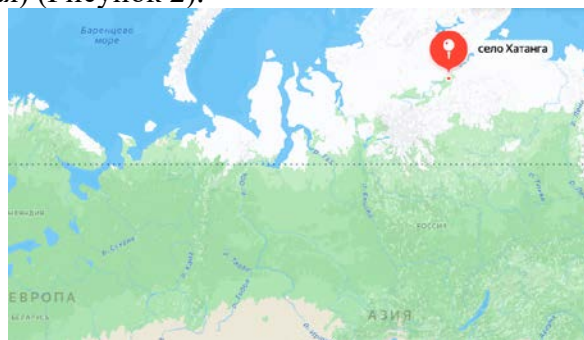


Рисунок 2 – Географическое положение села Хатанга на карте России

Исследования проводились в июле 2024 года и затрагивали проведение мониторинга окружающей среды на антропогенное загрязнение и апробирование полимерного сорбента на реальных объектах. Успешный опыт применения сорбентов в полевых условиях, особенно в труднодоступных районах Крайнего Севера, акцентировал внимание научной группы Академии к созданию принципиально нового решения — мобильного многофункционального комплекса контейнерного типа для автоматизированного производства сорбирующих средств непосредственно на месте чрезвычайной ситуации [2].

Идея получила поддержку Красноярского краевого фонда науки в рамках конкурса перспективных проектов по направлению «Новые материалы и химия». Важнейшим преимуществом нового комплекса является исключение логистической зависимости при доставке сорбентов, что позволяет сократить время начала ликвидационных работ до 2–3 часов после возникновения чрезвычайной ситуации.

Комплексные научные экспедиции в Арктику, организуемые при участии Русского географического общества и научных учреждений, играют ключевую роль в изучении экологических проблем северных территорий и разработке технологий их решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коваль Ю.Н., Моськин Р.В. Анализ локальной флоры сельского поселения Хатанга Красноярского края. Охрана окружающей среды и заповедное дело. 2024. Том 5. №2. С. 117–122.
2. Патент № 2587440 С1 Российская Федерация, МПК В01J 20/26. Композиция для получения сорбента на основе карбамидоформальдегидной смолы: № 2015121956/05: заявл. 08.06.2015: опубл. 20.06.2016 / В. М. Мелкозеров, С. И. Васильев, Л. А. Лапушова; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет».

УДК 796.01

РОЛЬ АДАПТИВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В РЕАБИЛИТАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ, ПОСТРАДАВШЕГО ОТ ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ (НА ПРИМЕРЕ ЗОН РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ БЕЛАРУСИ)

Ясикова Д.Д.

Качурин А.С.

Университет гражданской защиты

Аннотация. Потенциал адаптивной физической культуры для реабилитации населения пострадавших от аварии на ЧАЭС территорий реализуется через ускорение метаболизма и выведение радионуклидов, коррекцию психосоматики и социальную реинтеграцию. Согласно Госпрограмме, ключевым является взаимодействие с МЧС на всех этапах: от кризисной интервенции до долгосрочных мероприятий. Обоснована необходимость внедрения программ АФК, интегрированных в систему гражданской защиты, для повышения качества жизни в зонах загрязнения, что значимо для нацбезопасности и устойчивого развития Беларуси.

Ключевые слова: адаптивная физическая культура, радиационная безопасность, Чернобыльская АЭС, реабилитация, МЧС Беларуси, межведомственное взаимодействие, психофизическая регуляция, зоны радиационного загрязнения, детоксикация, радиофобия.

THE ROLE OF ADAPTIVE PHYSICAL EDUCATION IN THE REHABILITATION OF POPULATIONS AFFECTED BY MAN-MADE DISASTERS (USING THE EXAMPLE OF RADIATION CONTAMINATION ZONES IN BELARUS)

Yasikova D.D.

Kachurin A.S.

University of Civil Protection

Abstract. The potential of adaptive physical education for the rehabilitation of populations affected by the Chernobyl accident is realized through accelerated metabolism and radionuclide removal, psychosomatic correction, and social reintegration. According to the State Program, collaboration with the Ministry of Emergency Situations at all stages is key: from crisis intervention to long-term measures. The need to implement adaptive physical education programs integrated into the civil

defense system is justified to improve the quality of life in contaminated zones, which is essential for national security and the sustainable development of Belarus.

Keywords: adaptive physical education, radiation safety, Chernobyl nuclear power plant, rehabilitation, Ministry of Emergency Situations of Belarus, interdepartmental cooperation, psychophysical regulation, radiation contamination zones, detoxification, radiophobia.

Адаптивная физическая культура представляет собой междисциплинарный инструмент реабилитации населения, пострадавшего от техногенных катастроф, реализуемый через интеграцию физиологических, психологических и социальных методов воздействия, что обеспечивает повышение качества жизни и формирование устойчивости к стрессогенным факторам. Согласно Государственной программе по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы, приоритетным направлением является немедикаментозная реабилитация, где физической культуре отводится ведущая роль в восстановлении функциональных резервов организма, а в реализации этих программ активное участие принимают санатории системы МЧС Беларуси [1].

Значимым направлением является работа с жителями зон радиационного загрязнения (Гомельская, Могилевская области), где специалисты разрабатывают метаболические программы, стимулирующие естественные процессы детоксикации через ускорение обмена веществ, что способствует выведению радионуклидов. Исследования, проведенные совместно Министерством спорта, Минздравом, МЧС и НАН Беларуси, подтверждают эффективность дозированных аэробных нагрузок, а особую ценность представляют наработки психологической службы МЧС по снятию острого стресса у пострадавших в первые часы после эвакуации. Адаптивная физическая культура играет ключевую роль в коррекции психосоматических состояний: снижается уровень «радиофобии» и хронического стресса, проводится социализация через групповые занятия, преодолевается феномен «выученной беспомощности» [1; 2; 3].

На организационном уровне усилия реабилитационных центров и санаториев направлены на внедрение современных методик лечебной физкультуры, адаптированных к сопутствующим заболеваниям пациентов, а на личностном уровне осуществляется обучение пострадавших навыкам самоконтроля и самостоятельным занятиям. Важную роль адаптивная физическая культура играет в системе образования на загрязненных территориях, где специалисты обучают педагогов и родителей методам работы с детьми, учитывая их повышенную утомляемость и эмоциональную лабильность [1; 2; 3].

Современные реалии актуализируют направление кризисной интервенции через физическую культуру, где роль МЧС становится системообразующей: в Беларуси накоплен опыт использования методов психофизической разгрузки при работе с эвакуированным населением, где элементы дыхательной гимнастики и мышечной релаксации доказали эффективность в полевых условиях. Специалисты по адаптивной физической культуре привлекаются МЧС для долгосрочной реабилитации переселенцев из зон отчуждения, а совместные программы используют групповые мероприятия как инструмент социальной интеграции, о чем свидетельствует опыт полевых лагерей «Спасатель» для детей из пострадавших регионов [1; 2].

Работа специалиста строится на трех фундаментальных инструментах: комплексная диагностика с опорой на разработки НИИ пожарной безопасности и проблем ЧС МЧС и НИИ радиационной медицины; профессиональное консультирование пострадавших; психофизическое воздействие через проведение занятий и организацию совместно с МЧС физкультурно-оздоровительных мероприятий. Таким образом, адаптивная физическая культура выступает междисциплинарным инструментом, связывающим научное знание с реальными проблемами населения пострадавших территорий, а тесное взаимодействие с МЧС позволяет интегрировать реабилитационные программы в систему гражданской

защиты, делая общество устойчивее к долговременным последствиям техногенных катастроф [1; 2; 3].

ЛИТЕРАТУРА

1. О Государственной программе по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]: Постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 28 апр. 2021 г., № 246 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. Григорьев, А. В. Адаптивная физическая культура в системе реабилитации населения, пострадавшего от катастрофы на ЧАЭС / А. В.

2. Григорьев, А. В. Адаптивная физическая культура в системе реабилитации населения, пострадавшего от катастрофы на ЧАЭС / А. В. Григорьев // Вестник спортивной науки Беларуси: ежеквартальный научно-теоретический журнал. – Минск: БГУФК, 2021. – № 4 (30). – С. 45-51.

3. Козлова, Л. П. Психосоматические аспекты реабилитации жителей радиоактивно загрязненных территорий средствами физической культуры / Л. П. Козлова // Здоровье и окружающая среда: сборник научных трудов / Министерство здравоохранения Республики Беларусь, Республиканский научно-практический центр гигиены; под общ. ред. С. И. Сычика. – Минск: РНМБ, 2023. – Вып. 33. – С. 112-117.

УДК 614.842.6:725.2

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Якушев Е.В.

Бусел М.О.

Университет гражданской защиты

Аннотация. В настоящем докладе рассматриваются актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности высотных зданий и многофункциональных комплексов в условиях интенсивного вертикального роста современных мегаполисов. На основе статистических данных и анализа практики пожаротушения выявлены ключевые факторы уязвимости объектов повышенной этажности.

Ключевые слова: высотные здания, мегаполисы, плотная городская застройка, высотная техника.

ISSUES OF ENSURING FIRE SAFETY IN HIGH-RISE BUILDINGS AND MULTI- FUNCTIONAL COMPLEXES IN CONDITIONS OF DENSE URBAN DEVELOPMENT

Yakushev E.V.

Busel M.O.

University of Civil Protection

Abstract. This report examines the current issues of ensuring fire safety in high-rise buildings and multi-functional complexes amidst the intensive vertical growth of modern metropolitan areas. Based on statistical data and an analysis of firefighting practices, the key vulnerability factors of high-rise structures are identified.

Keywords: high-rise buildings, metropolitan areas, dense urban development, high-altitude firefighting equipment.

Современные мегаполисы развиваются преимущественно в вертикальном направлении. Высотные здания и многофункциональные комплексы становятся доминирующим типом застройки крупных городов, что продиктовано как экономической эффективностью, так и острым дефицитом свободных земель. Согласно данным Единой информационной системы жилищного строительства, только в Москве доля зданий высотой от 25 этажей и выше увеличилась с 19% до 38% всего за один год, а количество объектов с этажностью более 45 этажей выросло более чем в три раза. Однако данная тенденция порождает серьезное противоречие: чем выше и сложнее становится здание, тем более уязвимым оно оказывается перед угрозой пожара, особенно в условиях плотной городской застройки, где каждый метр пространства имеет критическое значение для безопасности. Актуальность темы исследования подтверждается статистикой крупных пожаров и их трагическими последствиями. Возгорания в высотных зданиях отличаются стремительным распространением опасных факторов пожара, сложностью проведения эвакуации и колоссальным материальным ущербом. Ситуация дополнительно осложняется многофункциональностью современных комплексов, совмещающих в одном объеме жилые, офисные, торговые и развлекательные зоны с принципиально разными классами пожарной опасности. Целью настоящего доклада является системный анализ ключевых проблем обеспечения пожарной безопасности высотных зданий и многофункциональных комплексов:

недоступность для пожарной техники: плотная городская застройка создает серьезное препятствие для работы пожарно-спасательных подразделений. Основная проблема заключается в физической невозможности подъезда специальной техники к зданию. Как справедливо отмечают эксперты, современные дворы настолько переполнены личным транспортом, что проход пешком зачастую затруднен, не говоря уже о маневрировании крупногабаритной пожарной техники. В реальных условиях пожарным приходится прокладывать рукавные линии на значительные расстояния — до 100 метров и более — от места стоянки автомобиля до очага возгорания, что приводит к невозможной потере времени и снижению напора воды;

отсутствие необходимой высотной техники: еще более остро стоит проблема отсутствия в гарнизонах пожарной охраны автолестниц и подъемников, способных достигать верхних этажей небоскребов. Нормативная логика предполагает, что при строительстве зданий выше 50 метров застройщик обязан обеспечить гарнизон соответствующей техникой, однако на практике это требование часто игнорируется. Как следствие, во многих городах пожарные подразделения не обладают технической возможностью спасать людей с этажей выше 16-го. Это означает, что при пожаре на 30-м или 40-м этаже люди могут рассчитывать только на внутренние системы противопожарной защиты здания и на собственную способность к эвакуации;

риски для соседних зданий: плотная застройка создает угрозу распространения пожара на соседние строения. Высотные здания с современными фасадными системами при горении способны генерировать мощный тепловой поток, а также разбрасывать горящие элементы конструкций на значительные расстояния. При этом существующие противопожарные разрывы между зданиями в условиях исторически сложившейся или уплотненной застройки часто не соответствуют установленным нормативам.

Решение проблемы недоступности внутридворовых территорий требует комплексного подхода на стадии градостроительного планирования. Необходимо ужесточить контроль за соблюдением нормативных требований к проездам и разворотным площадкам при вводе

объектов в эксплуатацию. Эффективной мерой может стать внедрение систем принудительной эвакуации автотранспорта с внутриквартальных территорий, а также проектирование подземных паркингов с достаточным количеством машино-мест, исключающих хаотичную парковку во дворах. Кроме того, целесообразно оборудовать въезды во дворы автоматическими шлагбаумами с возможностью их экстренного открытия пожарными подразделениями (путем подключения к системе «112» или использования универсальных ключей-таблеток).

Для ликвидации дефицита высотной техники необходимо на законодательном уровне закрепить механизм компенсационного обеспечения: застройщики высотных зданий обязаны не просто декларировать наличие техники в гарнизоне, а либо передавать ее на баланс города, либо отчислять целевые средства в региональные фонды пожарной безопасности для приобретения автолестниц и коленчатых подъемников с высотой подъема 50, 70 и более метров. Также требуется актуализация нормативов положенности пожарной техники в зависимости от этажности застройки конкретного района. В качестве временной меры следует развивать системы взаимопомощи между соседними регионами для оперативной переброски уникальной высотной техники.

В условиях исторически сложившейся плотной застройки, где увеличение противопожарных разрывов физически невозможно, необходимо делать упор на пассивную защиту: применять противопожарные стены (брандмауэры), устанавливать противопожарные шторы и экраны на фасадах, обращенных к соседним зданиям. При новом строительстве следует строго требовать использования негорючих материалов для фасадных систем (класс пожарной опасности К0), особенно в местах примыкания к существующей застройке. Дополнительной мерой является установка водяных завес и дренчерных систем на кровлях и по периметру зданий для защиты от теплового излучения и искр.

Решение обозначенных проблем требует огромных усилий: ужесточения нормативных требований и контроля со стороны государства, повышения ответственности застройщиков и управляющих компаний, а также технического переоснащения пожарных гарнизонов. Только комплексный подход, сочетающий современные инженерно-технические решения, грамотную логистику и высокую дисциплину эксплуатации, способен минимизировать риски и обеспечить безопасность людей в условиях вертикального роста современных мегаполисов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Высотные здания. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-3.02-108-2008 (02250). – Введ. 01.12.2008. – Минск: РУП «Минсктипроект», 2008. – 85 с.
2. Системы пожарной безопасности, Крупные пожары в высотных зданиях в 2006–2011 годах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fire-engine.ru/pogary/public-place/pogar-vysotki>. – Дата доступа: 23.02.2026

Секция 4

ГРАЖДАНСКАЯ ЗАЩИТА. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

УДК 355/359

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОБСТВЕННОЙ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОРГАНАХ ПОГРАНИЧНОЙ СЛУЖБЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Апанасевич М.О.

Бугай А.Н., кандидат военных наук, доцент

Институт пограничной службы Республики Беларусь

Аннотация. Определены основные мероприятия, осуществляемые в рамках обеспечения собственной радиационной безопасности и направления по ее совершенствованию. Представлено обоснование введения термина «собственная радиационная безопасность ОПС», предложен вариант его определения.

Ключевые слова: нормативная правовая база, собственная радиационная безопасность, радиоактивно загрязненная местность, охрана государственной границы, радиологическая чрезвычайная ситуация, нормы радиационной гигиены.

ENSURING OWN RADIATION SAFETY IN THE BORDER SERVICE OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Apanasevich M.O.

Bugai A.N., PhD in Military Sciences, Associate Professor

Institute of Border Service Republic of Belarus

Abstract. The key measures implemented to ensure own radiation safety and areas for improvement are identified. A rationale for introducing the term «own radiation safety of an OPS» is presented, and a definition is proposed.

Keywords: regulatory framework, own radiation safety, radioactively contaminated areas, state border protection, radiological emergency, radiation hygiene standards.

Анализ ряда научных трудов и нормативных правовых актов [1-5] показал, что термин «собственная радиационная безопасность» ранее не применялся, а освещаемые в них рекомендации и предписания по порядку применения установленных норм носят общий характер, который практически не учитывает специфику выполнения задач различными ведомствами, в том числе и органами пограничной службы (ОПС).

Вышеизложенное дает возможность предположить, что термин «*собственная радиационная безопасность*» является важным и обосновывается спецификой выполняемых задач ОПС в условиях воздействия ионизирующего излучения. Его применение позволит персонализировать направления деятельности ОПС и круга лиц, в отношении которых обеспечивается радиационная безопасность, а также будет являться связующим звеном между общими нормами законодательства в области ее обеспечения и практикой его применения обеспечит единое понимание проводимых мероприятий по собственной радиационной безопасности всеми субъектами общественных отношений в сфере обеспечения пограничной безопасности.

К данным мероприятиям целесообразно отнести:

ежегодное радиационное обследование территорий пунктов постоянной дислокации, мест несения службы, жилищно-казарменного фонда;

организация обучающих курсов по подготовке военнослужащих к выполнению задач по охране государственной границы в условиях радиоактивного загрязнения местности;

контроль внутреннего облучения военнослужащих, работников и членов их семей, а также местного населения, проживающего на приграничной территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС;

автоматизированный дозиметрический контроль внешнего облучения и медицинское обследование военнослужащих, выполняющих задачи по охране государственной границы в условиях радиоактивного загрязнения местности;

специальная обработка пограничных нарядов после выполнения задач по охране государственной границы в условиях радиоактивного загрязнения местности в пунктах специальной обработки;

организация радиационного контроля на границе и проведение проверочных мероприятий по фактам обнаружения (задержания) источников ионизирующего излучения.

принятие на вооружение современных образцов техники для проведения радиационного и дозиметрического контроля.

Исходя из вышеизложенного под формулировкой термина «*собственной радиационной безопасности ОПС*» следует понимать состояние защищенности военнослужащих, лиц гражданского персонала ОПС и членов их семей от вредного воздействия ионизирующего излучения, обеспечивающее способность противостоять их опасному влиянию на организм, в целях сохранения способности выполнения возложенных на них обязанностей.

Предлагаемое определение приведет к единому пониманию данного термина всеми участниками общественных отношений в сфере его применения, а также для персонализации деятельности ОПС в целом и в частности круга лиц, в отношении которых собственная радиационная безопасность будет обеспечиваться. Данный термин станет связующим звеном между нормами национального законодательства в сфере радиационной безопасности и практикой её применения в ходе выполнения задач ОПС с учетом их специфики.

Таким образом, с целью дальнейшего повышения эффективности обеспечения собственной радиационной безопасности предлагается:

совершенствовать нормативную правовую базу с учетом введения термина «*собственная радиационная безопасность*»;

уточнить имеющиеся планы мероприятий в случае угрозы или возникновения аварии на АЭС с учетом конкретизации задач органам управления в соответствии с их должностным предназначением;

разработать алгоритмы действий личного состава подразделений границы при получении информации об аварии с учетом включения в них более широкого состава должностных лиц, и уточнённых временных показателей;

подготовить и внедрить в ОПС памятки по обеспечению собственной радиационной безопасности на службе и в быту в целях соблюдения норм радиационной гигиены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция о порядке организации служебной деятельности в зоне радиоактивного загрязнения : Приказ Председателя Государственного погранич. комитета Респ. Беларусь, 20 мар. 2019 г. N 130 : в ред. Приказов Председателя Государственного погранич. комитета Респ. Беларусь, 24 дек. 2019 г. N 692, 12 февр. 2020 г. N 83, 28 апр. 2021 г. N 193. – Минск : Госпогранкомитет, 2021.

2. Об утверждении Положения о порядке взаимодействия республиканских органов государственного управления, иных государственных органов и организаций при обнаружении ИИИ, а также в случае их задержания при перемещении через Государственную границу Республики Беларусь : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 30 апр. 2009 г. N 560 // [Текст документа в ред. постановления Совмина от 25.01.2017 N 73].

3. Методика подготовки к реагированию на ядерные или радиационные аварии IAEA-TECDOC-953/R / Международ. агентство по атомной энергии. – Вена : МАГАТЭ, 2008. – 146 с.

4. Общие инструкции оценки и реагирования на радиологические аварийные ситуации [IAEA-TECDOC-1162] / Международ. агентство по атомной энергии. – Вена : МАГАТЭ, 2002. – 186 с.

5. Руководство по радиационной защите при авариях ядерных реакторов [IAEA-TECDOC-955] / Международ. агентство по атомной энергии. – Вена : МАГАТЭ, 1998. – 255 с.

УДК 504.064:519.816

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ МЕТОДОВ И АНАЛИЗА ДЕРЕВЬЕВ ОТКАЗОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Глазунов Я.А.

Сафонова Н.Л.

ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Аннотация. Статья посвящена применению вероятностных методов для моделирования экологических аспектов ЧС: оценке вероятности аварий и расчёту вероятностей различных сценариев экологического ущерба. Ключевой инструмент анализа — деревья отказов.

Ключевые слова: математическое моделирование, экологические аспекты ЧС, вероятностные методы, оценка вероятности, риск-анализ, дерево отказов, экологическая безопасность, количественная оценка риска.

APPLICATION OF PROBABILITY METHODS AND FAILURE TREE ANALYSIS FOR MODELING ENVIRONMENTAL RISKS OF EMERGENCY SITUATIONS

Glazunov Y.A.

Safonova N.L.

Air Force Military Academy named after N. Zhukovskiy and J. Gaganin

Abstract. The article is devoted to the application of probabilistic methods for modeling environmental aspects of emergencies: assessing the probability of accidents and calculating the probabilities of various scenarios of environmental damage. The key tool of analysis is fault trees.

Keywords: mathematical modeling, environmental aspects of emergencies, probabilistic methods, probability assessment, risk analysis, fault tree, environmental safety, quantitative risk assessment.

Промышленное и технологическое развитие несет риски масштабных экологических ЧС (разливы нефти, выбросы химикатов, радиационные инциденты), наносящих долговременный ущерб экосистемам, здоровью и экономике. Это требует перехода от реагирования на чрезвычайные ситуации (ЧС) к их предупреждению. Математическое моделирование с использованием вероятностных методов играет ключевую роль в этой задаче, позволяя количественно оценивать риски и принимать обоснованные управленческие решения.

Экологические аспекты ЧС отличаются высокой неопределенностью, стохастичностью лежащих в их основе процессов и зависимостью от множества факторов – от технической надежности оборудования до метеорологических условий. Детерминированные модели, рассчитывающие последствия по принципу «худшего случая», часто ведут к завышенным или нереалистичным оценкам, что может привести к неэффективному распределению ресурсов на безопасность.

Вероятностные методы в экологическом моделировании ЧС разделяются на две задачи:

1. **Оценка вероятности инициирующего события:** определяется частота возникновения нежелательных первопричин аварии (например, разрыв трубопровода) на основе статистики отказов, данных о надежности и мнений экспертов.
2. **Расчет вероятностей путей развития аварии:** после первичного события, авария может развиваться по различным сценариям (например, возгорание или нет, эффективность систем локализации). Оценка вероятности каждого сценария позволяет выявить наиболее опасные цепочки событий, ведущие к максимальному экологическому ущербу, и определить влияние отдельных факторов на общий риск.

Такой подход формирует основу для количественной оценки риска, где риск традиционно определяется как функция вероятности события и тяжести его последствий: $\text{Риск} = \text{Вероятность} \times \text{Ущерб}$.

Дерево отказов — структурированный дедуктивный метод вероятностного анализа. Он начинается с вершинного (нежелательного) события (например, ущерба окружающей среде при экологической ЧС) и шаг за шагом выявляет комбинации базовых событий, приводящих к нему (отказ клапана, ошибка оператора, экстремальное природное явление), связывая их логическими элементами.

Рассмотрим упрощенный пример оценки риска загрязнения водного объекта вследствие разгерметизации резервуара хранения химического реагента.

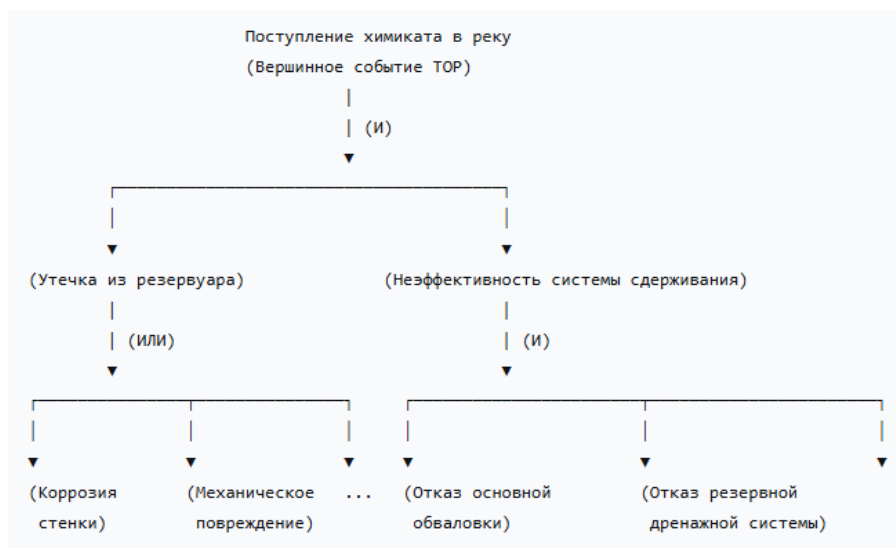


Рисунок 1 - Пример дерева отказов

Даже на этом простом дереве видно, что для предотвращения экологического ущерба необходима многобарьерная защита. Количественные оценки вероятностей базовых событий (коррозии, отказа обваловки и т.д.) позволяют рассчитать общую вероятность загрязнения реки и понять, какие меры — усиление контроля коррозии или повышение надежности дренажной системы — дадут наибольшее снижение риска.

Вероятностные методы, и в особенности метод анализа деревьев отказов, предоставляют мощный аналитический аппарат для математического моделирования экологических аспектов ЧС. Они переводят интуитивное понимание опасностей в строгий количественный формат, позволяя системно идентифицировать причины и сценарии аварий, количественно оценивать риск, сравнивать различные варианты повышения безопасности с точки зрения снижения общего уровня риска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берман, А. Ф. и др. Метод синтеза и анализа деревьев отказов на основе понятий механизма и кинетики событий/ А.Ф. Берман, Н.Ю. Павлов, О.А. Николайчук//Проблемы анализа риска. - 2018. - Т15 №3 - С. 62–77.
2. IT Expert. Дерево отказов, как метод структурного анализа FTA. Примеры внедрения. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.itexpert.ru/rus/biblio/detail.php?ID=16266> (Дата обращения: 20.02.2026 г.).

УДК 539.12-046. 55:519.2

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ЭПР-ДОЗИМЕТРИИ

Губко А.И.

Лебедев С.М.

Белорусский государственный медицинский университет

Аннотация. Представлены результаты научных исследований стратегии выбора потенциальных объектов для ретроспективной дозиметрии с использованием метода

электронного парамагнитного резонанса. Наилучшими характеристиками для этой цели обладают стекла смартфонов, ткани защитных масок и респираторов.

Ключевые слова: ретроспективная дозиметрия, электронный парамагнитный резонанс, радиационные дефекты.

OBJECTS SURROUNDING HUMANS AS DOSIMETRIC MARKERS OF EXPOSURE TO IONIZING RADIATION

Gubko A.I.

Lebedev S.M.

Belarusian State Medical University

Abstract. The results of scientific research on a strategy for selecting potential samples for retrospective dosimetry using electron paramagnetic resonance are presented. The glass in smartphones and the fabrics of protective masks and respirators have demonstrated the best properties for this purpose.

Keywords: retrospective dosimetry, electron paramagnetic resonance, radiation defects.

На протяжении последнего десятилетия наблюдается развитие ядерных и радиационных технологий, широкое применение источников ионизирующего излучения, что обуславливает увеличение количества лиц, контактирующих с ними, возрастание вероятности риска нештатных и аварийных ситуаций с увеличением количества пострадавших от воздействия ионизирующего облучения. В данных обстоятельствах для изучения последствий облучения помимо дозиметрического контроля, после ионизирующего облучения возникает необходимость осуществления ретроспективной дозиметрии. Одним из наиболее эффективных инструментальных методов ретроспективной дозиметрии является электронный парамагнитный резонанс (далее – ЭПР). В качестве объектов реконструкции накопленной дозы оправдано использовать биологические материалы, бытовые предметы или другие материалы, окружающие человека [3, 4].

Проведено аналитическое исследование научных публикаций, посвященных применению метода ЭПР-дозиметрии, с использованием описательно-оценочных методов.

Изучение и анализ доступных научных данных позволил установить успешное использование зубной эмали для ЭПР-дозиметрии. Недостатками выбора зубной эмали как объекта ЭПР являются удаления зуба и слабая точность метода. Вместе с тем имеются подходы, позволяющие использовать зубную эмаль и без удаления зуба, но требуется специальная аппаратура, не выпускаемая серийно. В связи с этим специалисты обращают внимание на другие материалы и предметы, окружающие человека, для возможности их использования при ЭПР-дозиметрии.

В качестве одного из таких объектов рассматриваются образцы человеческого волоса. Однако имеются некоторые особенности, связанные с его использованием. К сожалению, регистрируемый у него ЭПР-спектр имеет собственный сигнал, неотличимый от радиационно-индуцированного. Источником сигнала как радиационного, так и фоновое нерадиационного является меланин. Различное его содержание в волосах определяет различную их радиационную чувствительность. Высокочувствительными являются светлые волосы. В связи с этим при ЭПР дозиметрии требуется использования дополнительного метода оптического или спектрометрического для определения окраса волоса [1].

Следующий объект, подвергшийся тестированию в экспериментах, был образец ногтя. У него была отмечена низкая радиочувствительность к ионизирующему облучению, радикалы водорода, образующиеся в ногте после облучения, существуют не долго, сигнал очень слабый и через несколько суток после облучения он практически отсутствует.

В повседневной жизни человека, как правило, окружают предметы из пластика (пуговицы, корпус ручек и другое). Установлено, что у отдельных предметов из пластика после облучения регистрируется более-менее стабильный радиационно-индуцированный ЭПР-сигнал, а собственный сигнал может отсутствовать. Радиочувствительность пластиковых материалов в зависимости от их происхождения и состава сильно варьирует. Вследствие этого измерения по пластику имеют большую погрешность.

С точки зрения ЭПР дозиметрии в научной литературе отмечается относительно неплохая радиочувствительность у стекла смартфона. Иногда у стекла отмечается собственный сигнал, но отличаемый от радиационно-индуцированного. Кроме этого, у одной и той же модели смартфонов обнаруживается высокая вариация чувствительности стекол к облучению.

В качестве объекта ретроспективной ЭПР-дозиметрии были отобраны и исследованы параметры ЭПР-сигнала у образцов материала от одежды, защитных масок, респиратора. Чаще нерадиационный сигнал фиксируется от образцов материала, имеющего окрашенные или синтетические волокна. Радиационный ЭПР-сигнал зависит от условий хранения облученных объектов и уменьшается с течением времени [2].

Таким образом, среди объектов, подвергшихся тестированию за последнее время, для ретроспективной оценки накопленной индивидуальной дозы неплохими характеристиками обладают ткани защитных масок, респираторов и слабоокрашенные хлопчатобумажные ткани. Тем не менее, наилучшую позицию занимают стекла смартфонов. Несмотря на присутствие вариации чувствительности, они отличаются достаточно хорошей радиационной чувствительностью (минимальная доза составляет 0,5 Гр). Стекло смартфона является более удобным, но неидеальным объектом для ЭПР-дозиметрии, а его удаление не станет причиной уничтожения информации на смартфоне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, Д. В. Исследование дозиметрических характеристик человеческого волоса в зависимости от содержания меланина // Д.В. Иванов, Д.Р. Баитимиров, С. Ф Конев [и др.] / Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2022. – № 4. – С. 89–95.
2. Иванов, Д. В. Использование хлопчатобумажной ткани и волокна в качестве объектов ретроспективной ЭПР-дозиметрии // Д. В. Иванов, Д. Р. Баитимиров, С. Ф Конев [и др.] / Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2024. – № 5. – С. 109–113.
3. Tepe Çam S., Polat M., Seyhan N. The Use of Human Hair as a Biodosimeter. Appl. Radiat. Isot. 2014;94:272–281.
4. Herve M.L., Trompier F., Tikunov D.D., Amouroux V., Clairand I. Study of Materials for Mixed Field Dosimetry by EPR Spectroscopy. Radiat Prot Dosim. 2006;120:205–9.

УДК 339.543:539.1.074

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ С ИНФОРМАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ ТАМОЖЕННЫХ ОРГАНОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Мельниченко Н.В., Егоров Р.С.

Путятю О.В.

Белорусский государственный университет транспорта

Аннотация. Рассмотрено взаимодействие технических средств радиационного контроля с информационными системами таможенных органов Республики Беларусь. Показано, что

интеграция измерительных комплексов с цифровой инфраструктурой и системой управления рисками обеспечивает автоматизацию контроля и повышение радиационной безопасности.
Ключевые слова: радиационный контроль, делящиеся и радиоактивные материалы, информационные системы, система управления рисками, таможенные органы.

INTERACTION OF RADIATION CONTROL TECHNICAL MEANS WITH THE INFORMATION SYSTEMS OF THE CUSTOMS AUTHORITIES OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Melnychenko N.V., Yegerov R.S.

Putyato O.V.

Belarusian State University of Transport

Abstract. The paper examines the interaction between radiation monitoring equipment and the information systems of the customs authorities of the Republic of Belarus. It is shown that integration of measurement systems with the digital infrastructure and the risk management system enhances automation and radiation safety.

Keywords: radiation monitoring, fissile and radioactive materials, information systems, risk management system, customs authorities.

Взаимодействие технических средств радиационного контроля с информационными системами таможенных органов Республики Беларусь представляет собой комплекс аппаратно-программных, организационных и нормативных решений, направленных на обеспечение радиационной безопасности, предотвращение незаконного перемещения делящихся и радиоактивных материалов (далее – ДРМ) и повышение эффективности таможенного администрирования. Оно реализуется в рамках единой цифровой инфраструктуры таможни и базируется на многоэтапной технологии контроля: первичный контроль, реагирование на превышение установленных пороговых уровней ионизирующего излучения, принятие управленческих решений в связи со срабатыванием системы контроля, дополнительный контроль и вынесение решения о выпуске или задержании товаров и транспортных средств.

Технические средства радиационного контроля образуют взаимосвязанную подсистему измерения и регистрации ионизирующего излучения. Они включают стационарные комплексы (железнодорожные, автомобильные, пешеходные, почтово-багажные и складские), мобильные системы, поисковые приборы, дозиметры, радиометры-спектрометры, спектрометры со сцинтилляционными и полупроводниковыми детекторами, а также средства индивидуальной защиты. Каждое средство генерирует данные разной структуры, точности и детализации, требующие стандартизированной цифровой обработки и интеграции в ведомственные информационные системы [1].

На этапе первичного радиационного контроля стационарные порталные мониторы автоматически измеряют гамма- и нейтронное излучение при движении объектов через зону контроля. Комплекс фиксирует фон, параметры излучения, временные характеристики и идентификационные данные (например, номер транспортного средства). Результаты в реальном времени передаются по защищённым каналам в локальные и централизованные информационные системы таможенных органов Республики Беларусь.

Информационные системы выполняют функции регистрации события контроля, автоматической верификации полученных значений относительно установленных пороговых уровней, формирования электронных журналов и обеспечения юридически значимой фиксации результатов измерений. При отсутствии превышений создаётся отметка о прохождении контроля, включаемая в электронное досье товара или транспортного средства.

При превышении порогов система генерирует сигнал тревоги, присваивает событию уникальный идентификатор и сопровождает его в информационном контуре.

Ситуация превышения пороговых уровней излучения активирует механизм межсистемного взаимодействия. Данные о характере превышения (тип излучения, величина мощности дозы, пространственная локализация детектора, длительность сигнала) автоматически передаются в информационные модули, обеспечивающие поддержку управленческих решений. Уполномоченное должностное лицо осуществляет размещение объекта в специально отведённой зоне, а факт совершения соответствующих действий фиксируется в информационной системе, что обеспечивает прослеживаемость процедур и их последующий контроль.

Принятие решения о необходимости проведения дополнительного радиационного контроля осуществляется с использованием комплексной информационной поддержки. Ведомственные информационные системы аккумулируют сведения о результатах первичного измерения, данные электронных деклараций, информацию о маршрутах перемещения, характеристиках товара и участнике внешнеэкономической деятельности. В результате формируется интегрированная информационная картина, позволяющая старшему смены принять обоснованное управленческое решение, которое документируется в электронном виде и сохраняется в базе данных.

Дополнительный радиационный контроль проводится с применением поисковых приборов, аппаратно-программных дозиметров-радиометров и спектрометров. Современные измерительные устройства оснащаются цифровыми интерфейсами передачи данных, что позволяет интегрировать результаты измерений непосредственно в информационные системы. Формируется электронный акт дополнительного радиационного контроля, содержащий сведения о применённых технических средствах, параметрах измерений и выводах должностных лиц [2].

Существенное значение в структуре взаимодействия технических средств и информационных ресурсов играет система управления рисками (далее – СУР) таможенных органов. СУР выявляет и оценивает риски нарушений законодательства и угрозы экономической и радиационной безопасности, обеспечивая автоматическую передачу данных с радиационных комплексов. На основе характеристик товара, маршрута, истории срабатываний и параметров излучения формируются профили риска, определяющие необходимость дополнительного контроля. СУР служит инструментом аналитики и оперативного управления, алгоритмизируя принятие решений и оптимизируя распределение ресурсов.

Таким образом, взаимодействие технических средств радиационного контроля с информационными системами таможни Республики Беларусь обеспечивает автоматизированный учёт, анализ и прослеживаемость радиационных событий, повышает эффективность контроля и снижает риски незаконного перемещения делящихся и радиоактивных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Государственного таможенного комитета Республики Беларусь от 26 августа 2025 г. № 27 «О таможенном контроле»: электронный ресурс. URL: <https://www.alta.ru/tamdoc/25bl0027/> Дата обращения: 18.02.2026.

2. Захожая А. М., Морозова О. В. Радиационный контроль товаров и транспортных средств, перемещаемых через таможенную границу ЕАЭС в Республике Беларусь: электронный ресурс. URL: <http://elib.bsut.by/bitstream/handle/123456789/6678/Транспорт%20в%20интеграционных-135-136.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Дата обращения: 18.02.2026.

ЧЕРНОБЫЛЬСКАЯ АВАРИЯ - СПУСТЯ 40 ЛЕТ

Малёмина Е.Н., Загуменнова М.В., Чечетина Т.А., Фирсов А.Г.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые аспекты аварии на Чернобыльской атомной электрической станции. Приведены основные причины и последствия данной аварии. Рассмотрено сегодняшнее состояние Чернобыльской атомной электрической станции и зоны отчуждения.

Ключевые слова: атомная электрическая станция, радиационное заражение, пожар, авария.

THE CHERNOBYL DISASTER - 40 YEARS LATER

Malemina E.N., Zagumennova M.V., Chechetina T.A., Firsov A.G.

Federal State Budgetary Institution All-Russian Research Institute for Fire Protection of the
Ministry of Emergency Situations of Russia

Abstract. This article examines several aspects of the Chernobyl nuclear power plant accident. It outlines the main causes and consequences of the accident. It also examines the current state of the Chernobyl nuclear power plant and the exclusion zone.

Keywords: nuclear power plant, radiation contamination, fire, accident.

26 апреля 1986 г. произошла одна из самых страшных аварий в мире на Чернобыльской атомной электрической станции (далее – ЧАЭС). В 1 ч 23 мин на 4 блоке ЧАЭС произошли два мощных взрыва. В результате аварии были полностью разрушены атомный реактор и машинный зал. Как выяснилось позже причиной катастрофы стали неправильные действия обслуживающего персонала станции. В окружающую среду поступило огромное количество радиоактивных веществ. Радиационный фон на месте аварии составлял порядка 50 млн кюри. На месте взрыва образовались очаги пожара. На ликвидацию пожара выехал дежурный караул пожарной части № 2. Позже на тушение пожара прибыл пожарной караул городской пожарной части № 6. К 6 ч. утра пожар на энергоблоке был полностью ликвидирован. Благодаря самоотверженным действиям пожарных удалось не только потушить пожар, но и предотвратить еще более серьезные последствия данной аварии.

Для борьбы с катастрофой были привлечены тысячи различных специалистов, военных, пожарных, медиков. Опыта борьбы с подобными авариями в то время еще не было, и защита людей от радиации осуществлялась на минимальном уровне. В первые дни аварии от радиоактивного излучения погибло 29 чел. – сотрудники ЧАЭС и пожарные. На ликвидацию последствий аварии ушло несколько месяцев. По подсчетам специалистов на ликвидацию аварии только в ее активной фазе потребовалось более 300 млрд \$. В соответствии с Международной шкалой ядерных событий данной аварии был присвоен максимальный уровень опасности – 7-ой. В общей сложности было заражено более 200 тыс. км² территории Украины, Беларуси и России. Сегодня около 3 855 ед. населенных пунктов еще находятся в зоне радиоактивного заражения. В результате аварии в течение первых трех месяцев погиб 31 чел. В 15 последующих лет от лучевой болезни умерли еще до 80 чел. Из 30-ти километровой зоны ЧАЭС было эвакуировано свыше 115 тыс. чел. В общей сложности в ликвидации последствий аварии было задействовано более 600 тыс. чел. Радиоактивное облако прошло над европейской частью Советского Союза, Восточной

Европой и Скандинавией. 15 декабря 2000 г. ЧАЭС полностью прекратила свою работу, но опасность распространения радиоактивного заражения сохраняется до сих пор.

Наибольшее количество АЭС насчитывается в США (62 ед.), Франции (19 ед.) и Японии (17 ед.). Россия в мировом рейтинге занимает пятое место. Первая АЭС была построена в 1948 г. в Советском Союзе в рамках программы «Мирный атом» [1]. На территории России действует 12 АЭС: Билибинская, Балаковская, Кольская, Ленинградская, Белоярская, Смоленская, Курская, Калининская, Нововоронежская, Ростовская и Запорожская, плавучая атомная теплоэлектростанция (ПАТЭС «Академик Ломоносов»). Доля атомной энергетики в общей энергетической системе России составляет 20,3 %.

Сегодня ядерная энергетика интенсивно развивается, использует новые более безопасные технологии производства. В период до 2042 г. на территории России планируется ввести в эксплуатацию еще 38 энергетических блоков с общей мощностью более 29 ГВт. Также взят курс на развитие АЭС малой мощности и плавучие ПАТЭС [2], что очень актуально для Дальнего востока и Сибири.

Возведенный защитный саркофаг над 4 блоком ЧАЭС со временем стал терять свои защитные свойства. И в 2016-2018 гг. был возведен новый защитный купол, который должен был сдерживать радиацию на протяжении последующих 50 лет. Однако по сообщениям международного агентства по атомной энергетике дополнительно возведенный саркофаг был атакован 14 февраля 2025 г. украинским безбилетником. В результате удара возник пожар, который был потушен соответствующими службами. В дальнейшем был осуществлен частичный ремонт крыши саркофага. Полное восстановление саркофага планируется осуществить после окончания специальной военной операции [3]. Это лишний раз подчеркивает, насколько может быть опасен любой ядерный объект и стать разменной монетой в военно-политическом конфликте.

Сегодня зона отчуждения ЧАЭС – это не только потенциальная угроза, но огромный научный полигон по изучению влияния радиации на окружающую природу. Спусти сорок лет природа начала постепенно адаптироваться к новым условиям. У различных видов живых существ – стал меняться внешний окрас. Например, некоторые виды лягушек стали не зеленого, а черного цвета. Поменяли окрас и находящиеся там собаки и ряд грибов. Проведенные исследования показали, что это связано с поглощением избыточной радиации. Ученые назвали этот процесс радиосинтезом. Восстанавливаются уничтоженные леса и растительность. Исследования также показали, что мозг птиц стал меньше на 5 % от нормы. Этому тоже есть объяснение – недостаток кормовой базы для птиц заставил экономить энергию организма и в т.ч. затронул их мозг [4].

Чернобыль показал, что природа способна восстанавливаться даже после таких тяжелых катастроф. Животные вернулись, леса восстановились, некоторые виды адаптировались, обретая новые свойства. Радиация не сделала эти места пустыней. Со временем вернутся и люди.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чернобыль. Эпилог / Хабр URL: <https://habr.com/ru/articles/561582/?ysclid=mkianrjbh934104098> (дата обращения – 20.01.2026).
2. Атомная энергетика России: «Прорыв», БРЕСТ-ОД-300 и малые АСММ / Коммерсантъ URL: <https://www.kommersant.ru/doc/7798978> (дата обращения – 22.01.2026).
3. Чернобыльская АЭС: новый саркофаг, радиация, ситуация в 2025 году / Газета.Ru URL: https://www.gazeta.ru/social/2025/12/06/22139599.shtml?utm_auth=false (дата обращения – 30.01.2026).
4. Как изменился Чернобыль спустя 40 лет после катастрофы / РИА Новости, 19.12.2025 URL: <https://ria.ru/20251219/chernobyl-2062873223.html> (дата обращения – 30.01.2026).

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ГОРЕНИИ ОБЪЕКТОВ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ МЕСТНОСТИ

¹*Ильючик Е.А.*

²Ковтун В.А., доктор технических наук, профессор

¹Институт пограничной службы Республики Беларусь

²Филиал «Институт профессионального образования» Университета гражданской защиты

Аннотация. Рассмотрены особенности горения объектов природных экосистем, подвергшихся радиоактивному загрязнению, которое сопровождается усугублением радиационной обстановки, связанной с распространением радионуклидов на не загрязненные или менее загрязненные участки местности, а также принятием дополнительных мер по обеспечению радиационной безопасности.

Ключевые слова: радиационный контроль, радиоактивные аэрозоли, радиационная безопасность, объемная удельная активность, лесные пожары.

SOME ASPECTS OF RADIATION SAFETY DURING COMBUSTION OF NATURAL ECOSYSTEM OBJECTS IN CONDITIONS RADIOACTIVE CONTAMINATION OF THE AREA

¹*Ilyuchik E.A.*

²Kovtun V.A., Grand PhD in Technical Sciences, Professor

¹State educational institution "Institute of Border Service

²Branch «Institute of Vocational Education» of the University of Civil Protection

Abstract. The article examines the characteristics of combustion of natural ecosystem objects exposed to radioactive contamination, which is accompanied by an aggravation of the radiation situation associated with the spread of radionuclides to uncontaminated or less contaminated areas, as well as the adoption of additional measures to ensure radiation safety.

Keywords: radiation monitoring, radioactive aerosols, radiation safety, volumetric specific activity forest fires.

По данным международной статистики в мире ежегодно происходит 2-3 пожара на объектах атомной энергетики. Стоит отметить, что большинство объектов атомной энергетики расположены в районах, характеризующихся преимущественно наличием лесных массивов и кустарников. В случае возникновения радиологической чрезвычайной ситуации, в результате которой создастся сложная радиационная обстановка, характеризующаяся радиоактивным заражением на больших площадях, не исключено и возникновения таких природных чрезвычайных ситуаций как пожары, которые могут привести к усугублению радиационной обстановки – повышению мощности экспозиционной дозы и увеличению района (площади) радиоактивного загрязнения.

Площадь территории Республики Беларусь, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС составляет более 50000 км². В частности, площадь Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ) составляет 2170 км². На территории ПГРЭЗ находится около 30% выпавшего на

территорию Республики Беларусь ^{137}Sc , 73% ^{90}Sr , 97% изотопов ^{238} , ^{239} , ^{240}Pu . Согласно Международной шкале ядерных и радиологических событий лесные пожары в зоне отчуждения на территории ПГРЭЗ относятся к событиям высокой степени значимости [1]. Так, при горении различных объектов природных экосистем (в основном лесных массивов и кустарников), содержащих повышенное содержание ^{137}Sc , ^{90}Sr и трансурановых элементов (^{238} , ^{239} , ^{240}Pu , ^{241}Am), будет происходить процесс образования радиоактивных аэрозолей с последующим переносом воздушным потоком радионуклидов на большие расстояния в зависимости от степени вертикальной устойчивости воздуха, направления и скорости ветра. Перенос радиоактивных частиц будет сопровождаться также увеличением внешнего гамма-излучения на местности, а попадание радионуклидов в организм человека будет неизбежно приводить к накоплению радионуклидов в его органах и тканях. При этом внутреннее облучение увеличивает риск развития онкологии и иных заболеваний, которые могут быть связаны с радиацией.

Стоит отметить, что радионуклиды в природных экосистемах будут находиться как в фитомассе, так и в поверхностном почвенном покрове в зависимости от их различий в биологической фиксации. При этом мощность экспозиционной дозы отдельных объектов экосистемы будет зависеть от концентрации радионуклидов в этих объектах и величины энергии излучения. Так, содержание ^{137}Sc в сосне обыкновенной будет различной (от большего к меньшему содержанию): древесина ствола старых хвой; кора ствола, сучья, шишки; хвоя текущего года формирования [2].

Прогноз пирологической ситуации включает пожарную устойчивость растительности, которая зависит от морфологических и физиологических особенностей растений фитоценоза [3]. Выделяют 5 категорий устойчивости к пожарам на основе модифицированной шкалы [4]. При этом класс пожароустойчивости определяется исходя из нижеследующих характеристик: видовой и возрастной состав древостоя, кустарников и мохолишайников, санитарное состояние (сухостой, ветровал), наличие подроста хвойных пород, наличие торфяников, выполнение лесохозяйственных мероприятий.

При горении природных объектов на радиоактивно загрязненной местности будет происходить процесс смешивания радиоактивных частиц с атмосферным воздухом, что приведёт к образованию радиоактивных аэрозолей.

Существуют различные методы количественного определения радиоактивных аэрозолей, которые основываются на прокачке исследуемого образца воздушной среды с применением различных фильтров с последующим проведением радиометрических или спектрометрических измерений. В ходе анализа твердые частицы могут отделяться и измеряться отдельно или же измерения могут проводиться напрямую из определенного объема газовой среды. Методы, при которых происходит разделение твердых частиц, основаны на седиментации, фильтрации, инерционном и электрическом осаждении. Для концентрирования радиоактивных частиц из аэрозоля используют импакторы, как правило, каскадного типа [1]. Количественная оценка проводится, как правило, методом сцинтилляционной спектрометрии.

В настоящее время должностные лица республиканских органов государственного управления, таких как органы пограничной службы и МЧС, выполняют различные задачи на территории ПГРЭЗ. Значительное повышение мощности экспозиционной дозы на местности, на которой ранее такие значения не были характерны, может быть следствием пожара на территории ПГРЭЗ или на прилегающей приграничной территории Украины, при этом расстояние до него может достигать десятки километров. В этом случае современные технические средства радиационного контроля позволят обеспечить радиационную безопасность должностных лиц, а также будут служить средством мониторинга и выявления пожаров в природных экосистемах с радиоактивным загрязнением по радиационному признаку. Применение технических средств радиационного контроля, в особенности дистанционного действия, для ведения радиационной разведки местности в пожароопасные периоды позволит совершенствовать систему пожарно-радиационной безопасности.

Технические средства, используемые в настоящее время для количественной оценки радиоактивных аэрозолей достаточно габаритные, включают поэтапное проведение анализа воздушной среды, требуют достаточно серьезный и высокий уровень подготовки при работе с ними. Для выполнения задач по мониторингу пожарно-радиационной обстановки и ведению радиационной разведки на территории ПГРЭЗ перспективным техническим средством представляется малогабаритный блок детектирования, способный проводить измерение радиоактивных аэрозолей с определением мощности экспозиционной дозы на участке местности (приземного слоя воздуха), т.е. переход измерения от объемной активности к мощности дозы, так как этот показатель определяет дозовую нагрузку на организм человека и позволяет оперативно провести расчеты по времени безопасного пребывания в радиационно опасных условиях. Данный блок детектирования целесообразно будет использовать в комплексе с блоком обработки данных, включающем программное обеспечение, а также со средством мобильности, которым может выступать, как вариант, беспилотный летальный аппарат.

Практика показала, что использование небольших беспилотных летательных аппаратов в условиях радиологической чрезвычайной ситуации дает возможность получать более точную информацию о реальной радиологической обстановке. Проведение локализации пожаров на объектах природных экосистем в районе радиологической чрезвычайной ситуации с использованием дистанционных технологий позволит:

- минимизировать облучение личного состава при проведении наиболее опасных работ, к которым относится проведение радиационной разведки;
- ликвидировать возгорание на ранних стадиях, что в свою очередь приведет к сдерживанию роста уровня радиации на местности;
- не допустить распространение радионуклидов на менее загрязненные или не загрязненные в радиационном отношении территории, в том числе на территорию сопредельных стран.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калиниченко С. А. Методы анализа объемной активности радиоактивных аэрозолей в атмосферном воздухе / С. А. Калиниченко, А. А. Суденко // Сахаровские чтения - 2025: экологические проблемы XXI века : материалы 25-й междунар. науч. конф., Минск, 22-23 мая 2025 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: А. Н. Батян [и др.]. – Минск : БГУ, 2025. – С. 41-45;
2. Переволоцкая Т. В. Облучение сосновых насаждений в белорусском секторе 30-километровой зоны ЧАЭС на современном этапе / Т. В. Переволоцкая // Радиобиология и экологическая безопасность - 2023 : материалы междунар. науч. конф., Гомель, 25-26 мая 2023 г. / ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси»; редкол.: И. А. Чешик [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – С. 202-204;
3. Груммо Д. Г. К вопросу спутникового мониторинга пожаров и прогнозирования пирологической ситуации в природных экосистемах района аварии на ЧАЭС / Д. Г. Груммо, С. Г. Русецкий, Н. А. Зеленкевич // Радиобиология и экологическая безопасность - 2023 : материалы междунар. науч. конф., Гомель, 25-26 мая 2023 г. / ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси»; редкол.: И. А. Чешик [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – С. 80-83;
4. Справочное руководство по ликвидации лесных и торфяных пожаров / А. М. Сегодня, А. Д. Булва. – Гродно : Гродн. обл. управ. МЧСРБ, 2012. – 160 с.

ПРОГРАММА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА АВАРИЙ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

Кайбичев И.А.

Уральский институт ГПС МЧС России

Аннотация. Разработана программа для прогнозирования интервала возможных значений количества аварий на атомных электростанциях. Тестирование программы на реальных данных 1952 – 2025 годов показало, что реальные значения попадали в прогнозный интервал в 69,57 % случаев.

Ключевые слова: атомные электростанции, количество аварий, прогнозирование.

A PROGRAM FOR PREDICTION THE NUMBER OF ACCIDENTS AT NUCLEAR POWER PLANTS

Kaibichev I.A.

Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia

Abstract. A program was developed to predict the range of possible accident rates at nuclear power plants. Testing the program on real data from 1952 to 2025 year showed that actual values fell within the predicted range in 69.57% of cases.

Keywords: nuclear power plants, number of accidents, forecasting.

Для решения проблемы прогнозирования количества аварий на атомных электростанциях разработана программа (Рис. 1).

Рис. 1. Программа Прогноз

Для прогноза использованы данные предшествующих 5 лет. На основе этих данных находили минимальное и максимальное значения. Минимальное значение используем в качестве нижней границы прогнозного интервала на следующий год, максимальное – как верхнюю границу. Для проверки качества прогноза использовали данные по авариям на атомных электростанциях [1].

В результате работы программы определены 21 ситуация, когда реальные значения вышли за пределы прогнозного интервала (Рис. 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Год	1958	1967	1974	1975	1977	1983	1984	1989	1991	1992	1994
2	Нижняя граница	0	0	0	0	0	5	5	8	8	8	16
3	Верхняя граница	0	0	2	3	5	6	7	12	25	34	37
4	Кол-во аварий	2	3	3	5	6	7	12	25	34	37	14
5	Год	1995	1996	1997	2001	2002	2004	2007	2017	2020	2023	
6	Нижняя граница	14	10	10	1	1	5	8	2	0	2	
7	Верхняя граница	37	37	37	7	9	10	21	4	3	7	
8	Кол-во аварий	10	4	1	9	10	21	1	0	7	0	

Рис. 2. Ситуации выхода реальных значений за пределы прогнозного диапазона

Выход вверх за пределы верхней границы зафиксирован 14 раз в 1958, 1967, 1974, 1975, 1977, 1983, 1984, 1989, 1991, 1992, 2001, 2002, 2004, 2020 годах.

Выход вниз за пределы нижней границы наблюдали 7 раз в 1994, 1995, 1996, 1997, 2007, 2017, 2023 годах.

В 48 ситуациях реальные значения попали в прогнозный диапазон (Рис. 3).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1	Год	1957	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1976	1978	1979	1980	1981	1982	1985	1986	1987
2	Нижняя граница	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	5	5	5	6
3	Верхняя граница	1	1	2	2	2	2	0	0	0	3	3	3	3	3	2	5	6	6	6	6	6	12	12	12
4	Кол-во аварий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	1	5	5	6	5	6	9	11	8
5	Год	1988	1990	1993	1998	1999	2000	2003	2005	2006	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2018	2019	2021	2022	2024	2025
6	Нижняя граница	7	8	12	1	1	1	1	5	8	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0
7	Верхняя граница	12	25	37	16	14	10	10	21	21	21	21	17	17	9	9	9	9	9	3	3	7	7	7	7
8	Кол-во аварий	12	18	16	1	7	5	8	16	17	2	4	1	9	4	3	3	2	2	2	3	6	4	5	4

Рис. 3. Ситуации попадания реальных значений в пределы прогнозного диапазона

В итоге выполненного исследования достоверность попадания реальных значений в прогнозный интервал составила 69,57 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Титов С.А., Барбин Н.М. Аварийные ситуации на атомных электростанциях за период 1952-2012 гг., оцененные по международной шкале ядерных событий INES // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2023. – № 1. – с. 96-107. DOI: <https://doi.org/10.26583/пре.2023.1.08>.

УДК 502.37: 543.544-414:665.61

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДА ОЦЕНКИ НЕФТЕЕМКОСТИ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ли Ци

Булавка Ю.А., кандидат техн. наук, доцент
Якубовский С.Ф. кандидат хим. наук, доцент

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой

Аннотация. Выполнено сравнение четырех методов оценки нефтеемкости различных по природе сорбционных материалов: ускоренное и продолжительное испытание на адсорбцию

нефтепродуктов по ГОСТ 33627-2015; на тарированном часовом стекле по ТУ 214-10942238-03-95 и фильтрованием под вакуумом через бумажный фильтр. Определено, что значение нефтеемкости в значительной степени зависит от выбранного метода оценки и может отличаться более чем в два раза, что обуславливает необходимость указания и обоснования выбора метода оценки нефтеемкости сорбционных материалов.

Ключевые слова: нефтеемкость, сорбент, нефть, метод оценки.

RATIONALE FOR THE CHOICE OF A METHOD FOR ASSESSING THE OIL CAPACITY OF SORPTION MATERIALS

Li Qi

Bulauka Y.A., PhD in Technical Science, Associate Professor
Yakubovsky, S.F., PhD in Chemical Science, Associate Professor

Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk

Abstract. A comparison of four methods for assessing the oil capacity of different sorption materials was conducted: accelerated and prolonged adsorption tests of petroleum products according to GOST 33627-2015; a calibrated watch glass test according to TU 214-10942238-03-95; and vacuum filtration through a paper filter. It was determined that oil capacity significantly depends on the chosen assessment method and can differ by more than a factor of two, necessitating the specification and justification of the chosen method for assessing the oil capacity of sorption materials.

Keywords: oil capacity, sorbent, oil, assessment method.

Загрязнение окружающей среды нефтью и продуктами ее переработки и по сей день остается одной из наиболее нерешенных экологических проблем. В технологиях ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с утечками углеводородов нефтяного генеза, широкое распространение получили нефтяные сорбенты, выбор которых в первую очередь определяется их нефтеемкостью [1-3]. Вместе с тем в Республике Беларусь отсутствует нормативное регулирование регламентирующее выбор метода определения нефтеемкости нефтяных сорбентов, что не позволяет в полной мере выполнять достоверную сравнительную оценку эффективности различных сорбционных материалов [4-6]. Исследования выполняются по различным методикам, приведенным в ГОСТ 33622-2015 (идентичен ASTM F 716-09), ГОСТ 33627-2015 (идентичен ASTM F 726-12), в ASTM F726-99, ТУ 214-10942238-03-95 и их модификациям. В ряде научных публикаций и вовсе не указывается используемый метод оценки и условия проведения испытания, что не позволяет воспроизвести эксперимент и оценить достоверность полученных результатов.

В данном исследовании выполнено сравнение четырех методов оценки нефтеемкости различных по природе сорбционных материалов: ускоренное и продолжительное испытание на адсорбцию нефтепродуктов по ГОСТ 33627-2015; по ТУ 214-10942238-03-95 (сорбент помещают на тарированное часовое стекло и по каплям прибавляют нефтепродукт до полного впитывания) и фильтрованием под вакуумом через бумажный фильтр при помощи в бюхнеровской воронки, результаты приведены в таблице 1.

Табл. 1 Результаты оценки нефтеемкости сорбционных материалов различными методами

Сорбционные материалы	Нефтеемкость по нефти Западной Сибири (плотностью 870 кг/м ³), г/г			
	М1.Продолжительное испытание по	М2.Ускоренное испытание по ГОСТ	М3.По ТУ 214-1094223	М4.Фильтрование под вакуумом

	ГОСТ 33627-2015	33627-2015	8-03-95	
Активный уголь БАУ-А на основе березового угля	2,8	2,7	2,7	2,1
Вермикулит	1,9	2,1	1,4	1,6
Волоски околоцветника початков рогоза	9,2	8,9	19,9	15,1
Смесь шелухи злаковых культур	8,2	7,9	8,2	6,0
Шелуха ячменная	5,6	5,2	4,2	2,9

Выполнен анализ воспроизводимости результатов эксперимента при помощи дисперсионного анализа: дисперсии измерений по методам следующие $\sigma_{M1}^2 = 21,3$, $\sigma_{M2}^2 = 25,5$, $\sigma_{M3}^2 = 101,2$, $\sigma_{M4}^2 = 39,9$; видно, что дисперсии методов М3 и М4 выше, чем во М1 и М2. Следовательно, наилучшая воспроизводилось у методов М1 и М2, наихудшая с методом М3. Приведенные результаты подтверждают, что значение нефтеемкости в значительной степени зависит от выбранного метода оценки и может отличаться более чем в два раза; различия связаны с влиянием большого числа факторов (время испытания, лабораторная посуда, давление и др.), данное обстоятельство обуславливает необходимость указания и обоснования выбора метода оценки нефтеемкости сорбционных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якубовский, С.Ф. Анализ сорбционной способности по отношению к нефти и нефтепродуктам природных растительных материалов /С.Ф. Якубовский, Ю.А. Булавка // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2022. – № 10. – С.115-120
2. Якубовский, С.Ф. Получение сорбента для сбора нефти и нефтепродуктов при их разливах путем утилизации отходов агропромышленного комплекса / С.Ф. Якубовский, Ю.А. Булавка, Е.И. Майорова // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2017. – № 11. С. 84-89.
3. Булавка, Ю.А. Использование отходов агропромышленного комплекса для получения нефтяных сорбентов / Ю.А. Булавка, С.Ф. Якубовский, Е.И. Майорова //XXI век. Техносферная безопасность. – 2017. – Т. 2. – № 4 (8). – С. 38-47.
4. Проблема нормативного регулирования выбора методики определения нефтеёмкости сорбентов / Д. В. Ярыгин, А. А. Руденко, В. П. Дорожкин // Молодой ученый. – 2017. – № 2.1 (136.1). – С. 50-53.
5. Лим Л.А., Реутов В.А., Руденко А.А., Чудовский А.С. Нефтеемкость сорбента: проблема выбора методики определения // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 10. С. 144-150
6. Пузанова, Ю.Е. Методики определения нефтеемкости // Геоэкохимия защиты литосферы. материалы X Международной научно-практической интернет-конференции. Москва, – 2024. – С. 40-44.

УДК 159.942:614.876

ПСИХОЛОГИЯ РАДИАЦИОННОГО УЖАСА: УРОКИ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

Матус Д.Д.

Марцуль И.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Белорусский государственный экономический университет

Аннотация. Статья анализирует психологические барьеры радиационной безопасности в ЧС: страх превышает риски. На примерах Чернобыля, Фукусимы, Островца раскрыты радиофобия, фазы стресса, дезинформация, уязвимость женщин и детей.

Ключевые слова: радиофобия, ПТСР, гражданская оборона, стресс в ЧС.

PSYCHOLOGY OF RADIATION TERROR: LESSONS FOR CIVIL PROTECTION

Matus D.D.

Martsul I.N., PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor

Belarus State Economic University

Abstract. The article analyzes psychological barriers to radiation safety in emergencies: fear exceeds risks. Drawing on Chernobyl, Fukushima, and Ostrovets cases, it reveals radiophobia, stress phases, misinformation, and the vulnerability of women and children.

Keywords: radiophobia, PTSD, civil defense, stress in emergency situations

Радиация — это не только физическая опасность, но и психологический террор, который превращает организованное общество в неконтролируемую толпу. В условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС), таких как аварии на АЭС, психология радиационного ужаса становится ключевым фактором, которым может оперировать гражданская защита.

Угроза радиации невидима. Человек не чувствует гамма-излучение, но его мозг реагирует инстинктивно: активируется амигдала, центр страха, вызывая «эффект неопределенности». Исследования МАГАТЭ после Фукусимы 2011 года показали: 40% эвакуированных страдали от посттравматического стрессового расстройства (ПТСР), хотя реальные дозы облучения были минимальны. [1][6] В Чернобыле радиофобия привела к массовому исходу. Люди покидали зоны, где риски облучиться были ниже, чем в городах, опасных из-за стресса и пробок. В Беларуси, где 30% территории несет следы катастрофы, опросы фиксируют хроническую тревогу. Например, люди избегают грибов, собранных на Полесье, несмотря на их безопасность по нормам. [7][9]

Этот ужас усугубляется дезинформацией. В эпоху соцсетей слухи распространяются быстрее радионуклидов. Фейковые новости о «взрыве» на Островецкой АЭС в 2021 году спровоцировали панику, травмы и экономический ущерб, хотя не было зафиксировано ни одного случая облучения. [3]

Психологи выделяют три фазы радиационного стресса: шок (паника), отрицание (игнорирование инструкций) и хроническая тревога (депрессия, впоследствии влияющая на иммунитет). Женщины и дети находятся в группе риска: они чаще переживают соматические эффекты стресса и нарушают семейную защиту. [2]

Гражданская защита должна начинаться с головы. Первый урок: прозрачное информирование. Норвегия после Чернобыля ввела ежедневные бюллетени и горячие линии — тревога упала на 60%. Беларусь может развить это через МЧС с push-уведомлениями: «Доза — 0,1 мкЗв/ч. Действуйте спокойно». Второй: симуляционные тренировки. Израильские учения с ролевыми играми снижают панику на 70%, формируя привычку. Третий: поддержка уязвимых. Интеграция психологов в бригады ГОЧС, как предусмотрено Законом РБ «О чрезвычайных ситуациях», с фокусом на гендерные аспекты — от йодопрофилактики для беременных до терапии ПТСР. [4][8]

Экологические последствия психологического фактора огромны. Стресс приводит к несоблюдению карантинных зон: люди вторгаются в загрязненные области, разнося цезий-137 в почву и воду. В Полесье это усугубляет деградацию экосистем. Психподготовка —

часть радиационной безопасности. Школьные программы, медиа-протоколы «факты vs мифы» и межведомственные учения сделают нас устойчивыми. [5]

Радиационный ужас побеждается не только свинцом и бетоном, но и знанием. Внедрим психологию в гражданскую защиту — и страх отступит перед дисциплиной. Беларусь, с ее опытом, может стать примером для мира.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авария на АЭС Фукусима-1. Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Авария_на_АЭС_Фукусима-1 (дата обращения: 25.02.2026). (Статистика эвакуации и ПТСР: 2304 преждевременные смерти от стресса).
2. Радиофобия. Сон разума рождает чудовищ // Biomolecula.ru. 2014. URL: <https://biomolecula.ru/articles/radiofobiia-son-razuma-rozhdaet-chudovishch> (дата обращения: 25.02.2026).
3. Официально о реакторе Островецкой АЭС: Нештатная ситуация // KP.RU. 2017. URL: <https://www.kp.ru/daily/26561.4/3576721/> (дата обращения: 25.02.2026). (Инцидент 2021 г., паника от слухов).
4. Быть рядом в самые тяжелые моменты: психолог МЧС // МЧС Беларуси. 2025. URL: <https://mchs.gov.by/glavnoe/481521/> (дата обращения: 25.02.2026).
5. Информационное обеспечение преодоления последствий Чернобыля // Gomel Regional Library. URL: <http://gorbibl.gomel.by/templates/ggcbs/images/ecology/4021.pdf> (дата обращения: 25.02.2026).
6. Влияние аварии на АЭС «Фукусима» // RSNU Library. URL: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_f851ffbcd044e1ebe80975159569ff9.pdf (дата обращения: 25.02.2026).
7. От чего умирали ликвидаторы Чернобыльской катастрофы на самом деле // Rambler News. 2019. URL: <https://news.rambler.ru/other/41799589-radiofobiya-ot-chego-umirali-likvidatory-chernobylskoy-katastrofy-na-samom-dele/> (дата обращения: 25.02.2026).
8. Психологическая служба // МЧС Беларуси. 2025. URL: <https://mchs.gov.by/ministerstvo/psikhologicheskaya-sluzhba/> (дата обращения: 25.02.2026). (Структура психпомощи в ГОЧС РБ).
9. Post-Chernobyl experience in Norway: Strategies on long-term monitoring // ASN Recherche. URL: https://recherche-expertise.asnr.fr/sites/default/files/documents/connaissances/installations_nucleaires/les-accidents-nucleaire... (дата обращения: 25.02.2026).

УДК 614.876

СИСТЕМА РЕАГИРОВАНИЯ МИНЗДРАВА НА ЯДЕРНУЮ АВАРИЮ

Пантюхов А.П.

Белорусский государственный медицинский университет

Аннотация. Авария на АЭС потребует от Минздрава проведения комплекса мероприятий по обеспечению радиационной безопасности, направленных на сохранение жизни и здоровья пострадавших.

Ключевые слова: ядерная авария, радиационная безопасность, авария на АЭС, йодопрофилактика.

MINISTRY OF HEALTH RESPONSE SYSTEM TO A NUCLEAR ACCIDENT

Pantyukhov A.P.

Medical Institute at the Belarusian State Medical University

Abstract. A nuclear power plant accident will require the Ministry of Health to carry out a set of measures to ensure radiation safety aimed at preserving the lives and health of the victims. Keywords: nuclear accident, radiation safety, nuclear power plant accident, iodine prophylaxis.

В случае объявления общей аварийной ситуации на БелАЭС:

немедленно задействуется схема оповещения в соответствии с Планом защитных мероприятий при радиационной аварии на Белорусской атомной электростанции, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22 марта 2018 г. № 211 (далее – внешний аварийный план);

ГУ «РЦУРЧС МЧС» активизирует ситуационные кризисные центры (далее – СКЦ), в том числе СКЦ Минздрава.

В случае сбора комиссии по чрезвычайным ситуациям при Совете Министров Республики Беларусь и развертывания ситуационного штаба управления ликвидации чрезвычайной ситуации республиканского уровня в них выделяются представители Минздрава для организации оказания медицинской помощи и выработки предложений по защитным мероприятиям.

СКЦ Минздрава формируют: ГУ «Республиканский центр организации медицинского реагирования»; ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» (далее – ГУ «РЦГЭиОЗ»); ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека» (далее – ГУ «РНПЦ РМиЭЧ»).

Основными задачами СКЦ Минздрава являются: оценка доз облучения и медицинских последствий радиационного облучения населения и подготовка рекомендаций по организации и оказанию медицинской помощи при аварийной ситуации на АЭС.

Для планирования защитных мероприятий территория вокруг АЭС подразделяется на следующие зоны: предупредительных мер (радиус 3 км), планирования срочных защитных мер (радиус 15 км), расстояния расширенного планирования (радиус 100 км).

В соответствии с внешним аварийным планом Минздрав организует: оказание медицинской помощи; проведение йодной профилактики; медицинскую эвакуацию из зоны аварии; сбор и анализ данных о пострадавших в зонах радиоактивного загрязнения; информирование населения о медицинских последствиях радиационной аварии; проведение санитарно-эпидемиологической разведки; контроль учета индивидуальных доз облучения и иные задачи.

Оказание медицинской помощи пострадавшим при радиационной аварии.

На площадке БелАЭС первая помощь оказывается пострадавшим в порядке само- и взаимопомощи, медицинская помощь оказывается мед. работниками здравпункта АЭС.

Медицинская эвакуация пострадавших от пунктов сбора БелАЭС осуществляется бригадами скорой медицинской помощи УЗ «Островецкая центральная районная больница».

Первичная и специализированная медицинская помощь пораженным оказывается в УЗ «Островецкая ЦРКБ» (УЗ «Сморгонская ЦРБ», УЗ «Ошмянская ЦРБ» - резерв).

В случае необходимости для оказания специализированной и высокотехнологичной медицинской помощи, из УЗ «Островецкая ЦРБ» проводится эвакуация в: УЗ «Гродненская университетская клиника»; ГУ «Минский научно-практический центр хирургии, трансплантологии и гематологии»; УЗ «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи» г. Минска; ГУ «РНПЦ детской онкологии, гематологии и иммунологии»; ГУ «РНПЦ РМиЭЧ».

Для организации и оказания специализированной медицинской помощи облученному

населению, пострадавшему при радиационной аварии создаются радиологические бригады.

Организация йодной профилактики щитовидной железы производится в соответствии с постановлением МЧС и Минздрава от 19 октября 2022 г. № 103/59 «Об организации йодной профилактики щитовидной железы».

Запасы препаратов стабильного йода:

для персонала на площадке БелАЭС, хранятся на рабочих местах;

населению, проживающему в 3-х км и 15-ти км зоне, а также в г. Островце выданы аварийные комплекты, включающие препараты стабильного йода;

для населения, проживающего в 100 км зоне вокруг БелАЭС, Смоленской АЭС, Ровенской АЭС, а также в 30 км зоне вокруг Чернобыльской АЭС, Игналинской АЭС при государственных организациях здравоохранения создан запас не менее чем на одни сутки.

Имеется также резерв Минздрава.

Медицинское обеспечение эвакуации населения из зоны радиоактивного загрязнения организуется органами управления и организациями здравоохранения.

Оценка доз облучения населения и радиационно-гигиенического аварийного мониторинга при аварии на БелАЭС осуществляется в ГУ «Островецкий районный центр гигиены и эпидемиологии», ГУ «Сморгонский зональный центр гигиены и эпидемиологии», ГУ «Гродненский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», ГУ «РЦГЭиОЗ».

Учет доз облучения аварийных работников и населения осуществляется ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», на базе которого функционирует Государственный дозиметрический регистр.

Аварийный радиационный мониторинг продуктов питания, питьевой воды и мест проживания населения проводится центрами гигиены и эпидемиологии.

При эксплуатации радиационного объекта устанавливаются граничные дозы:

0,01 - 0,9 мЗв/год - для ограничения облучения населения;

1 - 20 мЗв/год - для ограничения облучения персонала радиационного объекта;

облучение аварийных работников дозой до 100 мЗв допускается для осуществления действий по предотвращению высокой коллективной эффективной дозы облучения населения.

Облучение аварийных работников дозой от 100 до 500 мЗв допускается только для осуществления действий, направленных на: спасение жизни, предотвращение возникновения катастрофических условий.

При облучении работника дозой, превышающей 200 мЗв, решение о последующем допуске к работам с ИИИ принимается на основании медицинского заключения, а при облучении более 500 мЗв только при условии добровольного письменного согласия.

Общие критерии реагирования для принятия защитных мер при прогнозе:

облучения щитовидной железы изотопами йода за первые 7 дней - 50 мЗв – йодопрофилактика;

эффективной доза облучения за первые 7 дней - 100 мЗв - укрытие, эвакуация, дезактивация, ограничение потребления пищевых продуктов, молока и питьевой воды, контроль радиоактивного загрязнения, информирование населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37 «Об утверждении гигиенических нормативов».
2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 22 марта 2018 г. № 211 «Об утверждении плана защитных мероприятий при радиационной аварии на Белорусской атомной электростанции (внешнего аварийного плана)».
3. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 27 ноября 2020 г. № 110 «О порядке учета доз облучения, полученных населением и персоналом».
4. Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

от 2 октября 2018 г. № 52 «Об утверждении норм и правил по обеспечению ядерной и радиационной безопасности».

5. Приказ Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 31 октября 2016 г. № 1059 «Об утверждении Инструкции о планировании готовности к реагированию на радиационную аварию с медицинскими источниками ионизирующего излучения в организациях здравоохранения».

УДК 574.635

ОЦЕНКА ДОЛГОСРОЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ТЕХНОГЕННОЙ АВАРИИ В ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ

Портнова Е.П.

Шибает П.Б., кандидат технических наук, доцент

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ

Аннотация. В работе представлены результаты моделирования долгосрочных последствий аварийного сброса нефтепродуктов в водную среду. Разработанная математическая модель позволяет прогнозировать динамику трансформации углеводородов и их воздействие на гидробионтов.

Ключевые слова: нефтепродукты, водные объекты.

ASSESSMENT OF THE LONG-TERM ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF A MAN-MADE ACCIDENT IN AN AQUATIC ECOSYSTEM

Portnova E.P.

Shibaev P.B., PhD in Technical Science, Associate Professor

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI

Abstract. The paper presents the results of modeling the long-term consequences of an emergency discharge of petroleum products into the aquatic environment. The developed mathematical model makes it possible to predict the dynamics of hydrocarbon transformation and their impact on aquatic organisms.

Keywords: petroleum products, water bodies.

Аварийные сбросы нефтепродуктов остаются одной из наиболее серьезных угроз для пресноводных и морских экосистем. Попадая в воду, нефть подвергается сложным физико-химическим превращениям: испарению, эмульгированию, растворению, оседанию на дно и биodeградации. Если острая фаза загрязнения (пленка на поверхности) ликвидируется относительно быстро, то долгосрочные последствия могут проявляться годами и даже десятилетиями за счет накопления токсичных фракций в донных отложениях и их поступления в трофические цепи.

Для проведения исследования был выбран типовой сценарий техногенной аварии, а именно разлив 10 тонн дизельного топлива в условиях замкнутого пресноводного водоема (озера) площадью 1 км² и глубиной 5 метров. Данный тип нефтепродукта представляет интерес с точки зрения экологического прогнозирования благодаря высокому содержанию токсичных компонентов и высокой мобильности в водной среде [1].

Для описания динамики концентрации нефтепродуктов использовалась камерная модель, в которой водоем разделен на три резервуара: поверхностный слой, водная толща и донные отложения. Система дифференциальных уравнений учитывала основные процессы трансформации: испарение, эмульгирование, седиментацию и биodeградацию:

$$\begin{cases} \frac{dM_1}{dt} = -(k_1 + k_{12} + k_{13}) \cdot M_1 \\ \frac{dM_2}{dt} = k_{12} \cdot M_1 - (k_{23} + k_2) \cdot M_2 \\ \frac{dM_3}{dt} = k_{13} \cdot M_1 + k_{23} \cdot M_2 - k_3 \cdot M_3 \end{cases} \quad (1)$$

где M_1, M_2, M_3 — масса нефтепродуктов в поверхностном слое, водной толще и донных отложениях соответственно, кг;

k — константа скорости процессов, сут⁻¹: испарение (k_1) — 0,35, эмульгирование (k_{12}) — 0,25, прямое осаждение (k_{13}) — 0,02, седиментация (k_{23}) — 0,04, разложение в воде (k_2) — 0,03, разложение в донных отложениях (k_3) — 0,002 [2].

Численные значения констант определены по литературным данным с учетом условий модельного водоема: температуры воды ($T = 10$ °C) и среднегодовой скорости ветра ($U = 4$ м/с). Решение системы (1) выполнено методом конечных разностей с шагом $\Delta t = 1$ сутки на период 1500 суток, что позволило оценить динамику вплоть до полного восстановления экосистемы.

Оценка воздействия на гидробионтов выполнялась путем сопоставления рассчитанных концентраций с пороговыми и летальными уровнями, установленными в токсикологических исследованиях для фитопланктона, зоопланктона, бентоса и ихтиофауны.

Рассматривались три сценария ликвидации аварии: пассивный (естественная самоочистка) — вмешательство отсутствует, механический сбор пленки в первые 3 суток (эффективность 70%), комплексный — механический сбор, применение сорбентов и биопрепаратов, стимулирующих биodeградацию [3].

Динамика перераспределения массы нефтепродуктов между слоями водоема представлена на рис. 1.

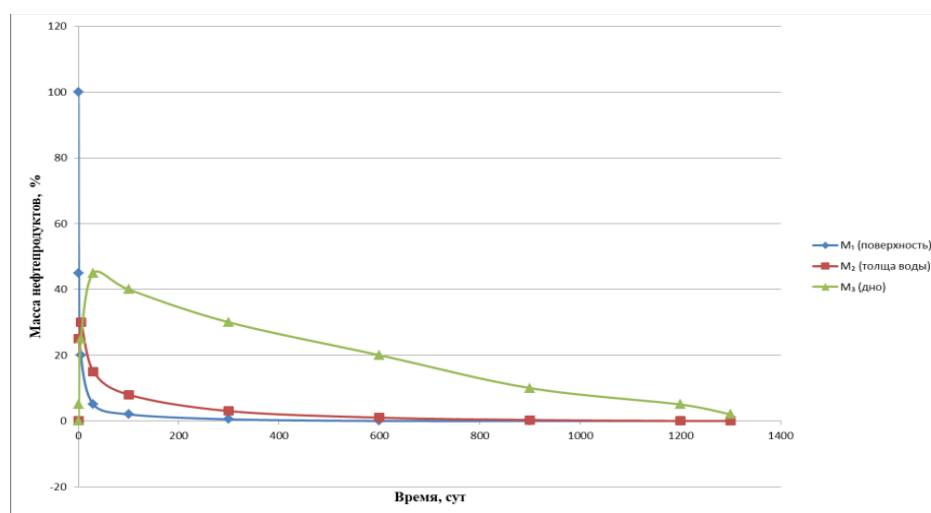


Рис. 1. Динамика массы нефтепродуктов в слоях водоема во времени (пассивный сценарий)

Ключевой фактор долгосрочного загрязнения — аккумуляция нефтепродуктов в донных отложениях (период полураспада 1–2 года). Пассивное восстановление занимает 1100–1300 суток (3–3,5 года), механический сбор сокращает до 700–800 суток, комплексная очистка — до 350–400 суток (в 3,2 раза быстрее). Наиболее эффективны меры, предпринятые в первые 24–48 ч.

Для минимизации ущерба рекомендуется: локализация разлива $\leq 2-4$ ч; очистка дна при разливах >1 т; аэрация и нефтеокисляющие бактерии; запрет вылова рыбы на 1–2 года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патин С. А. Нефть и экология континентального шельфа / С. А. Патин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ВНИРО, 2017. – 368 с.
2. Ерёмина Т. Р. Моделирование экосистем: практикум / Т. Р. Ерёмина, Е. В. Волощук, О. В. Хаймина. – СПб.: РГГМУ, 2019. – 28 с.
3. Никаноров А. М., Страдомская А. Г., Иваник В. М. Мониторинг загрязнения водных объектов нефтепродуктами: методы и анализ. – Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2016. – 204 с.

УДК 621.039.586

ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

Прытков Л.Н.

Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России

Аннотация. Данная статья посвящена вопросам организации дозиметрического контроля при ликвидации аварий на атомных электростанциях. В работе показана актуальность развития атомной энергетики. Особое внимание уделено роли дозиметрического контроля в обеспечении безопасности личного состава пожарной охраны при проведении аварийно-спасательных мероприятий на объектах атомной энергетики. Описаны современные средства и методики измерений, позволяющие своевременно выявлять потенциальные риски радиационного поражения и минимизировать последствия аварийных ситуаций.

Ключевые слова: дозиметрический контроль, дозиметры, атомная электростанция, аварийная ситуация, авария, пожар.

DOSIMETRIC CONTROL IN THE ELIMINATION OF ACCIDENTS AT NUCLEAR POWER PLANTS

Prytkov L.N.

Abstract. This article is devoted to the issues of organizing dosimetric control during the elimination of accidents at nuclear power plants. The paper shows the relevance of the development of nuclear energy. Special attention is paid to the role of dosimetric control in ensuring the safety of fire personnel during emergency rescue operations at nuclear power plants. Modern measurement tools and techniques are described, which allow for the timely identification of potential radiation hazards and the minimization of the consequences of emergency situations.

Keywords: dosimetric control, dosimeters, nuclear power plant, emergency situation, accident, fire.

На сегодняшний день по данным Росатома в Российской Федерации (РФ) эксплуатируется 11 атомных электростанций (АЭС), на которых в рабочем состоянии находится 35 энергоблоков суммарно установленной мощности свыше 28,5 ГВт [1]. Доля выработки электроэнергии АЭС в РФ составляет около 19% от всего производимого электричества. Атомная энергетика играет важную роль в развитии и обеспечивании различных производств России и её дружественных стран. В период эксплуатации АЭС возникают различные аварийные и нештатные ситуации, что приводит к повышению радиационного фона [1].

Дозиметрический контроль на АЭС проводится в рамках системы обеспечения радиационной безопасности персонала. Он включает контроль радиационной обстановки в помещениях и на рабочих местах, а также индивидуальный контроль доз облучения персонала [2]. Основной задачей дозиметрического контроля является предупреждение случаев чрезмерного облучения, обеспечение соблюдения санитарных норм и правил, установленных государством, а также снижение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с излучением [2].

Дозиметрический контроль играет важнейшую роль в обеспечении безопасности личного состава пожарной охраны при ликвидации пожаров на уран-графитовых реакторах. Его основная цель заключается в предотвращении переоблучения сотрудников и минимизации рисков радиационных поражений путем своевременного выявления и оценки уровня радиационной опасности в рабочей зоне ликвидации пожара и проведения аварийно-спасательных работ. Основными средствами дозиметрии являются индивидуальные и коллективные приборы дозиметрического контроля, которые указаны на рисунке 1.

Индивидуальный дозиметр



ДКС-АТ1121

Портативный переносной дозиметр



ДРГ-01Т1

Стационарные установки для непрерывного мониторинга



TSPM82

Рисунок 1. Приборы дозиметрического контроля

Методы измерения заключаются в определении плотности потока излучения, мощности экспозиционной дозы, эквивалентной дозы, поглощенной дозы и эффективной дозы облучения. Эти показатели помогают объективно оценивать степень радиационной нагрузки на личный состав, участвующий в ликвидации пожара, и в дальнейшем выбирать оптимальные защитные мероприятия [3].

Организация грамотного дозиметрического контроля способствует повышению уровня безопасности и профессиональной надежности сотрудников противопожарной службы, работающих в экстремальных условиях аварий на объектах атомной энергетики. Своевременное выявление потенциально опасных участков и соблюдение установленных норм радиационной безопасности обеспечивают снижение рисков облучения, повышают качество выполнения профессиональных обязанностей и способствуют сохранению здоровья и трудоспособности пожарных в долгосрочной перспективе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Генерация электроэнергии в России на АЭС. – URL: <https://www.rosatom.ru/production/generation/> (дата обращения: 27.01.2026).
2. Методические указания 2.6.1.065-2014. Дозиметрический контроль профессионального внутреннего облучения. Общие требования: методические указания /

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – М., 2014. – 46 с.

3. Методические рекомендации по организации и ведению боевых действий подразделениями ФПС при тушении пожаров на атомных электростанциях с реакторами большой мощности канальными (АЭС с РБМК). Авторы составители: Барбин Н.М., Тикина И.М., Титов С.А., Прытков Л.Н., Елфимова М.В., Зубарев И.В. Екатеринбург: Ури ГПС МЧС России, 2024. 79 с.

УДК 621.039.586

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТУШЕНИЯ НАТРИЕВОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Прытков Л.Н.

Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России

Аннотация. В данной статье представлен термодинамический анализ тушения натриевого теплоносителя. При помощи программы TERRA определены фазовые переходы и радиоактивные соединения натриевого теплоносителя. На рисунках показаны температурные интервалы и взаимодействия радионуклидов. В результате работы определены радиоактивные соединения натриевого теплоносителя.

Ключевые слова: натрий, натриевый теплоноситель, радионуклид, анализ, термодинамическое моделирование.

THERMODYNAMIC ANALYSIS OF SODIUM COOLANT EXTINGUISHING

Prytkov L.N.

Abstract. This article presents a thermodynamic analysis of sodium coolant extinguishing. The TERRA program has been used to determine the phase transitions and radioactive compounds of the sodium coolant. The figures show the temperature ranges and interactions of radionuclides. As a result of the work, radioactive compounds of the sodium coolant were determined.

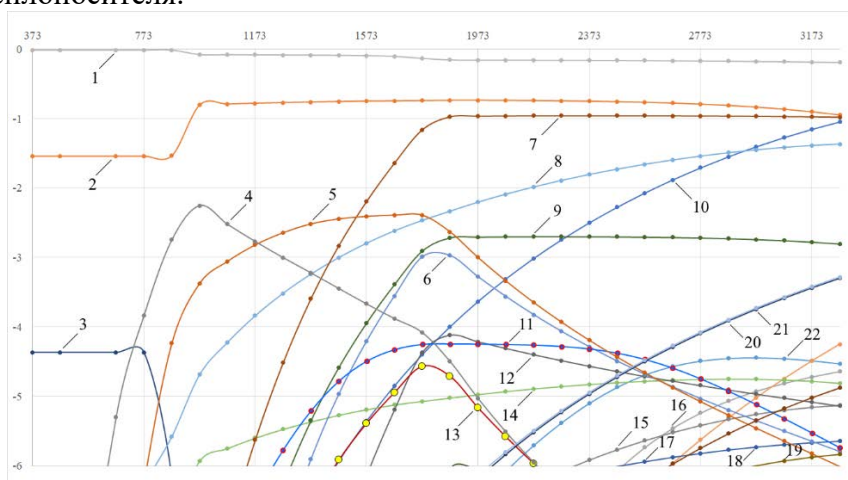
Keywords: sodium, sodium coolant, radionuclide, analysis, thermodynamic modeling.

За историю атомной энергетики России было построено 2 опытно-промышленных реактора на быстрых нейтронах: БН-600 и БН-800. Также в данный момент на Белоярской атомной электростанции (АЭС) идёт строительство нового реактора на быстрых нейтронах БН-1200М, ввод которого в эксплуатацию предусматривается в период с 2031 по 2035 год.

Реакторы на натриевом теплоносителе обладают чрезвычайно высокой химической активностью, проявляющейся при взаимодействии с воздухом и водой. Контакт натрия с атмосферным кислородом инициирует бурную экзотермическую реакцию, приводящую к воспламенению металла, а взаимодействие с влагой образует взрывоопасную водородную смесь, поэтому малейшие нарушения герметичности контура натрия приводят к возникновению пожаров и аварийных ситуаций, сопровождающихся интенсивным выделением тепла и токсичных продуктов горения [1].

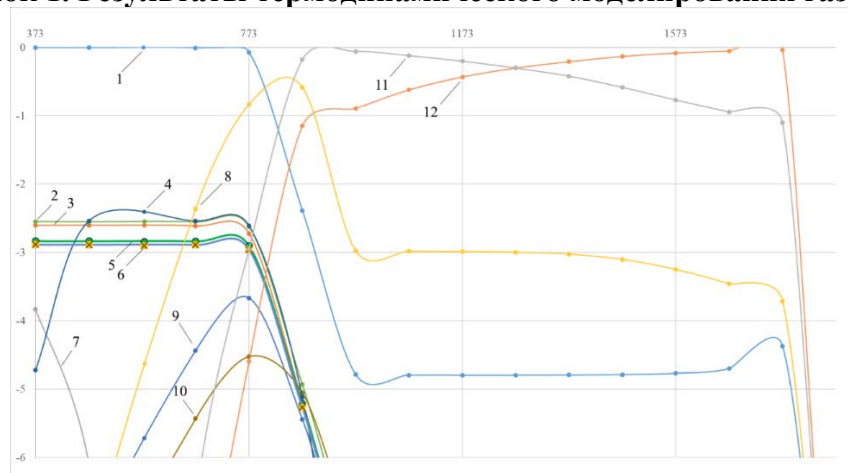
При исследовании сложных по химическому составу многофазных систем в высокотемпературных условиях используется метод термодинамического моделирования. Выполнение реальных экспериментальных исследований при повышенных температурах часто оказывается затруднительным вследствие их технической сложности и возможных погрешностей измерений [2-3]. Для расчёта физико-химических характеристик любых систем, включающих химические реакции и фазовые переходы, применяется программа TERRA. Расчёты проводились в температурном интервале 373 – 3273 Кельвин (К) (шаг

изменения температуры – 100 K) при давлении – 0,1 МПа. На рисунке 1 представлены результаты термодинамического моделирования термических процессов при разливе натриевого теплоносителя.



Газовая фаза: 1 – N_2 , 2 – O_2 , 3 – H_2O , 4 – $NaNO_3$, 5 – $NaNO_2$, 6 – Na_2O , 7 – Na , 8 – NO , 9 – NaO , 10 – O , 11 – $NaOH$, 12 – Na_2 , 13 – Na_2O_2 , 14 – NO_2 , 15 – N_2O_2 , 16 – H , 17 – N_2O , 18 – N_2O , 19 – O_2^- , 20 – Na^+ , 21 – e^- , 22 – OH

Рисунок 1. Результаты термодинамического моделирования газовой фазы



Конденсированная фаза раствора оксидов: 1 – SnO_2 , 2 – CdO , 3 – TeO_2 , 4 – Mn_2O_3 , 5 – Ag_2O , 6 – PuO_2 , 7 – SbO_2 , 8 – $NaOH$, 9 – TeO , 10 – MnO , 11 – Na_2O_2 , 12 – Na_2O

Рисунок 1. Результаты термодинамического моделирования конденсированной фазы раствора оксидов

Таким образом, проведённое термодинамическое моделирование показывает, что выделяющиеся радионуклидные соединения из радиоактивного натриевого теплоносителя находятся в двух фазах: газовой и конденсированной. В газовой фазе в виде соединений: N_2 , O_2 , H_2O , $NaNO_3$, $NaNO_2$, Na_2O , Na , NO , NaO , O , $NaOH$, Na_2 , Na_2O_2 , NO_2 , N_2O_2 , H , N_2O , N_2O , O_2^- , Na^+ , e^- , OH . В конденсированной фазе раствора оксидов в виде соединений: SnO_2 , CdO , TeO_2 , Mn_2O_3 , Ag_2O , PuO_2 , SbO_2 , $NaOH$, TeO , MnO , Na_2O_2 , Na_2O .

ЛИТЕРАТУРА

1. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем: учебное пособие в 2 частях / А. И. Бельтюков, А. И. Карпенко, С. А. Полуяков [и др.]. Том Часть 2. – Екатеринбург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Уральский

федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2013. – 420 с. – ISBN 978-5-321-02323-5. – EDN UWXYCD.

2. Трусов Б.Г. Программная система моделирования фазовых и химических равновесий при высоких температурах / Б.Г. Трусов // Вестник МГТУ имени Н.Э. Баумана. – 2012. – вып.1(1) – С. 21.

УДК 349.6:622.8

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ПЕННЫХ ОГNETУШАЩИХ СОСТАВОВ НА ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ

Сагадиева А.Р.

Шибает П.Б., кандидат технических наук

Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева
– КАИ (КНИТУ-КАИ)

Аннотация. Проведен сравнительный анализ трех типов пенных огнетушащих составов (ПО): углеводородного ПО-1, фторсинтетического АFFF и бесфторового F3. На основе моделирования сценария аварийного попадания пены в водоем (62 000 л) выполнена количественная оценка экологических рисков.

Ключевые слова: пенные огнетушащие составы, водные объекты, ПАВ, ПФАС («вечные химикаты»), токсичность, экологический риск, биоразложение, ПДК.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF FIREFIGHTING FOAMS APPLICATION ON WATER BODIES

Sagadieva A.R.

Shibaev P.B., PhD. in Technical Sciences

Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev – KAI (KNRTU-KAI)

Abstract. Проведен сравнительный анализ трех типов пенных огнетушащих составов (ПО): углеводородного ПО-1, фторсинтетического АFFF и бесфторового F3. На основе моделирования сценария аварийного попадания пены в водоем (62 000 л) выполнена количественная оценка экологических рисков.

Keywords: firefighting foams, water bodies, surfactants, PFAS («forever chemicals»), toxicity, environmental risk, biodegradation, maximum permissible concentration (MPC).

Пенные огнетушащие составы (ПО) являются эффективным средством тушения пожаров, однако их применение сопряжено с риском загрязнения водных объектов. В процессе тушения пена разрушается, а содержащиеся в ней поверхностно-активные вещества (ПАВ) и стабилизаторы мигрируют в почву и водоемы [1]. Цель работы — на основе сравнительного анализа трех типов ПО дать экологическую оценку последствий их применения для водных экосистем.

Исследование включало анализ литературных источников (ГОСТ Р 50588-2012, зарубежные публикации); сравнительный анализ трех репрезентативных типов ПО (табл. 1); моделирование сценария загрязнения на основе реального инцидента в порту Сантос (Бразилия, 2015 г.), где при тушении пожара было использовано 62 000 л пены АFFF [2].

Для оценки использована модель мгновенного полного смешения загрязнителя в водоеме. Начальная концентрация ПАВ в воде $C_{\text{воды}}$ рассчитывалась по формуле: $C_{\text{воды}} = (V_{\text{пены}} \cdot C_{\text{пав}}) / V_{\text{воды}}$, где $V_{\text{пены}}$ – объем попавшей пены (62 000 л), $C_{\text{пав}}$ – усредненная концентрация ПАВ в концентрате 5% (50000 мг/л), $V_{\text{воды}}$ – объем принимающего водоема (м^3). Моделирование выполнено для трех сценариев объема водоема: малый пруд (10 000 м^3), среднее водохранилище (100 000 м^3), крупная акватория (1 000 000 м^3). Рассчитанные концентрации сравнивались с российским нормативом ПДК для сброса в сточные воды (20 мг/л по ГОСТ Р 50588-2012 [3]) и с литературными данными по острой токсичности (ЛК50) для гидробионтов.

Таблица 1. Сравнительная характеристика пенных огнетушащих составов

Параметр	ПО-1 (углеводородный)	ПО-6А3F (АFFF)	F3 (бесфторовый)
Химический состав	контакт Петрова (сульфоислоты), стабилизаторы [3]	фторсодержащие ПАВ (С6-ПФАС), углеводородные ПАВ [4]	смесь углеводородных ПАВ, стабилизаторы [5]
Наличие ПФАС	нет	да (короткоцепочечные)	нет
Биоразлагаемость, % за 28 сут	< 40 (биологически жесткий) [3]	> 80 (углеводородная часть), ПФАС не разлагаются [3, 4]	60-95 [5]
Период полураспада в воде	14-28 суток [3]	> 100 лет (для ПФАС) [4]	7-21 сутки [5]
Затраты на утилизацию, руб./кг	50-100 [6]	500-1500 [6]	150-300 [6]

Результаты моделирования представлены в табл. 2. Для малого пруда расчетная концентрация ПАВ достигает 310 мг/л, что превышает ЛК50 для всех типов ПО в 20–300 раз и в 15 раз выше норматива ПДК.

Таблица 2 - Результаты моделирования загрязнения водоемов

Сценарий	$V_{\text{воды}}, \text{м}^3$	$C_{\text{пав}}, \text{мг/л}$	Сравнение с ЛК50
Малый пруд	10 000	310	Превышение ЛК50 для всех ПО в 20–300 раз
Среднее вдхр.	100 000	31	Превышение ЛК50 для АFFF и F3 в 3–30 раз
Крупная акватория	1 000 000	3,1	Превышение ЛК50 для АFFF в 3 раза

Полученные данные демонстрируют критический разрыв между действующими нормативами и реальными экологическими рисками. ПДК 20 мг/л, не гарантирует экологической безопасности, так как не учитывает видовую специфичность токсичности (разница между АFFF и ПО-1 достигает 15 раз), игнорирует эффект накопления «вечных химикатов» (ПФАС), для которых безопасный порог стремится к нулю и ориентирован на сточные воды, а не на природные водоемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веретенников А.В., Шарафутдинов Л.Р. Экологические аспекты применения пенообразователей для тушения пожаров // Пожаровзрывобезопасность. — 2021. — Т. 30, № 4. — С. 75–83.
2. Santos L.G., Oliveira M.T. Environmental disaster in Santos Port: AFFF contamination and aquatic life mortality // Marine Pollution Bulletin. — 2017. — Vol. 125, No. 1–2. — P. 67–75.

3. ГОСТ Р 50588-2012. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний. — М.: Стандартинформ, 2014. — 42 с.
4. OECD. Fact Sheet on Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS). — Paris: OECD Publishing, 2022. — 34 p.
5. Environmental Protection Agency. Research on Fluorine-Free Firefighting Foams: Toxicity and Biodegradability Assessment. — Washington: EPA, 2023. — 89 p.
6. Fire Industry Association. PFAS-Free Foam Transition: Cost Analysis and Waste Management Report. — London: FIA Press, 2024. — 28 p.

УДК 531. 1-046.55:614

СТРАТЕГИЯ ВЫБОРА РАДИОЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ РАДИАЦИОННОЙ АВАРИИ

Туманик Е.В.

Лебедев С.М.

Белорусский государственный медицинский университет

Аннотация. Представлены результаты сравнения групп радиозащитных средств радиопротекторов и радиомитигаторов для оценки перспективы их применения в условиях радиационной аварии. Радиомитигаторы обладают рядом существенных преимуществ, повышающих их значимость перед радиопротекторами.

Ключевые слова: радиационная авария, радиационные поражения, радиопротектор, радиомитигатор.

OBJECTS SURROUNDING HUMANS AS DOSIMETRIC MARKERS OF EXPOSURE TO IONIZING RADIATION

Tumanik E.V.

Lebedev S.M.

Belarusian State Medical University

Abstract. The results of a comparison of radioprotective agents—radioprotectors and radiomitigators – are presented to assess the potential for their use in radiation emergencies. Radiomitigators offer a number of significant advantages, increasing their value over radioprotectors.

Keywords: radiation accident, radiation injuries, radioprotector, radiomitigator.

В настоящее время источники ионизирующих излучений широко используются в различных сферах жизнедеятельности: наука, промышленность, медицина и др. Вместе с тем при определенных условиях ионизирующее излучение может стать поражающим фактором в отношении здоровья и жизни населения. Применение радиозащитных средств для профилактики лучевых поражений и оказания неотложной медицинской помощи составляет основу медицинской защиты пострадавшим в условиях аварийного облучения.

Проведено исследование источников литературы, представленных в зарубежных библиографических базах, посвященных характеристике и применению радиозащитных средств, с использованием элементов контент-анализа.

Основные исследования по изучению радиозащитных средств проводились в 50-70 годы XX века. В настоящее время за более чем 75 лет исследований разрешение на клиническое применение в качестве средств профилактики радиационных поражений имеют: за рубежом амифостин (используется в лучевой терапии, но как радиопротектор не применяется), в Российской Федерации индралин (П-190, индолилметиламиноэтанол) [1]. В условиях радиационной аварии выбор радиозащитных средств рассматривается в контексте сравнения радиопротекторов и радиомитигаторов.

Механизмы радиозащитного действия радиопротекторов, такие как фармакологическое снижение кислорода в клетке, конкуренция молекулы радиопротектора с продуктами свободно-радикальных реакций за выбор «мишени», торможение под влиянием протектора митотической активности стволовых клеток костного мозга, а также сочетание всех перечисленных направлены на профилактику радиационно-индуцированного поражения, по сути непрямого действия радиации. Именно поэтому радиопротекторы применяются до облучения, эффективны при остром облучении в поражающих дозах. Однако, к сожалению, неизвестно, когда и в каком месте произойдет крупномасштабная радиационная авария или, будут применены ядерные боеприпасы. Эти обстоятельства, а также достаточно высокая токсичность и весьма ограниченный спектр применения радиопротекторов (для аварийно-спасательных подразделений, направленных на ликвидацию последствия радиационных аварий и катастроф, для космонавтов, военнослужащих) выступают ограничивающим фактором применения данной группы радиозащитных средств.

В последнее десятилетие активно развивается направление по исследованию радиомитигаторов. Механизмы радиозащитного действия у данной группы средств, по сути, являются общебиологическими: стимуляция иммунной системы и факторов неспецифической резистентности организма, активизация процессов пострадиационной репопуляции костного мозга, восстановление кроветворения и всей системы крови, модификация гормонального фона организма (эстрогены, стероиды), стимуляция антиоксидантной системы, сочетание всех вышеперечисленных механизмов. В отличие от радиопротекторов радиозащитный эффект по критерию выживаемости у радиомитигаторов слабее, но тем не менее они применяются по факту радиационного воздействия, развития радиационной патологии. Они оказывают лечебный эффект при поражающих и сублетальных уровнях доз, но менее эффективны при импульсном облучении, чем классические радиопротекторы. На современном этапе перспективным радиозащитным средством представляется генистеин. Он заявлен как радиопротектор, но не так давно его рассматривают, как и радиомитигатор отдаленных (отсроченных) эффектов. Другие радиомитигаторы как 5-андростендиол, флагеллин, Ex-RAD, NemaMax, беклометазон (OrbeShield), гранулоцитарный колониестимулирующий фактор (Neupogen) применяются в ранние сроки [2].

На основании исследования в аспекте рассматриваемого вопроса определены следующие характерные особенности применения радиомитигаторов:

- применяются в ранние сроки (до развития клинических признаков лучевого поражения) после облучения, ослабляя повреждающее действие излучения на клетки и ткани, оказывая эффект по направленности аналогичный радиопротекторам;
- эффективны при различных вариантах радиационного воздействия (при остром, пролонгированном, фракционированном);
- эффективны в отношении как острых (ближайших), так и отдаленных (отсроченных) эффектов облучения;
- имеют минимальные побочные эффекты;
- применяются для всех категорий облученного населения, а не только для ограниченного круга профессиональных групп;
- могут использоваться и используются в обычной клинической практике для лечения других патологий.

Таким образом, в условиях радиационной аварии радиомитигаторы обладают рядом существенных преимуществ, повышающих их значимость перед радиопротекторами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васин, М. В. Препарат Б-190 (индралин) в свете истории формирования представлений о механизме действия радиопротекторов / М. В. Васин // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2020 – Т.60. – №4. – С. 378–395.
2. Гребенюк, А. Н. Современное состояние и перспективы разработки лекарственных средств для профилактики и ранней терапии радиационных поражений / А. Н. Гребенюк, В. Д. Гладких // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2019 – Т.59. – №2. – С. 132–149.

УДК 504.054

ОЦЕНКА ДОЛГОСРОЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ТЕХНОГЕННОЙ АВАРИИ В ЭКОСИСТЕМЕ РЕКИ КАЗАНКА

Шаяхметова В.А.

Шибаяев П.Б., кандидат технических наук, доцент

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ

Аннотация. Оценка состояния водной экосистемы реки Казанка после техногенного воздействия с помощью расчёта удельного комбинаторного индекса загрязнённости воды подтверждает наличие устойчивого многокомпонентного загрязнения.

Ключевые слова: техногенная авария, экологические последствия.

ASSESSMENT OF THE LONG-TERM ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF A MAN- MADE ACCIDENT IN THE KAZANKA RIVER ECOSYSTEM

Shayakhmetova V.A.

Shibaev P.B., PhD in Technical Science, Associate Professor

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI

Abstract. An assessment of the state of the aquatic ecosystem of the Kazanka river ecosystem after a technogenic impact, based on the calculation of the specific combinatorial water pollution index, confirms the presence of persistent multicomponent pollution.

Keywords: man-made accident, environmental consequences.

Техногенные аварии на промышленных объектах, сопровождающиеся поступлением загрязняющих веществ в водные объекты, формируют устойчивые очаги химической трансформации водной среды. В отличие от регламентированных сбросов, аварийное воздействие характеризуется многократным превышением предельно допустимых концентраций (ПДК) [1], нарушением окислительно-восстановительных условий и перераспределением загрязнителей в системе «вода – донные отложения».

Согласно требованиям [2], оценка долгосрочных последствий такого воздействия является обязательным элементом контроля состояния водных объектов и требует количественного анализа гидрохимических показателей в динамике с применением интегральных индексов загрязнения.

При аварийном поступлении загрязняющих веществ происходит резкий рост концентраций аммонийного азота и нитритов вследствие нарушения азотного цикла, повышение БПК₅ и ХПК, отражающее увеличение органической нагрузки, аккумуляция тяжелых металлов (Fe, Mn, Cu) в донных отложениях, формирование устойчивого нефтяного загрязнения, а также вторичное загрязнение водной толщи за счет десорбции токсикантов.

Объектом исследования выступил водоток, подвергшийся техногенному воздействию при аварийном сбросе сточных вод энергетического предприятия. Отбор проб выполнялся в контрольном створе в поставарийный период. Исходя из результатов отбора проб, представленных в таблице 1, превышение ПДК зафиксировано по 9 показателям из 15 определяемых. Коэффициент комплексности загрязнённости воды определяется как процент показателей, по которым зафиксировано превышение ПДК.

Таблица 1 – Результаты анализа содержания загрязняющих веществ

NH ₄ ⁺ , мг/л	БПК ₅ , мгО ₂ /л	Кислород раст., мг/л	Fe(II), мг/л	Mn(II), мг/л	Cu(II), мг/л	NO ₃ ⁻ , мгN/л	NO ₂ ⁻ , мгN/л	SO ₄ ²⁻ , мг/л	Фенол, мг/л	ХПК, мг/л ³	CL ⁻ , мг/л	Zn(II), мгО ₂ /л
0,33 ± 0,286	2,09 ± 0,87	0,10 ± 0,0003	0,16 ± 0,0024	0,12 ± 0,0006	0,0007 ± 0,00003	10,13 ± 0,987	0,07 ± 0,0005	301,22 ± 12,086	0,001 ± 0,0002	14,12 ± 0,64	16,75 ± 0,81	0,0009 ± 0,014

Расчет удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) на основе данных о концентрации веществ произведен по методике РД 52.24.643–2002 [3].

УКИЗВ рассчитывают по формуле:

$$S'_j = \frac{S_j}{N_j}$$

где S_j – комбинаторный индекс загрязненности воды в j' – м створе;

N_j – число учитываемых в оценке ингредиентов

Согласно классификационной шкале [3] рассчитанное значение УКИЗВ, равное 66,31 %, соответствует 4а классу качества воды («грязная вода»).

Полученные результаты свидетельствуют о формировании долгосрочного техногенного воздействия, проявляющегося в превышении нормативных значений по девяти показателям химического состава, а последствия выражаются в длительном ухудшении гидрохимического состояния водной экосистемы. Высокие значения органической нагрузки указывают на замедление процессов самоочищения. Также наличие тяжёлых металлов создаёт предпосылки для их аккумуляции в донных отложениях.

Для снижения экологических рисков и локализации последствий аварийного воздействия необходима реализация мероприятий, таких как проведение дноуглубительных работ или технической рекультивации для удаления верхнего слоя донных отложений, аккумуляровавших тяжелые металлы и нефтепродукты, внесение сорбентов (например, активированного угля или цеолитов) для связывания остаточных растворенных загрязнителей в водной толще, организация системы мониторинга с включением контроля донных отложений для отслеживания динамики вторичного загрязнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения : приказ Росрыболовства от 26 мая 2025 г. № 296 : зарегистрирован в Минюсте России 02 июня 2025 г. № 82497 / текст : электрон. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1312976080> (дата обращения: 20.02.2026).

2. Об охране окружающей среды : Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7 – ФЗ. – Москва : Проспект, 2025. – 133 с. – ISBN 978–5–392–45025–1.

3. РД 52.24.643–2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – Москва : Гидрометеиздат. – 2002. – 48 с.

Секция 5

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРАВОПРИМЕНИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК 614.872.4: 331.453

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ КАК ФАКТОР ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ПРИ ХОЛОДНОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ

Литвиненко М.М.

Булавка Ю.А., кандидат технических наук, доцент

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой

Аннотация. Представлены результаты анализа законодательных актов Республики Беларусь, устанавливающих требования по снижению производственного шума при холодной обработке металлов и по защите работающих от вредного воздействия производственного шума; допустимые значения показателей безопасности шумового воздействия на человека.

Ключевые слова: производственный шум, металлообработка, холодная обработка металлов.

INDUSTRIAL NOISE AS AN OCCUPATIONAL RISK FACTOR IN COLD PROCESSING OF METALS

Litvinenka M.M.

Bulauka Y.A., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk

Abstract. This article presents the results of an analysis of legislative acts of the Republic of Belarus establishing requirements for reducing industrial noise during cold metal working and for protecting workers from the harmful effects of industrial noise; permissible values for safety of noise exposure to humans.

Keywords: industrial noise, metalworking, cold metal working

Развитие производственной среды приводит к появлению новых моделей обрабатывающего оборудования, предназначенного для холодной обработки металлов резанием (точением, фрезерованием, сверлением, строганием, шлифованием и др.), давлением (волочении, клепке, холодной прокатке, холодной ковке, прессовании, холодной штамповке, иных процессах), доводке, заточке изделий и заготовок из металлов, иных процессах обработки металлов, в ходе которых изменяются форма и размер изделий и заготовок из металлов при температуре, исключающей рекристаллизацию металлов, работа которых сопровождается значительными уровнями воздействия на работников

производственного шума [1]. Интенсивный производственный шум, превышающий допустимые нормы, вызывает профессиональную нейросенсорную тугоухость, расстройства сердечно-сосудистой и эндокринной систем, изменение реактивности центральной нервной системы, кроме того когнитивная шумовая нагрузка может спровоцировать ошибочные действия и привести к травматизму [2, 3]. Проведенный анализ законодательных актов Республики Беларусь устанавливающих требования по снижению производственного шума при холодной обработке металлов позволил установить, что опасные зоны в местах возможного нахождения работающих могут оборудоваться средствами коллективной защиты (глушителями шума) [1]. Для возможности выявления зон вредного воздействия производственного шума на органы слуха работающего установлен предельно допустимый уровень звукового давления в октавных полосах частот и уровни звука для видов трудовой деятельности и рабочих мест с учетом условий, тяжести и напряженности труда; предельно допустимые эквивалентные уровни звука на рабочих местах приведены в таблице 1 [4].

Таблица 1 .- Предельно допустимые уровни звукового давления [4]

Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами									Эквивалентные уровни звука, дБА
31,5 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Выполнение работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий без применения средств индивидуальной и коллективной защиты возможно при уровнях звукового давления в диапазоне слышимых частот, которые являются допустимыми значениями показателей безопасности шумового воздействия на человека. Вместе с тем, при выполнении деятельности связанной с эксплуатацией металлообрабатывающих станков для холодной обработки металлов, установлено требование, согласно которому на рабочих местах с уровнем шума более 80 дБ, работа допускается с применением средств индивидуальной защиты органов слуха, в случае, если иное не предусмотрено законодательством. Однако, меры направленные на коллективную защиту работающих, занятых на работах по холодной обработке металлов, не имеют приоритет относительно мер, направленных на их индивидуальную защиту. Для сравнения следует отметить, что при термической обработке металлов законодательством Республики Беларусь предусмотрена возможность при необходимости металлообрабатывающее оборудование размещать в звукоизолированных камерах (помещениях); при этом допускается альтернативное выполнение работ на рабочих местах с уровнем шума более 80 дБ с применением средств индивидуальной защиты органов слуха: наушники противозумные, вкладыши противозумные (антифоны) или шлемофоны [5]. Таким образом, на современном этапе развития производств с холодной обработкой металлов требуется внесение изменений в действующие законодательные акты с целью закрепления применения приоритетности мер коллективной защиты от производственного шума.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении Правил по охране труда при холодной обработке металлов: Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства промышленности Республики Беларусь от 25 апреля 2024 г. № 24/11// Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2024. – №8. – 8/41787.
2. Шум и здоровье человека /С.Б. Зырянов, Ю.С. Каминская //Стратегия развития российского аграрного образования и аграрной науки в XXI веке Материалы научно-практической конференции. Том Часть 1. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Уральская государственная сельскохозяйственная академия. – 2010. – С.158-161

3. Шум как фактор профессионального риска для работников нефтепереработки //Ю.А. Булавка, П.А. Чеботарев/Новые материалы и технологии их обработки : сборник научных работ XI Республиканской студенческой научно-технической конференции : [20-23 апреля 2010 г.] / Белорусский национальный технический университет, Научно-технологический парк БНТУ «Политехник». - Минск, 2010. – С. 224-226

4. Об утверждении гигиенических нормативов «Показатели безопасности и безвредности шумового воздействия на человека»: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 25 янв. 2021 г. №37// Нац. правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 29.01.2021, 5/48699.

5. Об утверждении Межотраслевых правил по охране труда при термической обработке металлов: Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства промышленности Республики Беларусь от 29 июля 2005 г. № 99/9// Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2005. – № 136. – 8/13142.

УДК 614.8

ОСНОВЫ ПРАВОПРИМЕНИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ АВТОБУСНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Ахрамович А.Е.

Макацария Д.Ю. кандидат технических наук, доцент

Могилевский институт Министерства внутренних дел Республики Беларусь

Аннотация. Проводится анализ основ правоприменительной деятельности в сфере обеспечения автомобильных перевозок при движении по улицам и дорогам. Приводятся основные особенности перевозок пассажиров автомобильным транспортом.

Ключевые слова: автобус, обеспечение безопасности, дорожное движение, перевозка, правоприменительная деятельность.

BASICS OF LAW ENFORCEMENT ACTIVITIES IN BUS TRANSPORTATION

Akhramovich A.E.

Makatsaryia D.Y. PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Mogilev institute of the Ministry of internal affairs of the Republic of Belarus

Abstract. An analysis of the basics of law enforcement in the field of road transport when driving on streets and roads is being carried out. The main features of passenger transportation by road are given.

Keywords: bus, security, traffic, transportation, enforcement.

В Республике Беларусь процесс перевозки пассажиров занимает важное место в организации дорожного движения. Регулирование транспортной деятельности осуществляется благодаря таким правовым средствам, как Гражданский кодекс Республики Беларусь; Закон Республики Беларусь «Об автомобильном транспорте и автомобильных перевозках»; Постановление Совета Министров Республики Беларусь «О некоторых вопросах автомобильных перевозок пассажиров»; Указ Президента Республики Беларусь «О мерах по повышению безопасности дорожного движения» и пр.

Для перевозки пассажиров могут применяться различные типы транспортных средств. Автомобильный транспорт занимает лидирующую позицию по объему перевозок пассажиров в транспортной системе Республики Беларусь. В 2025 году автомобильным транспортом перевезено 1 186,5 млн. пассажиров. Согласно требованиям Правил дорожного движения (ПДД) перевозка пассажиров может осуществляться на автобусах и легковых автомобилях, а в некоторых случаях на мотоциклах и грузовых автомобилях [1].

Автобусная перевозка пассажиров в нашей стране наиболее распространена, т.к. она обеспечивает большую эффективность, за счет вместимости салона транспортного средства. При этом особое внимание уделяется безопасности перевозки пассажиров. Водитель – физическое лицо, управляющее транспортным средством и являющееся при выполнении автомобильной перевозки пассажиров представителем автомобильного перевозчика. Обеспечение безопасности является фундаментальной задачей, которая предполагает выполнение комплекса мер, направленных на предотвращение дорожно-транспортных происшествий (ДТП), минимизацию рисков для жизни и здоровья пассажиров, а также сохранность транспортного средства, окружающей среды и асфальтобетонного покрытия [2].

Водители должны знать требования нормативных правовых актов, регламентирующих выполняемые ими автомобильные перевозки пассажиров, и не реже одного раза в пять лет повышать квалификацию по единым программам повышения квалификации водителей механических транспортных средств соответствующей категории.

Процедура посадки и высадки пассажиров в салон автобуса должна осуществляться исключительно в специально отведенных и безопасных местах, к которым относятся остановочные пункты, расположенные как в населенных пунктах, так и за их пределами, которые созданы с целью обеспечения максимальной безопасности пассажиров, водителей и участников дорожного движения, а также для предотвращения возникновения ДТП, связанных с выходом и входом пассажиров на проезжей части или вблизи движущегося транспортного средства.

Для обеспечения бесперебойного и безопасного движения автобусов и иных видов маршрутного транспорта предусматриваются отдельные крайние полосы движения, выделенные на проезжей части дорог. Такие полосы предназначены для исключения конфликтных ситуаций между транспортными средствами и пешеходами, а также способствуют оптимизации транспортного потока, повышая общую эффективность функционирования системы пассажирских перевозок. После завершения посадки пассажиров двери автобуса должны быть плотно закрыты. Открытие дверей не допускается до тех пор, пока транспортное средство не остановится полностью в специально установленном месте. Данная мера необходима для предотвращения случайных выпадений пассажиров, а также для обеспечения безопасности при движении в условиях дорожного движения.

Внутри салона автобуса пассажиры могут как сидеть, так и стоять, при этом количество перевозимых лиц должно строго соответствовать нормативным требованиям по вместимости и грузоподъемности транспортного средства. Соблюдение этих нормативов необходимо для поддержания устойчивости и управляемости автобуса, а также для предотвращения перегрузки, которая может негативно сказаться на безопасности движения и техническом состоянии транспортного средства.

Особые меры предосторожности предъявляются к организации групповых автобусных перевозок несовершеннолетних пассажиров, особенно детей. В отличие от взрослых пассажиров, которые допускается перевозить с возможностью стоячего положения в салоне автобуса, для перевозки детей необходимо предусматривать исключительно индивидуальные посадочные места, соответствующие требованиям по безопасности и комфорту несовершеннолетних, что обусловлено повышенной уязвимостью данной категории пассажиров и необходимостью минимизации рисков травматизма в процессе транспортировки. Кроме того, автобусы, предназначенные для перевозки детей, должны быть оборудованы специальными дорожными знаками и информативными надписями,

предупреждающими участников дорожного движения о наличии в салоне несовершеннолетних пассажиров, которые повышают уровень информированности водителей и других участников дорожного движения, способствуют соблюдению повышенных мер осторожности и обеспечивают дополнительную безопасность при движении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила дорожного движения : по состоянию на 25 августа 2025 г. – Минск : Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2025. – 164 с.

2. Макацария, Д. Ю. Повышение безопасности дорожного движения за счет проведения ремонта асфальтобетонного покрытия : монография / Д. Ю. Макацария ; М-во внутр. дел Респ. Беларусь, учреждение образования «Могилевский институт Министерства внутренних дел Республики Беларусь». – Могилев : Могилев. институт МВД, 2019. – 100 с.

УДК 342.9

ОБ АДМИНИСТРАТИВНО-ЮРИСДИКЦИОННОЙ (ЮРИСДИКЦИОННОЙ) ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВНУТРЕННИХ ВОЙСК МИНИСТЕРСТВА ВНУТРЕННИХ ДЕЛ ПРИ УЧАСТИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ РЕЖИМА ЧРЕЗВЫЧАЙНОГО ПОЛОЖЕНИЯ

Бруяко А.Н.

УО «Военная академия Республики Беларусь»

Аннотация. В данной статье раскрывается сущность полномочий субъектов административно-юрисдикционной деятельности во внутренних войсках Министерства внутренних дел Республики Беларусь при поддержании режима чрезвычайного положения.

Ключевые слова: юрисдикция в административном праве, административная юрисдикция, административно-юрисдикционная деятельность, административная деятельность, внутренние войска, режим чрезвычайного положения.

ON THE ADMINISTRATIVE AND JURISDICTIONAL (JUDICIAL) ACTIVITIES OF THE INTERNAL TROOPS OF THE MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS IN PROVIDING FOR THE STATE OF EMERGENCY

Bruyako A.N.

Military Academy of the Republic of Belarus

Abstract. This article reveals the essence of the powers of the subjects of administrative and jurisdictional activities in the Internal Troops of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Belarus in maintaining the state of emergency.

Keywords: jurisdiction in administrative law, administrative jurisdiction, administrative and jurisdictional activities, administrative activities, internal troops, state of emergency.

Согласно п. 65. Концепции национальной безопасности Республики Беларусь определено, что для решения задач обеспечения национальной безопасности в соответствии с Конституцией Республики Беларусь, законами Республики Беларусь, нормативными правовыми актами Президента Республики Беларусь создаются силы обеспечения национальной безопасности, в том числе в состав которых входят органы и подразделения по чрезвычайным ситуациям (далее – ОПЧС) и внутренние войска Министерства внутренних дел (далее – ВВ) [1].

В числе основных задач ВВ – участие в обеспечении режима чрезвычайного положения. При возникновении обстоятельств, представляющих угрозу безопасности граждан, деятельности организаций и общественному порядку, а также в интересах обороны Республики Беларусь ВВ могут привлекаться к выполнению других задач в соответствии актами законодательства [2].

В соответствии со ст. 1 Закона Республики Беларусь «О чрезвычайном положении» от 24 июня 2002 г. № 117-З чрезвычайное положение означает вводимый в соответствии с Конституцией Республики Беларусь и настоящим Законом на всей территории Республики Беларусь или в ее отдельных местностях особый временный правовой режим деятельности государственных органов, иных организаций, их должностных лиц, допускающий установленные настоящим Законом ограничения (приостановление) прав и свобод граждан Республики Беларусь, иностранных граждан и лиц без гражданства, прав организаций, а также возложение на них дополнительных обязанностей [3].

В связи с вышеизложенным, актуализируются вопросы взаимодействия данных государственных органов.

Как подразделения, так и воинские части ВВ, участвуя в мероприятиях при обеспечении режима чрезвычайного положения, правового режима в зоне проведения контртеррористической операции, могут привлекаться как самостоятельно, так и совместно с ОВД, либо с ОПЧС или другими взаимодействующими органами (силами) для выполнения возложенных на них задач.

ВВ при осуществлении административно-юрисдикционной деятельности в условиях поддержания особого правового режима могут привлекаться для выполнения задач по:

блокированию (оцеплению) района, в котором введен особый правовой режим, и осуществлению пропускного режима в данном районе;

участию в охране общественного порядка, обеспечению общественной безопасности, осуществляя административно-юрисдикционные действия по профилактике, выявлению и (или) пресечению правонарушений;

участию в охране «особо важных государственных объектов», нарушение функционирования которых может способствовать дестабилизации общественного порядка и (или) повлечь угрозу жизни и здоровья граждан, либо причинение существенного вреда;

охране личности (граждан), государственных органов и их должностных лиц, общественных организаций и их представителей, имущества всех форм собственности на территории особого правового режима;

выявлению, пресечению и (или) задержанию лиц, причастных к осуществлению террористической и экстремистской деятельности;

выполнению иных задач по решению Министра внутренних дел или заместителя Министра внутренних дел – командующего внутренними войсками в соответствии с законодательством.

Кроме того, военнослужащие ВВ могут осуществлять административно-правовые средства принуждения исходя из целей их реализации и способа решения поставленных перед ВВ задач при участии в обеспечении особых правовых режимов.

Таким образом, военнослужащие ВВ при осуществлении АЮД совместно с ОПЧС чаще всего будут выполнять задачи в форме служебных и специальных действий по:

поддержанию правового режима на определенной территории;

оказанию содействия ОПЧС по спасению людей;

охране и обороне объектов охраны;

обеспечению пожарной безопасности, профилактике возникновения чрезвычайных ситуаций различного характера;

пресечению правонарушений (преступлений) в рамках реализации «полицейского задержания»;

выявлению, пресечению и (или) задержанию лиц, причастных к осуществлению противоправной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь [Электронный ресурс] : Решение Всебелорусского народного собрания, 25 апр. 2024 № 5// ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2026.
2. О внутренних войсках Министерства внутренних дел Республики Беларусь [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 3 июня 1993 г., № 2341-XII : в ред. Закона Респ. Беларусь от 18 мая 2022 г. № 170-3 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2026.
3. О чрезвычайном положении [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 24 июня 2002 г., № 117-3 : в ред. Закона Респ. Беларусь от 17 июля 2023 г. № 292-3 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2026.

УДК 34.037

ФОРМИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНОГО И ОТВЕТСТВЕННОГО ПРАВОВОГО ПОЛЯ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ВЫЗОВЫ И РЕШЕНИЯ В СФЕРЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Василец А.Г.

Кацубо С.П., кандидат юридических наук, доцент

Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого

Аннотация. Статья посвящена правовым вызовам цифровой трансформации в Республике Беларусь: регулированию беспилотных транспортных средств, автономных решений ИИ и цифровых активов. Рассматривается необходимость безопасного правового поля, института оператора ИИ и прозрачности алгоритмов. Предлагаются меры для защиты прав граждан, обеспечения кибербезопасности и поддержки инноваций.

Ключевые слова: искусственный интеллект, беспилотные транспортные средства, автономные транспортные системы, источник повышенной опасности, кибербезопасность, цифровая экономика, цифровые активы, криптовалюта, правовое регулирование.

CREATING A SAFE AND RESPONSIBLE LEGAL FRAMEWORK FOR THE DIGITAL ECOSYSTEM OF THE REPUBLIC OF BELARUS: CHALLENGES AND SOLUTIONS IN THE SPHERE OF REGULATION OF PROMISING TECHNOLOGIES

Vasilets A.G.

Katsubo S.P., PhD in Legal Sciences, Associate Professor

Gomel State Technical University named after P.O. Sukhoi

Abstract. The article focuses on the legal challenges of digital transformation in the Republic of Belarus: regulation of unmanned vehicles, autonomous AI solutions, and digital assets. It considers the need for a secure legal framework, the institution of AI operators, and transparency of algorithms. Measures are proposed to protect citizens' rights, ensure cybersecurity, and support innovation.

Keywords: artificial intelligence, unmanned vehicles, autonomous transport systems, source of increased danger, cybersecurity, digital economy, digital assets, cryptocurrency, legal regulation,

Актуальность данной тематики обусловлена интенсивным развитием и внедрением инновационных решений с использованием информационных технологий. Цифровая трансформация является ключевым драйвером развития Республики Беларусь. Внедрение перспективных технологий (ИИ, БТС, блокчейн, нейросети) создает сложные правовые вызовы. Необходимость формирования безопасного и ответственного правового поля обусловлена защитой прав граждан, кибербезопасностью, разграничением ответственности автономных систем и стимулированием инноваций.

Рассмотрим отдельные направления в этой сфере. Весьма важным достижением в развитии транспортных средств является широкое использование беспилотных транспортных средств (далее - БТС). Следует отметить, что в Республике Беларусь нормативно-правовое регулирование использования данных объектов в основном охватывает беспилотные летательные аппараты (БПЛА), устанавливая административную и уголовную ответственность за их неправомерное использование (Закон Республики Беларусь от 20 октября 2025г. №101-З «Об изменении законов по вопросам уголовной и административной ответственности»)[2]. В то же время правовое поле для наземных БТС, относящихся к источникам повышенной опасности, требует особого внимания и развития. При дорожно-транспортных происшествиях с участием автономных систем возникает серьезная коллизия: действующие нормы статьи 936 Гражданского кодекса Республики Беларусь об ответственности владельца источника повышенной опасности недостаточно адаптированы к ситуациям, когда вред причинён не действиями человека, а решениями искусственного интеллекта, что затрудняет разграничение ответственности между владельцем/оператором и производителем/разработчиком ИИ-системы. Для устранения указанных пробелов видится необходимость в разработке и принятии отдельного закона «О беспилотных транспортных средствах», внесении изменений и дополнений в Правила дорожного движения, Кодекс об административных правонарушениях и Уголовный кодекс Республики Беларусь, чётко определив правовой статус БТС, порядок их сертификации, допуска к эксплуатации и требования к кибербезопасности. Следует законодательно разграничить ответственность: при аварии, вызванной дефектом алгоритма или программного обеспечения, ответственность (включая возмещение вреда) должна возлагаться на производителя/разработчика либо на страховую компанию, застраховавшую его продукт-ответственность; при аварии, произошедшей по вине оператора (в том числе при вмешательстве в работу системы), ответственность несёт оператор или владелец транспортного средства. Обязательным условием допуска БТС на дороги общего пользования должно стать страхование гражданской ответственности производителя за дефекты ПО и аппаратной части, а также внедрение единых национальных стандартов кибербезопасности.

Следует обратить внимание и на отсутствие в Республике Беларусь прямого регулирования ответственности за автономные решения искусственного интеллекта: ИИ считается инструментом, а вред возмещается по общим нормам — либо по принципу вины (разработчик, владелец, пользователь), либо как вред от источника повышенной опасности (глава 58 ГК РБ). Фактически ответственность всегда несёт физическое или юридическое лицо. Таким субъектом выступает оператор информационной системы - субъект информационных отношений, осуществляющий эксплуатацию информационной системы и (или) оказывающий посредством ее информационные услуги [1].

На наш взгляд, целесообразно конкретизировать понятие «оператор ИИ-системы» как лицо, персонально отвечающее за качество ввода данных, настройку, валидацию и аудит решений ИИ в критически важных сферах, определяя обязательные требования к пояснению алгоритмов и прозрачности их работы, особенно при принятии значимых решений.

Декретом Президента Республики Беларусь № 8 от 21 декабря 2017 г. «О развитии цифровой экономики» дан старт введения в оборот в Республике Беларусь криптовалют и

NFT, которые рассматриваются как особый вид токенов и подпадают под те же нормы [3]. Для соответствия международным стандартам необходимо усилить требования к финансовой прозрачности операций с цифровыми активами, внедрив полноценные процедуры AML/CFT, включая идентификацию конечных бенефициаров.

Таким образом, формирование безопасного и ответственного правового поля требует упреждающего регулирования. Надлежащее правовое регулирование использования новых видов объектов гражданского оборота, основанных на использовании информационных технологий обеспечит безопасность в сферах их применения, защиту прав и интересов как правообладателей, так и потребителей, позволит достичь высокого уровня положения государства в цифровой экономике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об информации, информатизации и защите информации: Закон Республики Беларусь от 10 ноября 2008г. №455-3// Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь.- 2008г., №279, 2/1552
2. Об изменении законов по вопросам уголовной и административной ответственности: Закон Республики Беларусь от 20 октября 2025г. №101-3// Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 22.10.2025. 5-2/3187
3. О развитии цифровой экономики: Декрет Президента Республики Беларусь от 21 декабря 2017 г. № 8 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 27.12.2017. 1/17415

УДК 342.951+355.404.6–355.404.7

О ПРАВОВОЙ ПРИРОДЕ ПРИНЦИПОВ ОХРАНЫ И ЗАЩИТЫ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ УПРАВЛЕНИЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ОРГАНОВ ПОГРАНИЧНОЙ СЛУЖБЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ

Воробьев Д.В.

Институт пограничной службы Республики Беларусь

Аннотация. В статье на основании анализа действующих нормативных и локальных правовых актов, определяющих порядок подготовки к охране Государственной границы, теории и практики реагирования ведомств на угрозы чрезвычайных ситуаций предложен авторский подход к формированию основополагающих принципов реализации прав и обязанностей субъектов обеспечения собственной радиационной безопасности пограничного ведомства Республики Беларусь в условиях развития радиологической чрезвычайной ситуации боевого характера на приграничной территории.

Ключевые слова: боевая подготовка, функционирование подразделений, радиационное воздействие, чрезвычайная ситуация.

ON THE LEGAL NATURE OF THE PRINCIPLES OF PROTECTION AND SECURITY IN THE IMPLEMENTATION OF MANAGEMENT FUNCTIONS BY UNITS OF THE BORDER SERVICE AGENCIES OF THE REPUBLIC OF BELARUS IN THE CONTEXT OF CHANGING RADIATION CONDITIONS

Vorobyou D.V.

Institute of the Border Guard Service of the Republic of Belarus

Abstract. Based on the analysis of current regulatory and local legal acts that determine the procedure for preparing to protect the State Border, the theory and practice of the agencies' response to emergency situations, the author's approach to the formation of the fundamental principles for the implementation of the rights and obligations of the subjects of ensuring the own radiation safety of the border agency of the Republic of Belarus in the event of a radiological emergency of a combat nature in the border area is proposed

Keywords: combat training, functioning of units, radiation exposure, emergency situation.

Отечественные и зарубежные ученые, исследовавшие процесс управления службами, подразделениями и ведомствами в различных чрезвычайных условиях [1, с. 54–62], [2, с. 33–37] и др. раскрывают его, прежде всего, через функции. Под ними следует понимать конкретную разновидность управленческой деятельности, в ходе которой применяются определенные и, как правило, характерные только для данной деятельности содержание, порядок и приемы работы, особенности их конечных результатов. Из чего следует сделать вывод, что основными управленческими функциями являются: планирование, организация, принятие управленческих решений, руководство, контроль, стимулирование (мотивация) и учет. В контексте обеспечения собственной радиационной безопасности органов пограничной службы Республики Беларусь (далее – ОПС) вышеуказанное позволяет сделать вывод, что под работой специально создаваемой оперативной группы пункта управления территориальных органов пограничной службы (далее – ТОПС) в период развития радиологической чрезвычайной ситуации (далее – РЧС) боевого характера следует понимать ее целенаправленную деятельность, осуществляемую в интересах реализации основных управленческих функций (сбор данных о радиационной обстановке, подготовка предложений для принятия решения начальником ТОПС на охрану Государственной границы в указанных условиях, планирование последующей работы, организация и руководство процессами реализации решения старшего начальника в отношении штатных, нештатных и приданных подразделений).

Определив сущность работы специальной оперативной группы пункта управления ТОПС, необходимо уточнить, что должно быть положено в ее основу в условиях развития РЧС боевого характера. При исследовании теоретической базы и практического опыта выполнения задач охраны Государственной границы в условиях вредного радиационного воздействия установлено, что при организации и в ходе осуществления деятельности органам управления ТОПС следует руководствоваться как принципами охраны Государственной границы [3, с. 34–42], так и в соответствии с положениями ст. 23 Закона Республики Беларусь «Об органах пограничной службы Республики Беларусь» от 11 ноября 2008 г. (далее – Закон Республики Беларусь «Об ОПС») принципами защиты сотрудников, их близких, материальных средств ОПС. Поскольку данные принципы будут отражать прежде всего особенности деятельности по охране и защите своих сотрудников при острой необходимости исполнения основных задач охраны и обороны Государственной границы Республики Беларусь, как в условиях РЧС, так и любой иной чрезвычайной ситуации боевого характера.

Развивающиеся условия обстановки требуют также учета принципов, изложенных в положениях ст. 9 Закона Республики Беларусь «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 5 мая 1998 г. № 141-З. В связи с чем представляется обоснованным закрепить в правовых актах различного уровня объединение всех указанных ранее и уже закрепленных принципов в единую группу и под общим наименованием – «принципы охраны и защиты».

Принимая во внимание, что в соответствии со ст. 2 Закона Республики Беларусь «Об ОПС» для пограничного ведомства существует приоритет надежной охраны Государственной границы, то к принципам охраны и защиты следует отнести следующие:

приоритета безопасности жизни и здоровья;

заблаговременной подготовки ТОПС к действиям в условиях РЧС;
оптимального использования сил и средств в условиях РЧС;
планирования действий в условиях РЧС;
постоянной готовности сил и средств;
принцип комплексного применения сил и средств;
сосредоточения основных усилий на важнейших направлениях (объектах, участках) и в нужное время;
своевременного осуществления маневра силами и средствами;
твердого и непрерывного управления силами и средствами;
взаимодействия субъектов обеспечения пограничной безопасности и иных органами;
всестороннего обеспечения деятельности по охране Государственной границы.

В свою очередь, необходимость реализации данных принципов и подходов к управленческому процессу и качеству подготовки подразделений ОПС целесообразно выразить рядом основополагающих требований к работе органов управления ТОПС по организации и в ходе осуществления деятельности по охране Государственной границы в условиях РЧС боевого характера, которые можно сформулировать следующим образом:

заблаговременная подготовка к действиям управления, подразделений ТОПС в условиях РЧС с учетом приоритетных мероприятий защиты сотрудников и их близких, а также материальных средств и мероприятий охраны Государственной границы;
использование штатных и нештатных подразделений (формирований) в условиях РЧС по единому замыслу и плану;
взаимодействие с подразделениями органов Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, Вооруженных сил Республики Беларусь, Министерства внутренних дел Республики Беларусь и др.;

подготовка нештатных спасательных формирований;
устойчивость и стабильность системы управления.

На основании результатов исследования установлено, что сущность работы органов управления ТОПС составляет их целенаправленная деятельность по реализации управленческих функций, в частности, организации охраны Государственной границы ТОПС в различных условиях и руководству подчиненными подразделениями в ходе ее осуществления. Работу органов управления ТОПС по организации и управлению охраной Государственной границы ТОПС в условиях РЧС необходимо выстраивать на основе сформированных принципов охраны и защиты путем выполнения ряда требований. Исходя из содержания данных принципов будет выстраиваться работа органов управления ТОПС при переходе к функционированию ТОПС в условиях РЧС боевого характера, а также иных условий обстановки на участке охраны Государственной границы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перевалов, Д. В. Специальный комплексный административно-правовой режим пересечения Государственной границы Республики Беларусь в системе пограничной безопасности / Д. В. Перевалов, А. Н. Чубов // Труд. Профсоюзы. Общество = Labour. Trade Unions. Society : ежеквартальный науч.-практ. журнал / Федерация профсоюзов Беларуси, Междунар. университет «МИТСО». – Минск, 2022. – № 2. – С. 54–62.
2. Брега, А.В. Управление политическим конфликтом / А. В. Брега // Гуманитарные науки. Вестник Финансового университета. – М., 2014. – № 1 (13). – С. 33–37.
3. Совершенствование теории охраны государственной границы Республики Беларусь (шифр «Теория»): отчет о НИР (заключ.) / Ин-т погранич. службы Респ. Беларусь; рук-ли. темы П.В. Савинов ; исп.: В.К.Токарев. – Минск, 2024. – 208 с.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ В ОБЛАСТИ ДОЗНАНИЯ ПОЖАРОВ

Гудков С.А., Надточий О.В.

Фирсов А.Г., кандидат технических наук

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Аннотация. В статье приведены основные результаты деятельности органов государственного пожарного надзора в области проведения дознания по факту расследования пожара. Выявлены определенные тенденции в деятельности дознавателей. Даны предложения по автоматизации процесса дознания по факту пожара.

Ключевые слова: дознание, численность дознавателей, результаты деятельности дознавателей, автоматизация дознания, искусственный интеллект.

CURRENT ISSUES IN THE FIELD OF FIRE INVESTIGATION

Gudkov S.A., Nadtochiy O.V.

Firsov A.G., PhD in Technical Sciences

Federal State Budgetary Institution All-Russian Research Institute for Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Abstracts. The article presents the main results of the activities of state fire supervision bodies in conducting investigations into fires. Certain trends in the work of investigators have been identified. Proposals for the automation of the fire investigation process are provided.

Keywords: inquiry, number of investigators, results of investigators' activities, automation of inquiry, artificial intelligence.

Дознание является сложным, многофакторным и специфическим по своей сути процессом поэтому дознаватель должен обладать не только необходимыми специальными знаниями в области пожарной безопасности (теория горения, пожарная профилактика, электротехника, химия, термодинамика и др.), но иметь необходимую юридическую подготовку, а также практический опыт в общении с людьми. На эффективность и качество работы дознавателей также влияет их численность. Количество дознавателей в расчете от общего количества штатных единиц, осуществляющих функции ГПН в среднем составляет около 25,6 % [1]. За период статистического наблюдения 2021-2025 гг. средняя штатная численность дознавателей в России составила 5 297 чел., а фактическая численность – 4 587 чел. Укомплектованность дознавателями находится на уровне 86,6 %. На рис. 1 представлена динамика распределения фактической и штатной численности дознавателей за период 2021-2025 гг.

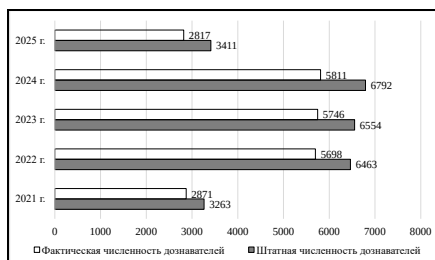


Рис. 1. Динамика распределения штатной и фактической численности дознавателей за период 2021-2025 гг.

Если в 2024 г. численность дознавателей характеризовалась уверенной тенденцией роста, то в 2025 г. число дознавателей снизилось практически до уровня 2021 г. Средняя укомплектованность дознавателями составила 84,7 %, а старшими дознавателями – 89,6 %. Динамика штатной и фактической численности дознавателей и старших дознавателей также с годами менялась и полностью соответствует общей динамике численности дознавателей, приведенной на рис. 1. Сегодня среднее количество дознавателей составляет около 60 % и старших дознавателей порядка 40 % в расчете от общего количества дознавателей.

Анализ результатов деятельности органов государственного пожарного надзора показывает, что за рассматриваемый период статистического наблюдения у большинства показателей, характеризующих дознавательскую деятельность органов ГПН, отмечается тенденция снижения абсолютных значений.

Снижение численности штата дознавателей ведет к увеличению нагрузки на них и соответственно к снижению эффективности результатов их деятельности. По мнению авторов автоматизация дознания может значительно снизить нагрузку на дознавателей и минимизировать количество допускаемых ими ошибок по рассматриваемым делам, а также значительно ускорить сам процесс расследования по факту пожара. Современные технологии искусственного интеллекта (далее – ИИ) уже вполне могут самостоятельно анализировать фото и видеоматериал с места пожара, выделять ключевые объекты и осуществлять их описание в текстовом формате. В настоящее время специалистами АГПС МЧС России совместно с Яндекс запущен пилотный проект по дознанию созданный на базе технологий Yandex Cloud. ИИ обучается на материалах реальных расследований пожаров и в дальнейшем в разы сократит время на проведение дознания [2 - 3].

Одной из острых проблем является составление плана места происшествия требующее значительного временного ресурса и отвлекающее дознавателя от сбора и фиксации фактов на месте пожара. Данная проблема также может быть решена с использованием беспилотных средств, оборудованных машинным зрением и ИИ. В любом случае конечная цель автоматизации – это помощь дознавателям в расследовании пожаров, оформлении необходимых регламентных документов, анализе возможных причин пожаров, фиксации улик, собранных на месте пожара, формализация свидетельских показаний и конечно минимизация их нагрузки, а дальнейшее решение по делу осуществляет дознаватель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный надзор МЧС России в 2024 г: информационно-аналитический сборник / М.В. Загуменнова, К.В. Домрачев, Е.Н. Малемина [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025. – 276 с. – EDN XSRKBE.
2. Нейросеть Яндекса поможет спасателям МЧС России быстрее расследовать пожары – Новости – МЧС России URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/5640861?ysclid=miil7ev3bw994> (Дата обращения 29.11.2025).
3. Приказ МЧС России от 28.12.2022 № 1344 «Об утверждении Регламента работы в модулях и сервисах подсистемы федерального государственного пожарного надзора МЧС России информационной системы «Единая информационная среда цифровизации процессов предоставления государственных услуг в сфере обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах физическим лицам, субъектам малого и среднего предпринимательства, индивидуальным предпринимателям, а также мониторинга пожарной безопасности объектов защиты» – КонсультантПлюс URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=836534> (Дата обращения 29.11.2025).

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРАВОПРИМЕНИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА

Маер О.М., Шергина Л.В., Палаш В.Д.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые направления реформирования федерального государственного пожарного надзора в период 2021–2026 годов. На основе анализа последних изменений нормативно-правовой базы исследуются такие тенденции, как цифровизация надзорной деятельности, усиление профилактической составляющей, совершенствование риск-ориентированного подхода, а также введение режима постоянного государственного надзора на особо важных объектах.

Ключевые слова: федеральный государственный пожарный надзор, риск-ориентированный подход, профилактика пожаров, цифровизация контроля, постоянный государственный надзор, обязательный профилактический визит, независимая оценка пожарного риска.

CURRENT TRENDS IN THE LAW ENFORCEMENT ACTIVITIES OF THE FEDERAL STATE FIRE SUPERVISION

Maer O.M. Shergina L.V., Palash V.D.

Abstract. The article examines the key directions of reforming the federal state fire supervision in the period 2021–2026. Based on the analysis of recent changes in the regulatory framework, the author explores such trends as the digitalization of supervisory activities, the strengthening of the preventive component, the improvement of the risk-based approach, as well as the introduction of a permanent state supervision regime at particularly important facilities.

Keywords: federal state fire supervision, risk-based approach, fire prevention, digitalization of control, permanent state supervision, mandatory preventive visit, independent fire risk assessment.

Правоприменительная деятельность федерального государственного пожарного надзора (далее — ФГПН) в первой половине 2020-х годов претерпевает существенную трансформацию. Принятие Федерального закона от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» заложило фундамент для реформы контрольной деятельности, которая в последующие годы получила свое развитие в законодательстве о пожарной безопасности. Как справедливо отметил заместитель начальника Главного управления МЧС России по Тульской области Владимир Лаврущев, «в последние годы МЧС России значительно изменило свой облик, став более открытым и доступным», а в основу регулирования положен «принцип соразмерности вмешательства в деятельность контролируемых лиц».

1. Цифровизация надзорных мероприятий и внедрение дистанционных форм контроля

Одной из наиболее заметных тенденций последних лет стала активная цифровизация контрольно-надзорной деятельности. Постановлением Правительства РФ от 27 августа 2025 г. № 1288 в Положение о федеральном государственном пожарном надзоре внесены изменения, легитимирующие проведение проверок в дистанционном формате. Согласно принятым поправкам, такие контрольные мероприятия, как рейдовый осмотр, выездная проверка, а также осмотр и опрос, теперь могут проводиться с использованием видео-конференц-связи или мобильного приложения «Инспектор».

Данное нововведение имеет принципиальное значение для правоприменительной практики. Во-первых, оно позволяет существенно оптимизировать временные и материальные затраты как надзорных органов, так и контролируемых лиц. Во-вторых,

использование мобильного приложения «Инспектор» для фото- и видеофиксации обеспечивает прозрачность процедуры и формирует надежную доказательственную базу. Как следует из официальных разъяснений, применение цифровых технологий не только упрощает взаимодействие инспектора и поднадзорного субъекта, но и повышает объективность контрольных мероприятий.

2. Трансформация профилактической работы: от информирования к обязательным профилактическим визитам

Наряду с традиционными информированием, консультированием и объявлением предостережений, ключевое место занял профилактический визит.

Данный механизм выполняет важную правоприменительную функцию: он позволяет выявить потенциальные нарушения на ранней стадии, не прибегая к мерам административного принуждения, и стимулирует контролируемых лиц к добровольному устранению недостатков.

3. Совершенствование риск-ориентированного подхода и стимулирование добросовестности

МЧС России является одним из первых ведомств, полностью перешедших на риск-ориентированную модель надзора, при которой каждому объекту присваивается индивидуальная категория риска, определяющая интенсивность проверочных мероприятий. В 2025 году этот механизм получил дальнейшее развитие.

Во-первых, скорректированы формулы расчета индекса индивидуализации для более точной оценки рисков.

Во-вторых, законодатель усилил стимулы для добросовестных контролируемых лиц.

4. Введение режима постоянного государственного надзора на особо важных объектах

Федеральным законом от 19 октября 2023 г. № 506-ФЗ в статью 6 Федерального закона «О пожарной безопасности» внесены изменения, предусматривающие осуществление ФГПН в режиме постоянного государственного контроля. Данный режим устанавливается в отношении объектов, входящих в утвержденный Правительством РФ перечень: критически важных для национальной безопасности, особо важных пожароопасных объектов, особо ценных объектов культурного наследия, закрытых административно-территориальных образований.

Принципиальной особенностью правоприменения в данном случае является то, что при осуществлении надзора в режиме постоянного государственного контроля плановые контрольные (надзорные) мероприятия не проводятся. Вместо этого устанавливается особый график, а государственные инспекторы наделяются дополнительными полномочиями, включая право выдачи предписаний об устранении нарушений.

5. Расширение межведомственного взаимодействия

Современная правоприменительная практика характеризуется усилением координации между различными контролирующими органами. Постановлением Правительства РФ от 27 августа 2025 г. № 1288 установлено, что если в ходе профилактического мероприятия выявляются несоответствия проектной или технической документации требованиям технического регламента о пожарной безопасности, информация об этом в течение трех рабочих дней направляется в органы прокуратуры, региональные органы власти и Ростехнадзор.

Данная мера направлена на комплексное реагирование на нарушения, особенно на стадии проектирования и строительства. Как отмечается в исследовании сотрудников ВНИИПО, анализ нарушений требований пожарной безопасности, допускаемых на стадии проектирования и строительства, подтверждает необходимость участия специалистов ФГПН в экспертизе проектной документации и вводе объектов в эксплуатацию.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что правоприменительная деятельность федерального государственного пожарного надзора в период 2021–2026 годов развивается в русле общемировых тенденций модернизации контрольно-надзорной

деятельности. Ключевыми векторами этого развития выступают цифровизация, профилактика, дифференциация подхода в зависимости от степени риска и добросовестности контролируемых лиц.

Принятые в 2023–2025 годах нормативные правовые акты — Федеральный закон № 506-ФЗ, постановления Правительства РФ № 1288 и ряд подзаконных актов — сформировали новую архитектуру правоприменения. Внедрение дистанционных проверок, обязательных профилактических визитов, уточнение критериев риск-ориентированного подхода, введение постоянного надзора на особо важных объектах — все эти меры направлены на достижение баланса между обеспечением необходимого уровня пожарной безопасности и созданием благоприятных условий для осуществления экономической деятельности.

Перспективы дальнейшего развития ФГПН связаны с углублением дифференциации надзорных мероприятий, расширением практики стимулирования добросовестности и дальнейшей цифровизацией контрольных процедур.

Список использованных нормативно-правовых актов и литературы

Нормативно-правовые акты:

1. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (в ред. от 19.10.2023) .
2. Федеральный закон от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» .
3. Федеральный закон от 19 октября 2023 г. № 506-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О пожарной безопасности" и статью 97 Федерального закона "О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации"» .
4. Постановление Правительства РФ от 12 апреля 2012 г. № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре» (вместе с «Положением о федеральном государственном пожарном надзоре») .
5. Постановление Правительства РФ от 27 августа 2025 г. № 1288 «О внесении изменений в Положение о федеральном государственном пожарном надзоре» .

Учебные пособия и научные статьи:

1. Сорокин В.А., Зенкова И.Ф., Адамов Д.С., Щеголева Н.О. Анализ нарушений требований пожарной безопасности, допускаемых на стадии проектирования и строительства объектов капитального строительства // Пожарная безопасность. 2025. № 1 (118). С. 91-102. DOI: 10.37657/vniipr.pb.2025.118.1.009. EDN KIWABI .

Материалы правоприменительной практики и официальные разъяснения:

1. Владимир Лаврущев выступил на выставке-форуме «Безопасность и охрана труда 2025» // Официальный сайт Главного управления МЧС России по Тульской области. 31.07.2025 .
2. Правительство РФ обновило положение государственного пожарного надзора // Кодекс. 01.09.2025.

УДК 343.851

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ОБ УСТРАНЕНИИ ПРИЧИН И УСЛОВИЙ, СПОСОБСТВУЮЩИХ СОВЕРШЕНИЮ ПРАВОНАРУШЕНИЙ (ПРЕСТУПЛЕНИЙ) В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Матейчик Д.Г.

Горошко Е.Ю., кандидат юридических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. Определена форма предложений об устранении причин и условий, способствующих совершению правонарушений (преступлений) в области пожарной безопасности; предложен процессуальный порядок их регистрации и рассмотрения; обозначены способы взаимодействия органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям с субъектами исполнения предложений при их разрешении

Ключевые слова: пожарная безопасность, правонарушение, предложение, причины и условия, профилактика.

PROPOSALS ON ELIMINATING THE REASONS AND CONDITIONS CONDUCTIVE TO COMMITTING OFFENSES (CRIMES) IN THE FIELD OF FIRE SAFETY

Mateychik D.G.

Goroshko E.Yu., PhD in Legal Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The article defines the form of proposals for eliminating the causes and conditions that contribute to the commission of offenses (crimes) in the field of fire safety; it proposes a procedural order for their registration and consideration; and it outlines the ways in which emergency management agencies and departments can interact with the entities responsible for implementing the proposals.

Keywords: fire safety, offense, proposal, causes and conditions, prevention.

Выявление и устранение причин и условий, способствующих совершению правонарушений (преступлений) в области пожарной безопасности, является ключевым этапом в системе профилактики пожаров. Данную деятельность осуществляют органы и подразделения по чрезвычайным ситуациям – при проведении пожарно-профилактической работы, рассмотрении (анализе) обращений граждан. Одним из методов профилактики является формирование предложений об устранении причин и условий, способствующих совершению правонарушений (преступлений). В Процессуально-исполнительном кодексе об административных правонарушениях Республики Беларусь имеется статья 11.29. «Предложения об устранении причин и условий, способствовавших совершению административного правонарушения». Данная норма определяет, что «при установлении причин и условий, способствовавших совершению административного правонарушения, судья имеет право вынести частное определение, а орган, ведущий административный процесс, – направить предложения о принятии мер по устранению этих причин и условий в соответствующие государственные органы и иные организации. Должностные лица государственных органов и иных организаций обязаны в течение месяца со дня поступления частного определения или предложения сообщить о принятых мерах суду, органу, ведущему административный процесс, их вынесшим и направившим» [1]. Отметим, что сегодня в правоприменительной практике не выработана единая процессуальная форма предложений об устранении причин и условий, способствовавших совершению административного правонарушения (преступления) и единый правовой порядок осуществления профилактической деятельности в данном сегменте. В рамках нивелирования данных обстоятельств предлагается следующее.

Предложения об устранении причин и условий, способствующих совершению правонарушений (преступлений) в области пожарной безопасности (далее – предложение), – письменное требование органа или подразделения по чрезвычайным ситуациям об устранении причин и условий, способствующих совершению данных деяний. Выносится руководителем органа государственного пожарного надзора, руководителю, либо его заместителю, должностному лицу, организации или гражданину, осуществляющему

индивидуальную предпринимательскую деятельность, которые правомочны принять меры по устранению причин и условий, способствующих совершению правонарушений (преступлений) в области пожарной безопасности. Предложение подлежит безотлагательному рассмотрению с принятием необходимых мер по выполнению содержащихся в нем требований.

Предложения, направленные органом или подразделением по чрезвычайным ситуациям, регистрируются в ведомственном журнале регистрации предложений с указанием даты направления, наименования субъекта, которому направлено предложение, даты получения субъектом предложения, регистрационным номером и даты рассмотрения предложения. В обязательном порядке указываются принятые меры в отношении устранения причин и условий, способствующих совершению правонарушений (преступлений) в области пожарной безопасности.

Предложение должно содержать дату, время, место совершения правонарушения (преступления) (здание, сооружение, территория), фамилию, инициалы, должность руководителя, заместителя руководителя, должностного лица, работника субъекта хозяйствования, совершившего правонарушение (преступление), указание самого противоправного деяния, с ссылкой на пункт нормативного правового акта, конкретные причины и условия, способствующие совершению правонарушения (преступления) в области пожарной безопасности, принятые меры ответственности к виновному лицу, конкретные предложения по устранению причин и условий, способствующих их совершению и недопущению в дальнейшем, сроки информирования орган или подразделение по чрезвычайным ситуациям о принятых мерах, дату рассмотрения предложения, меры ответственности за не представление в установленные сроки ответа на предложение либо представление ответа, содержащего заведомо недостоверные сведения.

Субъект хозяйствования должен письменно проинформировать орган или подразделение по чрезвычайным ситуациям, которым оно вынесено, о получении предложения с указанием даты получения и регистрационного номера. В информации должны быть отражены сведения о дате, времени и месте рассмотрения предложения. Руководитель органа или подразделения по чрезвычайным ситуациям, направивший предложение, вправе направить работника для участия в работе по устранению причин и условий, способствующих совершению правонарушения (преступления) в области пожарной безопасности при рассмотрении предложения. По результату рассмотрения предложения оформляется протокол.

В протоколе должно быть отражено место (здание, сооружение, территория), дата, время рассмотрения предложения, фамилии, инициалы, руководителя, заместителя руководителя, должностного лица, работника субъекта хозяйствования совершившего правонарушение (преступление) в области пожарной безопасности, указание самого правонарушения (преступления), с ссылкой на пункт нормативного правового акта, конкретные причины и условия способствующие совершению противоправное деяние, принятые меры ответственности к виновному лицу, конкретные предложения по устранению нарушения, причин и условий способствующих совершению правонарушений и недопущению их в дальнейшем, указание об информировании инициатора предложения. Протокол о рассмотрении предложения оформляется в двух экземплярах. Один из экземпляров направляется в орган или подразделение по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уголовно-процессуальный кодекс Республики Беларусь [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 16 июля 1999 г., № 295-3 : принят Палатой представителей 24 июня 1999 г. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 17.02.2025 // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2025.

ПРОБЛЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ НА МЕЖДУНАРОДНОМ УРОВНЕ

¹Меженев В.А., кандидат технических наук
¹Ветлугин И.Г., ²Большаков Д.А., ²Бойко И.И.

¹Российско-Сербский гуманитарный центр
²Российско-Армянский центр гуманитарного реагирования

Аннотация. В статье рассматривается проблема отсутствия единых подходов к подготовке пожарных и спасателей на международном уровне. Обоснована необходимость разработки единого подхода к подготовке пожарных и спасателей для развития международного сотрудничества в области реагирования на чрезвычайные ситуации.

Ключевые слова: подготовка пожарных, спасатели, международные стандарты, обучение, профессиональные квалификации.

PROBLEMS OF STANDARDIZATION OF EDUCATIONAL ACTIVITIES FOR FIREFIGHTERS AND RESCUERS AT THE INTERNATIONAL LEVEL

¹Mezhenov V.A., PhD in Technical Science
¹Vetlugin I.G., ²Bolshakov D.A., ²Boyko I.I.

¹Russian-Serbian Humanitarian Center
²Russian-Armenian Center for Humanitarian Response

Abstract. The article addresses the problem of the absence of unified approaches to the training of firefighters and rescuers at the international level. The need for developing a unified training framework for firefighters and rescuers is substantiated in order to enhance international cooperation in emergency response and disaster management.

Keywords: firefighter training, rescuers, international standards, education, professional qualifications.

На сегодняшний день в мировой системе подготовки пожарных и спасателей наблюдается значительная фрагментация. В большинстве стран обучение специалистов осуществляется на основе национальных образовательных стандартов и ведомственных нормативных актов.

Так, в Республике Беларусь подготовка пожарных и спасателей осуществляется в соответствии с Кодексом Республики Беларусь об образовании [1] и Законом Республики Беларусь «О пожарной безопасности» [2]. Обучение проводится в образовательных учреждениях системы МЧС Республики Беларусь в рамках программ профессиональной подготовки, переподготовки и повышения квалификации. Квалификационные требования к специалистам определяются государственными образовательными стандартами и ведомственными нормативными актами МЧС Республики Беларусь.

Подобные подходы применяются и в других государствах постсоветского пространства. Однако национальные системы подготовки специалистов зачастую имеют ограниченную применимость за пределами своего государства. Специалист, получивший образование и имеющий практический опыт работы пожарным в одной стране, как правило, не может напрямую трудоустроиться по данной профессии в другой стране без повторного обучения.

Это затрудняет развитие международного сотрудничества в области ликвидации чрезвычайных ситуаций. В настоящее время развивается практика обмена опытом между спасательными ведомствами различных государств, когда специалисты проходят обучение в образовательных учреждениях других стран. Однако полученные сертификаты нередко не имеют юридической силы в стране слушателя, что снижает эффективность такого взаимодействия.

Анализ зарубежного опыта показывает, что проблемы унификации подготовки пожарных существуют и в развитых странах. В Европе применяются различные национальные системы подготовки, регулируемые профессиональными стандартами и ведомственными нормативными документами.

В промышленном секторе определенное распространение получил стандарт JOIFF (Joint Oil & Industry Fire Forum), устанавливающий требования к подготовке индустриальных пожарных. Однако данный стандарт применяется преимущественно в частном секторе и не заменяет национальные требования к подготовке пожарных государственных служб. В ряде стран используется подход, основанный на стандартах Национальной ассоциации противопожарной защиты США (NFPA). Стандарт NFPA 1001 [3] определяет минимальные требования к квалификации пожарных и предусматривает несколько уровней профессиональной подготовки, что способствует сопоставимости квалификаций и международной мобильности специалистов.

Несмотря на это, большинство государств продолжают использовать собственные национальные образовательные стандарты, что приводит к различиям в подготовке специалистов и затрудняет взаимное признание квалификаций. В связи с этим представляется целесообразным рассмотреть возможность разработки единого международного стандарта подготовки пожарных и спасателей. Одной из возможных площадок для реализации такой инициативы может стать Международная организация гражданской обороны (МОГО), объединяющая десятки государств.

Создание единого стандарта подготовки пожарных-спасателей может включать многоуровневую систему подготовки (базовый, продвинутый и инструкторский уровни), реализуемую на базе международных образовательных центров. Реализация подобного подхода позволит повысить сопоставимость профессиональных квалификаций пожарных и спасателей различных стран и расширить возможности международного сотрудничества в области реагирования на чрезвычайные ситуации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кодекс Республики Беларусь об образовании: Закон Респ. Беларусь от 13 янв. 2011 г. № 243-З: с изм. и доп. – Минск, 2011.
2. О пожарной безопасности: Закон Респ. Беларусь от 15 июня 1993 г. № 2403-XII: с изм. и доп. – Минск, 1993.
3. NFPA 1001: Standard for Fire Fighter Professional Qualifications. – Quincy: National Fire Protection Association, 2022.

УДК 349.6:622.8

ПРАКТИКА ПРИВЛЕЧЕНИЯ К ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА НАРУШЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: АНАЛИЗ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Поплавская О.

Шибает П.Б., кандидат технических наук, доцент

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ

Аннотация. В работе анализируется судебная практика по делам о нарушениях в сфере промышленной безопасности. Рассматриваются виды правонарушений, особенности назначения санкций и их превентивный эффект. Формулируются предложения по повышению эффективности правоприменения.

Ключевые слова: промышленная безопасность, судебная практика, административная ответственность, санкции, штраф, правоприменение, превенция.

THE PRACTICE OF HOLDING ACCOUNTABLE FOR VIOLATIONS OF INDUSTRIAL SAFETY REQUIREMENTS: ANALYSIS AND WAYS TO IMPROVE

Poplavskaya O.

Shibaev P.B., PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI

Abstract. The paper analyzes judicial practice in cases of violations in the field of industrial safety. The types of offenses, the specifics of the imposition of sanctions and their preventive effect are considered. Proposals are being formulated to improve the effectiveness of law enforcement.

Keywords: industrial safety, judicial practice, administrative responsibility, sanctions, fine, law enforcement, prevention.

Промышленная безопасность является важнейшим элементом системы защиты жизни и здоровья граждан, а также предотвращения техногенных аварий. Нарушения требований в данной сфере влекут административную и уголовную ответственность в соответствии с КоАП РФ, УК РФ и Федеральным законом О промышленной безопасности опасных производственных объектов. Эффективность применения санкций напрямую влияет на уровень соблюдения обязательных требований [1].

В рамках исследования проанализировано 50 судебных решений по ст. 9.1 КоАП РФ за 2023–2025 гг., а также данные Ростехнадзора о выявленных нарушениях (свыше 100 тыс. ежегодно) (табл. 1).

Таблица 1 – Структура нарушений и санкций по ст. 9.1 КоАП РФ, 2023–2025 гг.

Показатель	2023-2025	Доля (%)	Примечание
Выявлено нарушений (Ростехнадзор)	>100 тыс. в год	–	Преобладают ч. 1 ст. 9.1 КоАП
Рассмотрено дел в судах	25-30 дел в год	–	Мало судебных дел

Продолжение таблицы 1

Штрафы (доля)	80-90 %	80-90	Средний размер 197 тыс. руб. (2024)
Приостановление деятельности	Редко (<15 %)	<15	Только при грубых нарушениях

Как видно из таблицы 1, в большинстве случаев (80–90 %) применяется административный штраф, средний размер которого в 2024 г. составил около 197 тыс. руб. Приостановление деятельности назначается редко (менее 15 % случаев), преимущественно при грубых нарушениях, создающих угрозу жизни и здоровью. Это подтверждает низкую превентивную эффективность фиксированных штрафов для крупных организаций.

В большинстве случаев применяется административный штраф. Его размер зависит от характера нарушения и наличия отягчающих обстоятельств. Административное

приостановление деятельности назначается при грубых нарушениях, создающих угрозу жизни и здоровью людей. Уголовная ответственность наступает преимущественно при причинении тяжкого вреда или гибели людей [2].

Суды, как правило, учитывают повторность нарушений, неисполнение предписаний надзорных органов и фактические последствия. При отсутствии вреда и добровольном устранении нарушений чаще назначаются более мягкие санкции. Строгие меры применяются при систематических нарушениях и игнорировании требований безопасности.

Превентивная функция ответственности заключается в предупреждении новых нарушений. Однако практика показывает, что для крупных организаций штрафы не всегда являются достаточным стимулом к соблюдению требований, поскольку могут восприниматься как экономически допустимые издержки.

Кроме того, наблюдается неоднородность подходов к оценке вины должностных лиц, что затрудняет формирование единообразной практики. Эффективность санкций во многом зависит от их неотвратимости и соразмерности.

Для повышения эффективности правоприменения целесообразно рассмотреть дифференциацию размеров штрафов с учётом финансовых показателей организации, что усилит их реальное воздействие. Важно уточнить критерии оценки вины должностных лиц и расширить практику применения приостановления деятельности при грубых нарушениях.

Дополнительной мерой может стать усиление контроля за устранением выявленных нарушений и развитие судебных обобщений, обеспечивающих единообразие практики [3].

Введение дифференцированных штрафов по классу опасности объекта позволит существенно повысить превентивный эффект, сделав санкции более соразмерными и экономически значимыми для нарушителей (по аналогии с практикой риск-ориентированного подхода в контрольно-надзорной деятельности).

ЛИТЕРАТУРА

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов : федер. закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. действующая) // КонсультантПлюс : - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения: 25.02.2026).
2. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях : федер. закон от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. действующая) // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/ (дата обращения: 25.02.2026).
3. Комментарий к Федеральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» / под ред. В. В. Лапаева. – М. : Норма, 2020. – 320 с.

УДК 355.583+355.582

ПРОБЛЕМЫ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ О ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Садыкова М.В.

Зарипова С.Н., доктор технических наук, доцент

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ

Аннотация. Определены ключевые пробелы нормативно-правового регулирования системы оповещения населения о чрезвычайных ситуациях в РФ, в том числе в регулировании применения новых технологий, охвата труднодоступных территорий, механизмов обратной связи, гармонизации законов и участия коммерческих структур.

Ключевые слова: система оповещения населения, чрезвычайные ситуации, нормативно-правовая база, проблемы.

PROBLEMS OF LEGAL REGULATION OF THE PUBLIC ALERT SYSTEM FOR EMERGENCY SITUATIONS

Sadykova M.V.

Zaripova S.N., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI

Abstract. The paper identifies key gaps in the legal regulation of the public warning system for emergencies in the Russian Federation, including the regulation of new technologies, coverage of hard-to-reach areas, feedback mechanisms, harmonisation of laws and involvement of commercial entities.

Keywords: public warning system, emergencies, legal framework, problems.

Современная нормативно-правовая база РФ, регулирующая функционирование системы оповещения населения (СОН) об угрозах чрезвычайных ситуаций, характеризуется рядом недостатков и нормативных пробелов. Анализ действующих документов показывает, что ключевые ограничения носят комплексный характер и затрагивают технологические, организационные, финансовые и правовые аспекты функционирования СОН [1 – 4]:

1. Технологическая устарелость инфраструктуры. Существующие СОН базируются на морально и физически устаревшем оборудовании, которое не интегрируется с современными технологиями. Нормативная база не обеспечивает своевременного обновления требований с учётом развития цифровых решений.

2. Фрагментация межведомственного взаимодействия. Отсутствует единый механизм координации между уровнями СОН (федеральным, региональным, муниципальным) и их интеграции с системами мониторинга ЧС, цифровым телерадиовещанием, сетями мобильной связи. Это снижает оперативность и охват оповещения.

3. Финансовые дисбалансы в обеспечении СОН. Ограниченность бюджетов субъектов РФ и муниципалитетов приводит к износу оборудования, задержкам в модернизации и поддержании систем в постоянной готовности. Финансирование не соответствует реальным потребностям инфраструктуры.

4. Дефицит федерального контроля. На федеральном уровне не реализована система круглосуточного мониторинга работоспособности СОН, что затрудняет оценку готовности систем к реагированию и оперативное устранение сбоев.

5. Пробелы в киберзащите. Требования к защите информации в региональных СОН формально закреплены, но не обеспечены эффективными механизмами реализации. Риски кибератак и несанкционированного доступа остаются высокими.

6. Слабая регламентация подготовки кадров. Нормативные акты не содержат чётких требований к обучению должностных лиц и населения по использованию СОН, проведению тренировок и отработке действий при ЧС.

Нерешёнными вопросами нормативного регулирования остаются:

внедрение перспективных технологий - отсутствуют механизмы применения ИИ для анализа данных и прогнозирования рисков, интерактивных каналов связи и других инновационных решений и технологий в рамках СОН;

охват труднодоступных территорий - не разработаны специальные регламенты для оповещения населения в сельских районах, зонах с плохим покрытием связи и местах массового пребывания людей, где традиционные методы неэффективны;

механизмы обратной связи - система СМС оповещения не предусматривает инструментов верификации доставки сообщений и сбора обратной связи от населения, что снижает управляемость кризисными коммуникациями;

гармонизация законодательной базы - требуется синхронизация положений федеральных законов «О гражданской обороне» и «О защите населения и территорий от ЧС» в части создания, реконструкции и поддержания СОН;

регулирование цифровых платформ - статус мобильного приложения «МЧС России» и обязанности разработчиков по передаче экстренной информации не закреплены на уровне закона, что ограничивает потенциал цифровых каналов;

участие коммерческих структур - не определены обязательства собственников современных информационных технологий по содействию в оповещении населения.

Частичное решение указанных проблем предусмотрено в [1], где обозначены меры по совершенствованию нормативно-правовой базы, развитию технических средств оповещения и усилению межведомственного взаимодействия. Однако их реализация зависит от преодоления административных, финансовых и технологических барьеров, что требует дополнительного нормативного и ресурсного обеспечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция организации оповещения населения Российской Федерации : одобр. протоколом заседания Правительств. комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности от 19 нояб. 2024 г. № 15. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/410931318/> (дата обращения: 26.02.2026).

2. Концепция развития общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей (ОКСИОН) : одобр. на заседании Правительств. комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности (протокол от 27 июня 2024 г. № 7). МЧС России, 2024. 31b2cdf4974e3a985af131bc5ae3b868.pdf. URL: <https://mchs.gov.ru/uploads/document/2024-07-18/31b2cdf4974e3a985af131bc5ae3b868.pdf> (дата обращения: 26.02.2026).

3. Балобанов А. А., Скрипка А. В. Совершенствование системы оповещения населения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций путем применения технологии Cell Broadcast // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник». 2025. № 4 (39). С. 103–113.

4. Карпухин С. Ю., Красавкин М. Ю. Применение автоматизированных систем оповещения населения при функционировании органов управления МЧС России // Приоритетные направления развития инфокоммуникационных технологий, систем связи и оповещения РСЧС и ГО : сб. трудов секции № 14 XXX Междунар. научно-практ. конф. «Предотвращение. Спасение. Помощь», 19 марта 2020 г. ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России, 2020. С. 8–12.

УДК 343.346.8:342.9

НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ПОВЛЕКШЕЕ УНИЧТОЖЕНИЕ ИЛИ ПОВРЕЖДЕНИЕ ЧУЖОГО ИМУЩЕСТВА: РАЗГРАНИЧЕНИЕ АДМИНИСТРАТИВНОЙ И УГОЛОВНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Терина В.В., Кравцова Е.В.,

Ступина С.А., кандидат юридических наук, доцент

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Анализируется нормативная конкуренция административной (ч. 6 ст. 20.4 КоАП РФ) и уголовной (ст. 168 УК РФ) ответственности за нарушение пожарной безопасности, выявляется их концептуальное различие. На основе анализа правоприменительной практики выделяются три типовые коллизионные ситуации, создающие правоприменительную неопределенность.

Ключевые слова. Пожарная безопасность; нарушение требований пожарной безопасности; уничтожение или повреждение чужого имущества; ч. 6 ст. 20.4 КоАП РФ; ст. 168 УК РФ; неосторожное обращение с огнём; нормативная конкуренция; административная ответственность; уголовная ответственность.

VIOLATION OF FIRE SAFETY REQUIREMENTS RESULTING IN THE DESTRUCTION OR DAMAGE OF OTHER PEOPLE'S PROPERTY: DIFFERENTIATION OF ADMINISTRATIVE AND CRIMINAL LIABILITY

Terina V.V., Kravtsova E.V.

Stupina S.A., PhD in Legal Sciences, Associate Professor

Siberian Fire and Rescue Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Abstract. The normative competition between administrative (Part 6 of Article 20.4 of the RF Code of Administrative Offences) and criminal (Article 168 of the RF Criminal Code) liability for violation of fire safety requirements is analyzed, and their conceptual difference is revealed. Based on the analysis of law enforcement practice, three typical conflict situations that create law enforcement uncertainty are identified.

Keywords. Fire safety; violation of fire safety requirements; destruction or damage to other people's property; Part 6 of Article 20.4 of the Administrative Code of the Russian Federation; Article 168 of the Criminal Code; careless handling of fire; regulatory competition; administrative responsibility; criminal liability.

Применительно к случаям, когда нарушение требований пожарной безопасности повлекло возникновение пожара и уничтожение или повреждение чужого имущества, правоприменитель сталкивается с ситуацией устойчивой нормативной конкуренции между ч. 6 ст. 20.4 КоАП РФ и ст. 168 УК РФ.

Ключевым, однако нередко игнорируемым правоприменителем вопросом является разграничение способа совершения деяния в ч. 6 ст. 20.4 КоАП РФ и ст. 168 УК РФ. Несмотря на видимую содержательную близость, обе нормы принципиально различаются именно в описании поведенческого акта, образующего объективную сторону состава.

Диспозиция ч. 6 ст. 20.4 КоАП РФ строится через отсылочную технику: «нарушение требований пожарной безопасности». Административный состав (ч. 6 ст. 20.4 КоАП РФ) построен по нормативному принципу: диспозиция требует установления конкретного нарушенного предписания (Федеральный закон № 123-ФЗ, ППР РФ, своды правил, ГОСТы). Без указания на нарушенную норму состав не возникает - деликт является бланкетным.

Статья 168 УК РФ использует принципиально иную законодательную технику: «неосторожное обращение с огнем или иными источниками повышенной опасности» - формулировка, лишенная прямой отсылки к нормативному перечню нарушений. Соответственно уголовно-правовой состав (ст. 168 УК РФ) построен по поведенческому принципу. Хотя специалисты отмечают, что «рассматриваемая статья по своей правовой природе является специальной нормой об ответственности за нарушения правил пожарной безопасности» [1, с.80].

Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 05.06.2002 № 14 «О судебной практике по делам о нарушении правил пожарной безопасности, уничтожении или повреждении имущества путем поджога либо в результате неосторожного обращения с огнем» (в ред. от 18.10.2012) дает расширительное толкование: неосторожное обращение с огнем включает ненадлежащее обращение с источниками воспламенения вблизи горючих материалов, эксплуатацию технических устройств с дефектами - т.е. легитимизирует уголовную ответственность без установления конкретной нарушенной нормы, на основе объективного критерия должной осмотрительности.

Описанная концептуальная асимметрия порождает на практике три устойчивые коллизионные ситуации.

Первая: Формальное нарушение правил пожарной безопасности имеется, но пожар возник от небрежного обращения с огнем вне нормативного запрета → административная ответственность проблематична, уголовная - применима.

Вторая: Конкретного нарушенного предписания нет (гражданин разжигает костер вблизи строений при отсутствии прямого запрета) → административная ответственность по ч. 6 ст. 20.4 КоАП РФ затруднена, уголовная по ст. 168 УК РФ - возможна.

Третья: Нарушение правил формально зафиксировано, но не находится в причинной связи с пожаром (пожар вызван иным небрежным действием) → административная ответственность за зафиксированное нарушение невозможна, уголовная - применима через поведенческий критерий.

Однако для полного разрешения проблемы разграничения необходимо учитывать и другие факторы, которые нередко остаются за рамками анализа. Например, размер ущерба как критерий разграничения, субъектный состав ответственности и анализ судебной практики.

Таким образом, с позиций законодательной техники назрела необходимость в развернутом разъяснении Пленума Верховного Суда РФ, системно разграничивающем сферу применения ст. 168 УК РФ и ч. 6 ст. 20.4 КоАП РФ применительно к конкретным типовым ситуациям - с тем чтобы устранить описанную неопределенность, порождающую произвол при квалификации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронин, С.А. Актуальные проблемы уголовной ответственности за нарушение требований пожарной безопасности, повлекшее уничтожение или повреждение имущества / С. А. Воронин, А. С. Митрофанов // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: Сборник материалов VIII международной научно-практической конференции, Иваново, 22 октября 2025 года. – Иваново, 2025. – С. 77-83. - EDN EQDKIU.

УДК 343.1:614.84

ВИД УГОЛОВНОГО ПРЕСЛЕДОВАНИЯ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ

Требик В.А.

Горошко Е.Ю., кандидат юридических наук, доцент

Университет гражданской защиты

Аннотация. Рассмотрена правоприменительная практика привлечения лиц к уголовной ответственности за нарушение требований пожарной безопасности с учетом действующего вида уголовного преследования, определены проблемные вопросы в данном сегменте деятельности, обоснованы предложения, с учетом декриминализации белорусской уголовно-правовой системы, по изменению вида уголовного преследования за нарушение требований пожарной безопасности с публичного на частно-публичное обвинение.

Ключевые слова: нарушение требований пожарной безопасности, публичное обвинение, частно-публичное обвинение, вид уголовного преследования, декриминализация уголовных деяний

TYPE OF CRIMINAL PROSECUTION FOR VIOLATION OF FIRE SAFETY REQUIREMENTS: TO THE QUESTION OF IMPROVEMENT

Trebik V.A.

Goroshko E.Yu., PhD in Legal Sciences, Associate Professor

University of Civil Protection

Abstract. The paper examines the law enforcement practice of bringing individuals to criminal liability for violating fire safety requirements, taking into account the current form of criminal prosecution. The paper identifies problematic issues in this area and substantiates proposals for changing the type of criminal prosecution for violating fire safety requirements from public to private-public prosecution, taking into account the decriminalization of the Belarusian criminal legal system.

Keywords: violation of fire safety requirements, public prosecution, private-public prosecution, type of criminal prosecution, decriminalization of criminal acts

Статья 304 Уголовного Кодекса Республики Беларусь «Нарушение требований пожарной безопасности» является статьей публичного обвинения [1]. Следовательно, при нарушении требований пожарной безопасности, при наличии состава преступления, уголовному преследованию подлежит любое физическое лицо вне зависимости от родственных и семейных связей и наличия заявления. К сожалению, сегодня достаточно часто основной причиной пожаров является нарушение требований пожарной безопасности не только собственниками домовладений, но и его близкими родственниками.

За последние шесть лет на территории Республики Беларусь произошло 126 пожаров, по результатам которых были возбуждены уголовные дела в отношении виновных граждан, из них по 14 пожарам уголовные дела возбуждены в отношении близких родственников. В результате к четырем близким родственникам были применены меры уголовного преследования в виде лишения свободы, либо амнистии. В пяти случаях уголовное преследование было вызвано гибелью граждан. В девяти случаях уголовные дела за нарушение требований пожарной безопасности были возбуждены в связи с наличием телесных повреждений либо причинением ущерба в крупном размере. Отметим, что при проведении следственных и процессуальных действий с потерпевшими было установлено, что у них не было намерений о привлечении виновников пожара к ответственности.

В правоприменительной практике по расследованию пожаров имеют место быть ситуации, когда в случае нарушения законодательства о пожарной безопасности одним из родственников или родителей, по неосторожности причиняются телесные повреждения другому родственнику или второму родителю либо их имуществу. В данных ситуациях в рамках осуществления правосудия, субъект совершения преступления находится в процессе уголовного преследования, независимо от того, имеются ли к нему претензии со стороны потерпевших или нет.

Сегодня многие исследователи в области уголовного права утверждают, что проблема уголовного закона состоит в поисках оптимального решения в установлении таких пределов наказания за неосторожность, которые бы учитывали и состояние общественной психологии и правосознания. На дискуссионных площадках формируется устойчивая правовая парадигма о том, что в современных условиях развития белорусского государства требуется переосмысление принципов наказуемости за нарушения требований пожарной безопасности с позиции целесообразности и справедливости. Полагаем, следует пересмотреть устрашающее воздействие уголовного наказания, предусмотренного за совершение преступных деяний, квалифицированных в части 1 и 2 статьи 304 Уголовного кодекса Республики Беларусь, поскольку умысел у виновного лица при нарушении требований пожарной безопасности отсутствует на причинение вреда. Субъект преступления действует, как правило, не задумываясь о возможной угрозе наказания, поскольку либо рассчитывает предотвратить наступление вредных последствий, либо вообще не предвидит возможность их наступления, хотя должен был предвидеть. Представляется, что наказание за нарушение требований пожарной безопасности (относительно части 1 и 2 статьи 304 Уголовного кодекса Республики Беларусь) должно выступать не основным, а дополнительным сдерживающим фактором, в приоритете же воспитание надлежащего правового поведения граждан в целях безопасности жизнедеятельности.

В связи с этим, представляется целесообразным, с учетом декриминализации белорусской уголовно-правовой системы, изменить вид уголовного преследования за нарушение требований пожарной безопасности, а именно при ведении уголовного процесса относительно части 1 и 2 статьи 304 Уголовного кодекса Республики Беларусь с публичного на частно-публичное обвинение. Отметим, что в белорусской законодательной практике имеют место примеры перевода статей из публичного в частно-публичное обвинение. Так, в 2025 году вид уголовного преследования был изменен в отношении статьи 316 «Нарушение правил безопасности движения и эксплуатации маломерных судов» (части 2) и статьи 317 «Нарушение правил дорожного движения или эксплуатации транспортных средств» (части 2) Уголовного Кодекса Республики Беларусь.

Изменение вида уголовного преследования за нарушение требований пожарной безопасности позволит поддерживать оптимальный баланс между уголовно-правовой системой страны и белорусским обществом, обеспечит благоприятную динамику в процессе декриминализации национального права, будет способствовать более точному соблюдению конституционных прав и интересов граждан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уголовно-процессуальный кодекс Республики Беларусь [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 16 июля 1999 г., № 295-3 : принят Палатой представителей 24 июня 1999 г. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 17.02.2025 // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2025.

УДК 355+614.8

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

Хоменко С.А.

Белянко В.В.

Военно-медицинский институт в учреждении образования «Белорусский государственный медицинский университет»

Аннотация. Государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций обеспечивает реализацию комплекса мероприятий защиты жизни и здоровья людей от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. При этом для ликвидации чрезвычайных ситуаций, оказания помощи населению могут привлекаться силы и средства Вооруженных Сил Республики Беларусь.

Ключевые слова. Чрезвычайная ситуация, химически опасный объект.

SPECIFIC FEATURES OF THE USE OF THE ARMED FORCES OF THE REPUBLIC OF BELARUS TO ELIMINATE THE CONSEQUENCES OF NATURAL AND MAN-MADE EMERGENCIES

Khomenko S.A.

Belyanko V.V.

Military Medical Institute at the Belarusian State Medical University

Abstract. The state emergency prevention and response system ensures the implementation of a comprehensive set of measures to protect human life and health from natural and man-made emergencies. The Armed Forces of the Republic of Belarus may be deployed to respond to emergencies and provide assistance to the population.

Keywords: emergency, chemically hazardous facility.

В современном мире высокотоксичные вещества внедрены во все сферы человеческой деятельности, их накопление приводит к увеличению вероятности химических аварий и катастроф на предприятиях. Всего в Республике Беларусь функционирует более 500 химически опасных объектов с общими запасами сильнодействующих ядовитых веществ (далее – СДЯВ) более 40 тыс. тонн. По расчетам в зоне их возможного действия проживает около 3 млн. человек.

Правовое регулирование привлечения воинских формирований к ликвидации чрезвычайных ситуаций устанавливается следующими документами:

Закон Республики Беларусь от 5 июля 998 г. № 141-3 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»;

Постановление Совета Министров РБ от 10 апреля 2001 г. № 495 «О государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций»;

Устав гарнизонной и караульной служб Вооруженных Сил Республики Беларусь, утвержденный Указом Президента Республики Беларусь 26 июня 2001 г. № 355.

Данными документами предусмотрено привлечение специально подготовленных сил и средств Вооруженных Сил для ликвидации чрезвычайных ситуаций природного или техногенного характера в порядке, определяемом решением Президента Республики Беларусь. При этом поставленные задачи выполняются в рамках, определяемых планами взаимодействия, согласовывая свои действия с руководителями местных исполнительных и распорядительных органов, а также с начальниками выделенных по их распоряжению формирований. При постановке задач указывается способ передвижения, придаваемые технические средства, срок выполнения, вооружение, военную форму одежды и порядок довольствия. При этом Уставом запрещается передавать воинские части, подразделения или команды в подчинение представителям местных исполнительных и распорядительных органов.

Для эффективного применения сил и средств Вооруженных Сил при проведении мероприятий по ликвидации чрезвычайных ситуаций природного или техногенного характера необходимо учитывать особенности оснащения военнослужащих и технические

характеристики средств защиты, которые отличаются по своим параметрам от промышленных и гражданских противогазов. Для защиты органов дыхания военнослужащих в настоящее время на оснащении Вооруженных Сил состоят общевойсковые фильтрующие противогазы ПМГ, ПМГ-2, ПМК, ПМК-2, ПМК-3. Их защитная мощность зависит от физико-химических свойств, способа применения, концентрации отравляющих веществ, объема легочной вентиляции. Применение данных противогазов обеспечивает сохранение боеспособности личного состава в условиях применения оружия массового поражения, однако не могут защищать от всего спектра аварийно химически опасных веществ.

В случае необходимости действия войск в условиях сильного задымления, когда в воздухе имеется повышенная концентрация оксида углерода применяются дополнительные патроны (ДП-1, ДП-2). Данные патроны обеспечивают защиту от оксида углерода при его концентрации до 0,25 %, при этом время защитного действия зависит от температуры окружающей среды, тяжести физической нагрузки, наличия водорода в атмосфере (применение ДП-1 при температуре окружающей среды от минус 10 °С и ниже запрещено). Следует помнить, что при концентрации оксида углерода свыше 1 % комплект дополнительного прибора малоэффективен. В этих случаях необходимо пользоваться изолирующими дыхательными аппаратами.

Таким образом выполнение мероприятий с использованием общевойсковых фильтрующих противогазов в некоторых очагах химического заражения, при пожарах может быть ограничено по времени или исключено при отсутствии защитного действия от СДЯВ. Кроме того, при планировании мероприятий по ликвидации чрезвычайных ситуаций для сохранения боеспособности личного состава необходимо учитывать физиолого-гигиенические характеристики средств защиты, соблюдать предельные сроки непрерывной работы в них.

Для эффективного и безопасного управления действиями сил государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, войск и воинских формирований, привлекаемых к ликвидации чрезвычайных ситуаций природного или техногенного характера, важное значение имеет знание о защитных возможностях, технических характеристиках индивидуальных средств защиты, понимание особенностей оснащения всех участников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шнитко, С. Н. Государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций Республики Беларусь / С. Н. Шнитко, А. Л. Стринкевич, Э. Э. Вальчук, А. П. Пантюхов, В. Е. Пашков // Военная медицина. – 2020. – № 3. – С. 98–113.
2. Бакарасов, В. А. Особенности пространственного проявления экологических техногенных опасностей и рисков в Республике Беларусь / В. А. Бакарасов // Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности : сб. ст. / Оренб. гос. ун-т ; редкол.: Э. Р. Бариев [и др.]. – Оренбург, 2019. – С. 156-160.
3. Новоселецкий, В. А. Медицинская защита населения в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие / В. А. Новоселецкий [и др.]. Гродно : ГрГРМУ, 2010. – 224 с.
4. Правила по эксплуатации средств индивидуальной защиты, утвержденные приказом Министра обороны Республики Беларусь от 03.10.2023 № 1220.

Научное издание

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ:
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Сборник материалов
XX международной научно-практической
конференции молодых ученых
(16-17 апреля 2026 года)

В двух томах

Том первый

Ответственный за выпуск: Д.С. Нехань
Компьютерный набор и верстка: Д.В. Александров

Подписано в печать 00.00.2026.
Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.
Гарнитура таймс. Цифровая печать.
Усл. печ. л. 43,01. Уч.-изд. Л. 41,91.
Тираж 0. Заказ 000-2026.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/259 от 14.10.2016.
Ул. Машиностроителей, 25, 220118, г. Минск.