



ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ. ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ 17 АПРЕЛЯ 2025 ГОДА



МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
им. Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

Материалы
всероссийской научно-практической конференции

**ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ:
СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ.
ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ**

17 апреля 2025 года

Санкт-Петербург
2025

УДК 614.849

ББК 68.9

П46

П46 Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 17 апреля 2025 года. СПб: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2025. 272 с.
ISBN 978-5-907883-29-1

Всероссийская научно-практическая конференция «Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения» подготовлена и проведена Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева» 17 апреля 2025 года.

В сборнике материалов представлены доклады, касающиеся широкого круга вопросов посвященных перспективам развития и совершенствования в области обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации.

Тексты печатаются в авторской редакции.

Ответственность за аутентичность и точность цитат, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы.

УДК 614.8

ББК 68.9

СОДЕРЖАНИЕ

О проблематике тушения пожаров на морских стационарных платформах в Арктической зоне Российской Федерации	
Сытдыков М.Р., Иванов А.В., Абдуллаева Ю.С.	8
Методы расчёта показателей пожарной опасности органических пылей, содержащих фосфор	
Коробейникова Е.Г., Блюденев Д.И.	11
Пожарная охрана в Китае	
Михайлова Г.А., Афанасьев Я.Е.	15
Результаты экспериментальных исследований по оценке хранения огнезащитных свойств интумесцентных материалов, применяемых на объектах нефтегазовой отрасли в Арктическом регионе	
Головина Е.В.	17
О новых подходах к разработке и производству пожарной и аварийно-спасательной техники на современном этапе	
Гришин С.П., Преснов А.И.	21
Применение расчетных значений при моделировании движения людей с огнетушителями	
Кожевин Д.Ф., Естехин В.Г.	25
Противопожарная профилактика прибрежных климатически засушливых районов континентов	
Рогожкин В.В., Горынин В.И., Воронов Н.В.	29
Управление подготовкой специалистов пожарной безопасности с применением искусственного интеллекта	
Куватов В.И., Балобанов А.А., Мельников В.Б.	32
Обучение населения мерам пожарной безопасности путем создания специализированных центров подготовки	
Балобанов А.А., Павленко М.А.	35
Нетрадиционные методы предсказания крупных пожаров и других катастроф	
Сапунов В.Б., Воронов Н.В.	38
Применение наземной роботизированной техники в пожаротушении	
Трунов А.С., Сальников В.А.	42
Дополнительная профессиональная подготовка для специалистов по пожарной безопасности с применением дистанционных образовательных технологий	
Губанова О.А., Алибеков А.А., Зелинская И.А., Гришин С.П.	46
Учебно-методический подход к системе подготовки специалистов для ликвидации чрезвычайных ситуаций с участием электромобилей	
Великоклад Т.П.	51
Необходимость оснащения материально-технических баз образовательных организаций новыми видами многофункциональных учебно-тренажерных комплексов электромобилей	
Великоклад Т.П.	56
Планирование и реализация контрольных (надзорных) мероприятий в отношении водородных заправочных станций	
Егоров А.А.; Фомин А.В.	61
Экономические и экологические последствия пожаров на территории крупных складских помещений	
Балобанов А.А., Канавичев В.С.	65

Углекислота в пожаротушении	
Булатов Н.Н., Иванов К.М., Балобанов А.А.	69
Определение граничных условий моделирования процесса выхода огнетушащих веществ из средств пожаротушения в программном комплексе Ansys Fluent	
Сытдыков М.Р., Иванов А.В., Абдуллаева Ю.С.	72
Анализ пожаров на объектах хранения и переработки нефти	
Кожевин Д.Ф., Радова Е.В.	77
Применение спасателями транспортных роботов при аварийно-спасательных работах в зоне проведения Специальной военной операции	
Батанов А.Ф., Лаверычев И.Г., Мингалеев С.Г.	82
Использование сверточных нейронных сетей для обнаружения дыма на ранней стадии пожара по данным с камер видеонаблюдения: перспективы и ограничения	
Петросян С.Х., Елисеев И.Б., Марков И.С., Сай В.В.	86
Анализ методик расчета температуры самовоспламенения циклических углеводородов различного строения	
Свидзинская Г.Б., Чуб И.В.	89
Перспективы применения перфтор-1,2-диметилциклобутана в качестве газового огнетушащего вещества	
Копылов П.С., Копылов С.Н., Лучкин С.А.	94
Размерная величина пожарного риска как признак идентификации наружных установок объектов нефтяной отрасли по пожарной опасности	
Хорошев А.А., Фомин А.В.	99
Методика испытаний колесных вездеходных транспортных средств для технического обеспечения аварийно-спасательных формирований МЧС России в Арктической зоне Российской Федерации	
Брусянин Д.В.	102
Проблемы нормативно - технического регулирования экспериментальных исследований пожарной опасности сжиженного природного газа	
Косарев И.В., Бобровская А.А.	108
Проблематика пожарной безопасности объектов культурного наследия и вариативные решения в ее обеспечении	
Беспалов А.В., Фомин А.В.	112
Необходимость разработки методики определения радиационной стойкости ЭБУ РТКП	
Башаричев А.В., Сиротюк В.Я.	117
Актуальные вопросы обучения населения жилого сектора мерам пожарной безопасности	
Фирсов А.Г., Загуменнова М.В., Надточий О.В., Матюшин Ю.А.	120
Сравнение зарегистрированного и расчетного прямого материального ущерба от пожаров в России на объектах защиты (надзора) в 2024 г.	
Сибирко В.И., Гончаренко В.С., Чечетина Т.А., Мартынов В.А., Арсланов А.М.	125
Пожар как орудие войны	
Алексеева А.В., Титова Е.А.	131
Аспекты и методы логического управления силами и средствами пожарно-спасательного гарнизона в рамках заблаговременного прогнозирования складывающейся обстановки на пожаре и в гарнизоне	
Дашкевич Е.И., Лунькова А.С., Юрченко Р.А.	135

Проблемные вопросы современной теории концепции риска в области пожарной безопасности Куликович А.В., Марчук В.Л.	140
Экспериментальное исследование пожарной опасности строительных материалов фасадных систем и строительного основания для стен наружных с внешней стороны Горшков В.С., Копылов П.С., Лежнев С.Т., Лучкин С.А.	145
Важность использования искусственного интеллекта для мониторинга лесных пожаров в режиме реального времени Холодкова Т.Е.	150
Анализ проблем при подготовке квалифицированных кадров для МЧС России Коваленко Д.А.	153
Концепция «умных материалов» для систем пожаротушения и тепловой защиты роботизированных установок Киселева В.С., Иванов А.В.	156
Сборно-разборные магистральные трубопроводы для обеспечения населения водой для защитных сооружений в условиях проведения специальной военной операции на Украине Квашнин А.Б., Пашкова А.А.	159
Конструктивные особенности литий-ионных аккумуляторов электромобилей и их пожарная опасность Астахина Ю.А., Королева Л.А.	164
Отечественный и зарубежный подход к выбору расчетного количества людей в здании при определении параметров движения людских потоков Красильников А.В.	168
Пожаровзрывобезопасность применения водородного топлива на транспорте Торопкин А.И., Королева Л.А.	171
Проблемные вопросы при категорировании зданий по взрывопожарной и пожарной опасности на объектах энергетики с высоковольтным маслонаполненным электротехническим оборудованием Комаров А.А., Шевченко А.П.	176
Применение наземных телеуправляемых комплексов для тушения пожара на предприятии Артемьев А.В., Гайдук В.Д., Новоселов Ю.А., Носков М.С., Пичахчи С.В., Смирнов Я.Н.	179
Проведение водолазных осмотров судов с помощью подводных средств движения Лебедев С.Ю., Шидловский А.Л., Тарабрин Ф.В.	183
Анализ статистических данных о пожарах на объектах с массовым пребыванием людей Кожевин Д.Ф., Козлов А.Л.	187
Снижение испарения сжиженного азота применением композитных материалов на основе базальтовой ткани и порошковых составов Проценко Т.В., Ивахнюк Г.К., Шпаков Н.А., Стабронник И.Д.	191
Эволюция пожарного надзора в России: ориентир на социально значимые объекты Кузьмина Т.А., Сай А.Р., Маер О.М.	195
Перспективы применения трансформируемых защитных экранов для снижения пожарного риска на объектах хранения нефтепродуктов Иванов А.В., Войтичук Ю.А.	198
Комплексная система профилактической работы и контрольно-надзорной деятельности на опасных производственных объектах на основе мониторинга киберинцидентов	

Тукмачева М.А., Шестаков А.В.	201
Кибермузей: основной модуль	
Шестаков А.В., Кухарев Е.А., Торотадзе А.И., Тукмачева М.А.	206
Кибермузей: модуль обучения и тестирования	
Шестаков А.В., Уткин М.Ю., Заикин Д.Д., Тукмачева М.А.	210
Кибермузей: модуль геймификации	
Шестаков А.В., Васильев А.С., Гребенщикова А.И., Воловиков Г.В., Тукмачева М.А.	213
Кибермузей: модуль новостей	
Шестаков А.В., Васильев А.С., Войтенко Н.А., Торотадзе А.И., Тукмачева М.А.	216
Факторы, влияющие на расчет индивидуального пожарного риска	
Шидловская А.А.	219
Типовые ошибки при расчете пожарного риска на производственных объектах	
Леончук П.А., Хатунцев А.Ю., Фомин М.В., Рукавишников М.М.	221
Влияние реагентной и безреагентной модификации дисперсной среды и химических свойств поверхности минерализаторов на пожарно-технические свойства воздушно-механических пен	
Арзаев Н.А.	226
К вопросу мониторинга лесопожарной обстановки с помощью систем видеонаблюдения	
Косопалов С.А., Заводсков Г.Н., Корольков А.П.	231
Обеспечение надлежащего качества сжатого воздуха в дыхательных аппаратах газодымозащитной службы в условиях Специальной военной операции	
Мнускин Ю.В., Кипря А.В., Хазипова В.В., Мнускина Ю.В.	235
Возможности применения и характеристики предлагаемого газового аэрозольного огнетушителя	
Сабирьянов В.Р., Чижов Н.В., Савельев Е.М., Косицкий С.С., Заболотских М.А.	241
Специфика обеспечения пожарной безопасности на территории Ленинградской Области	
Охотников А.В., Вагин А.В., Дорожкин А.С.	244
Практическое применение наномодифицированных жидкостей в системе противопожарной защиты окрасочной камеры	
Емельянова А.Н.	249
Определение влияния реальной пожарной нагрузки на развитие опасных факторов пожара для объектов культурно-исторического наследия	
Еремина Т.Ю., Сушкова О.В.	252
Управление газообменом на пожаре с помощью вертикальной вентиляции без использования технических устройств дымоудаления	
Каменев А.О., Турсенев С.А.	257
Современные угрозы для пожарной техники	
Гайдым Г.В., Актёрский Ю.Е.	260
Применение мобильных систем рэб для защиты сил и средств МЧС России при решении ими целевых задач в районах боевых действий	
Гайдым Г.В., Актёрский Ю.Е.	264
Подходы к мониторингу огнезащитных свойств красок диэлектрическим методом	
Еремина Т.Ю., Минайлов Д.А.	268

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО

генерал-лейтенант внутренней службы
ГАВКАЛЮК Богдан Васильевич –
начальник Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Санкт-Петербургский университет
Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации
по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации
последствий стихийных бедствий
имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева»
доктор технических наук, доцент



Уважаемые участники конференции!

Приветствуем Вас на ежегодной Всероссийской научно-практической конференции «Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения» и благодарим за проявленное внимание и интерес к нашей конференции.

Перспективы пожарной безопасности включают в себя постоянное улучшение технологий и методов предотвращения и борьбы с пожарами, а также повышение осведомленности и обученности населения в области пожарной безопасности. Кроме того, важно улучшить законодательство и нормативные акты в области пожарной безопасности, чтобы обеспечить более строгие требования к безопасности зданий и сооружений, а также к оборудованию и материалам, используемым в строительстве.

На конференции ежегодно рассматриваются актуальные вопросы, связанные с обеспечением безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: технологии обеспечения оперативно-служебной деятельности Государственной противопожарной службы, технологии тушения и спасения людей, вопросы подготовки специалистов в сфере пожарной безопасности, контроля и прогнозирования свойств веществ, материалов и изделий, технологии гражданской защиты, системы пожарного мониторинга и моделирования пожаров.

Надеюсь, что ваши идеи и предложения найдут своё отражение в постоянно совершенствующейся нормативной базе и будут способствовать повышению уровня развития обеспечения пожарной безопасности.

Уверен, что открытые и плодотворные дискуссии в рамках сегодняшней конференции не только помогут лучше ориентироваться в современных противопожарных реалиях, но и позволят выработать практические рекомендации.

Желаю всем участникам и гостям конференции плодотворной работы, успехов и благополучия!

ДОКЛАДЫ

УДК 614.844.1

О ПРОБЛЕМАТИКЕ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА МОРСКИХ СТАЦИОНАРНЫХ ПЛАТФОРМАХ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Сытдыков Максим Равильевич¹; Иванов Андрей Владимирович²; Абдуллаева Юлия Сергеевна³

^{1,2,3}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹sytdykov@igps.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5343-4764>

²andrei-ivanov84@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7886-2039>

³abdullaevayulia55@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-4716-6537>

Аннотация. Рассматриваются вопросы повышения эффективности тушения пожаров на морских стационарных платформах. Проведен анализ аварийности, гибели и травмирования на морских стационарных платформах в 2004-2022 годах, а также нормативно-правовой базы в области обеспечения пожарной безопасности морских стационарных платформ. Определены возможности повышения эффективности средств пожаротушения.

Ключевые слова: средства пожаротушения, Арктическая зона Российской Федерации, морские стационарные платформы, универсальная установка пожаротушения

ON THE PROBLEM OF EXTINGUISHING FIRES ON OFFSHORE STATIONARY PLATFORMS IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Sytdykov Maksim R.¹; Ivanov Andrey V.²; Abdullaeva Julia S.³

^{1,2,3}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹sytdykov@igps.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5343-4764>

²andrei-ivanov84@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7886-2039>

³abdullaevayulia55@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-4716-6537>

Abstract. The issues of increasing the efficiency of fire extinguishing on offshore stationary platforms are being considered. The analysis of accidents, deaths and injuries on offshore stationary platforms in 2004-2022, as well as the regulatory framework in the field of fire safety of offshore stationary platforms, is carried out. The possibilities of increasing the effectiveness of fire extinguishing agents have been identified.

Keywords: fire extinguishing equipment, Arctic zone of the Russian Federation, offshore stationary platforms, universal fire extinguishing system

Арктическая зона (далее – АЗ) – часть территории Земли, примыкающая к Северному полюсу и включающая окраины материков Евразии и Северной Америки, составляющую Северного Ледовитого океана, а также прилегающие территории Атлантического и Тихого океанов. Мировая Арктика охватывает территории восьми государств: Российской Федерации, США, Канады, Дании, Норвегии, Швеции, Финляндии и Исландии.

Арктическая зона Российской Федерации (далее – АЗ РФ) – северная оконечность территории страны, часть Арктики, находящаяся под суверенитетом и юрисдикцией России.

АЗ РФ охватывает девять регионов: Мурманская область, Ненецкий автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, Чукотский автономный округ, республика Карелия, Архангельская область, республика Коми, Красноярский край, республика Саха-Якутия.

Арктический бассейн Российской Федерации включает в себя шесть морских акваторий [1], данные представлены в таблице.

Таблица

Характеристика морей, входящих в АЗ РФ

№ п/п	Название	Площадь, тыс. км ²	Объем, тыс. км ³	Средняя глубина, м	Максимальная глубина, м
	Баренцево	1424	316	222	513
	Белое	90,1	6	67	351
	Карское	883	98	111	596
	Лаптевых	662	353	533	3534
	Восточно-Сибирское	913	49	54	915
	Чукотское	595	42	71	1256

АЗ РФ обеспечивает добычу более 17% нефти для страны, по оценкам экспертов континентальный шельф АЗ РФ содержит более 17,3 млрд. тонн нефти и является стратегическим запасом развития минерально-сырьевой базы РФ [2].

В целях освоения новых морских нефтегазовых месторождений используются различные виды нефтегазодобывающих установок, классификация которых представлена на рис. 1 [3,4].



Рис. 1. Классификация морских нефтегазопромысловых сооружений

Наряду с успешной эксплуатацией различных видов морских стационарных платформ, мировая история освоения континентального шельфа насчитывает ряд крупномасштабных аварий с катастрофическими последствиями. Отличительными особенностями аварий на объектах морской нефтедобычи является скоротечность развития аварийных ситуаций, связанных с выбросом углеводородов с последующим их горением.

Анализ аварийности, гибели и травмирования (рис. 2) показывает рост числа аварий и травмирования людей на данных объектах. В связи с этим возникает необходимость повышения уровня обеспечения пожарной безопасности на морских стационарных платформах, в том числе при помощи совершенствования средств пожаротушения, применяемых для тушения пожаров в помещениях различного назначения, представленных в таблице 3.1.2 [4].

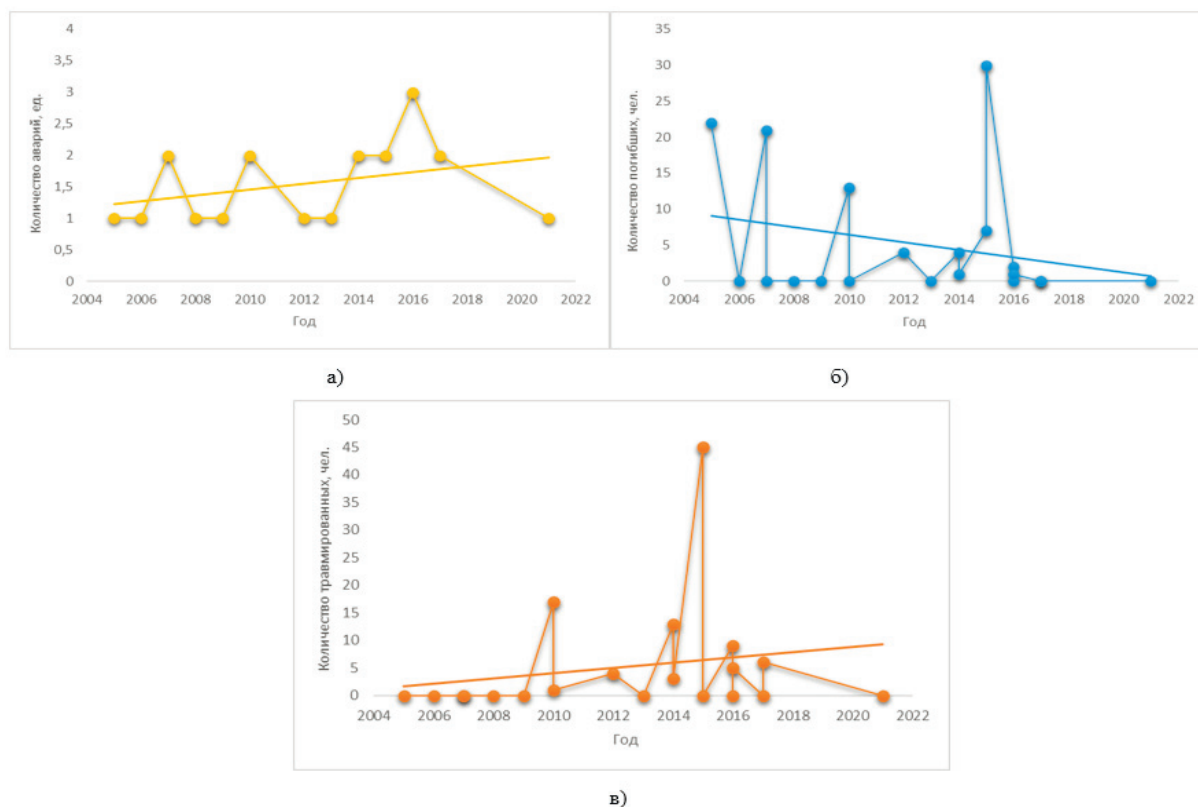


Рис. 2. Анализ аварийности (а), гибели (б) и травмирования (в) на морских стационарных платформах в 2004–2022 годах

В работе [5] Шиловым А.Г. разработана универсальная установка пожаротушения (далее – УУПТ), представляющая собой многофункциональную систему, заключенную в универсальную оболочку и обладающую автономностью, возможностью работы со всеми известными и перспективными огнетушащими веществами, а также возможностью установки на палубах морских судов и стационарных морских платформах. Данная УУПТ может заменить собой предусмотренные таблицей 3.1.2 [4] средства пожаротушения, что позволит значительно сократить финансовые затраты на обеспечение пожарной безопасности морских стационарных платформ. Однако отсутствие у данной УУПТ системы обогрева сосудов с огнетушащими веществами не позволяет применять ее в условиях низких температур, характерных для АЗ РФ.

Таким образом, возникает необходимость в разработке УУПТ арктического исполнения, над реализацией которой авторами проводится работа.

Список источников

1. Национальный атлас России: в 4-х томах / А.Д. Думнов [и др.]. Том 2. М.: ПК «Картография», 2007. 496 с.
2. Указ Президента РФ от 26.10.2020 N 645 (ред. от 27.02.2023) «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года». https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_366065/
3. ГОСТ Р 55311-2012 Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазопромысловые морские. Термины и определения: Национальный Стандарт Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200097431>.
4. Российский Морской Регистр Судоходства. Правила классификации и постройки морских стационарных платформ. Часть VI. НД №2-020201-027, 2023 г.
5. Шилов А.Г. Методика тушения пожаров мобильной установкой пожаротушения с вытеснением огнетушащего вещества газопоршневым способом: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шилов Александр Геннадьевич, 2024. 202 с.

УДК 661.16.03

МЕТОДЫ РАСЧЁТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ ПЫЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ ФОСФОР

Коробейникова Елена Германовна¹; Блюденев Даниил Игоревич²

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹korhelen2012@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5886-1450>

²daniilbludenov@gmail.com

Аннотация. Рассмотрены расчётные методы определения характеристик пожарной опасности органических пылей пестицидов, содержащих фосфор: нижнего концентрационного предела и стехиометрической концентрации. Для этих веществ представлена усовершенствованная формула расчёта стехиометрической концентрации.

Ключевые слова: фосфорсодержащие органические пыли, пестициды, стехиометрическая концентрация

METHODS FOR CALCULATING FIRE HAZARD INDICATORS OF ORGANIC DUSTS CONTAINING PHOSPHORUS

Korobeynikova Elena G.¹; Blyudenov Daniil I.²

^{1,2}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹korhelen2012@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5886-1450>

²daniilbludenov@gmail.com

Abstract. The calculation methods for determining the fire hazard characteristics of organic pesticide dusts containing phosphorus are considered: the lower concentration limit and stoichiometric concentration. An improved formula for calculating the stoichiometric concentration is presented for these substances.

Keywords: phosphorus-containing organic dusts, pesticides, stoichiometric concentration

В настоящее время пестициды на основе фосфорорганических соединений (ФОС) получают все большее распространение. Более 150 фосфорсодержащих ядохимикатов применяются как инсектициды (хлорофос, метафос), гербициды (глифосат), фунгициды (пиразофос), дефолианты (глифосат, дикват), акарициды (октаметил) [1].

Особенностями ФОС является системное действие, сравнительно быстрое разложение в окружающей среде с образованием нетоксичных соединений, что отличает их от чрезвычайно ядовитых и стойких хлорорганических соединений [2].

По химическому составу можно выделить две основные группы фосфорсодержащих пестицидов: соединения, в которых атом фосфора непосредственно связан с атомом углерода (например, в глифосате) и вещества, в которых атом фосфора связан с атомом углерода через атомы серы или кислорода (метафос, диметоат, фталофос и др.).

По агрегатному состоянию ФОС – это либо маслянистые жидкости, либо кристаллические вещества, которые могут образовывать пылевую фракцию.

В работах [3, 4] были рассмотрены методики расчёта нижнего концентрационного предела распространения пламени и стехиометрической концентрации для органических пылей, содержащих атомы галогенов и серы.

Приставляло интерес провести подобные расчёты для фосфорсодержащих органических веществ, на примере пылей ФОС – средств защиты растений. В таблице 1 приведены некоторые физико-химические характеристики рассматриваемых веществ. Теплота сгорания была определена по усовершенствованной формуле Д.И. Менделеева [5].

Таблица 1

Физико-химические характеристики органических пылей, содержащих фосфор

Вещество	Химическая формула	Молярная масса М, г/моль	Массовая доля фосфора w(P), %	Массовая доля серы w(S), %	Теплота сгорания, Q _H , кДж/кг
Глифосат	C ₃ H ₈ NO ₅ P	169	18,3		9870
Диметоат	C ₅ H ₁₂ NO ₃ PS ₂	229	13,5	27,9	17192
Метафос	C ₈ H ₁₀ NO ₅ PS	263	11,8	12,2	16177
Фталофос	C ₁₁ H ₁₂ NO ₄ PS ₂	317	9,8	20,2	19562
Пиразофос	C ₁₄ H ₂₀ N ₃ O ₅ PS	373	8,3	8,6	21531

Массовая доля фосфора во всех соединениях превышает 6%, что необходимо учитывать при расчёте, как и в случае высокого содержания хлора и серы.

Стехиометрическая концентрация для рассматриваемых пылей была рассчитана по нескольким формулам.

Используя величину теплоты сгорания пыли в МДж/кг стехиометрическая концентрация может быть вычислена в соответствии с [6] по формуле (1):

$$\varphi_{\text{СТЕХ}(1)} = \frac{3,8}{Q_H}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad (1)$$

где Q_H – теплота сгорания, МДж/кг.

Основной способ расчёта стехиометрической концентрации пылей, в состав которых входят элементы – органогены C_xH_yO_zN_a, приведён в [7] и представлен формулой (2):

$$\varphi_{\text{СТЕХ}(2)} = \frac{0,0087(12x+y+16z+14a)}{\left(x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2}\right)}, \text{кг/м}^3 \quad (2)$$

Для веществ, содержащих гетероатомы с массовой долей более 6 %, этот метод дает значительную погрешность.

При содержании серы и фосфора более 6 % формула для расчёта может быть преобразована таким образом, чтобы учесть наличие этих элементов в соединении. Для веществ состава C_xH_yO_zN_aS_bP_d стехиометрическая концентрация вычисляется по формуле (3):

$$\varphi_{\text{СТЕХ}(3)} = \frac{0,0087(12x+y+16z+14a+32b+31d)}{\left(x + \frac{y}{4} - \frac{z-2b-2,5d}{2}\right)}, \text{кг/м}^3 \quad (3)$$

В формулах (2) и (3) значения 12, 16, 14, 32, 31 – молярные массы атомов углерода, кислорода, азота, серы, фосфора соответственно.

Учёт всех элементов, входящих в состав молекулы осуществляется и при расчёте по уравнению реакции горения (формула 4).

В этом случае

$$\varphi_{\text{СТЕХ}(4)} = \frac{M}{\beta \cdot 4,76 \cdot V_M}, \text{кг/м}^3 \quad (4)$$

где М – молярная масса вещества, кг/кмоль;

β – стехиометрический коэффициент перед кислородом в реакции горения;

V_M – молярный объем газов при заданных условиях.

Расчёты по формуле (3) и (4) проводятся при нормальном давлении и температуре 20 °C, в этом случае $V_M = 24,0 \text{ м}^3/\text{кмоль}$.

Ещё один способ вычисления стехиометрической концентрации предполагает знание значения нижнего концентрационного предела распространения пламени.

Для пылей твёрдого топлива НКПР рассчитывают, используя значение теплоты сгорания Q_H в кДж/кг (формула 5)

$$\varphi_{H(1)} = \frac{8 \cdot 10^5}{Q_H}, \frac{\text{г}}{\text{м}^3} \quad (5)$$

В работе [8] для расчёта стехиометрической концентрации аэрозвесей предлагается приближенная формула (6)

$$\varphi_{\text{СТЕХ}(5)} = 3 \cdot \varphi_{H(1)} \quad (6)$$

Результаты расчёта стехиометрической концентрации различными методами для фосфорсодержащих пестицидов приведены в табл. 2.

Табл. 2

Результаты расчёта стехиометрической концентрации различными методами для органических пылей, содержащих фосфор

Вещество	Стехиометрическая концентрация, кг/м ³				
	$\varphi_{\text{СТЕХ}(1)}$	$\varphi_{\text{СТЕХ}(2)}$	$\varphi_{\text{СТЕХ}(3)}$	$\varphi_{\text{СТЕХ}(4)}$	$\varphi_{\text{СТЕХ}(5)}$
Глифосат $\text{C}_3\text{H}_8\text{NO}_5\text{P}$	0,385	0,480	0,392	0,394	0,162
Диметоат $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{NO}_3\text{PS}_2$	0,221	0,171	0,204	0,206	0,140
Метафос $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{NO}_5\text{PS}$	0,235	0,218	0,223	0,225	0,149
Фталофос $\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{NO}_4\text{PS}_2$	0,194	0,161	0,181	0,182	0,123
Пиразофос $\text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{N}_3\text{O}_5\text{PS}$	0,177	0,163	0,173	0,174	0,111

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы. Как и в случае веществ, содержащих галогены и серу в концентрации больше 6%, при расчёте стехиометрической концентрации необходимо обязательно учитывать наличие фосфора в органической пыли при его значительной концентрации. Это условие выполняется при вычислении по формулам (3) и (4). Удовлетворительно согласуются с этими результатами и расчёты по формуле (1) с использованием теплоты сгорания соединения.

Результаты вычисления стехиометрической концентрации через значение нижнего концентрационного предела распространения пламени существенно занижены и требуют дальнейшего анализа.

Список источников

1. Мельников Н.Н. Химия и технология пестицидов. М, 1974. - 325 с.
2. Холмирзаева О.Ш. и др. Фосфорсодержащие Пестициды. Общая Характеристика, Свойства, Токсикологическое Значение, Изолирование, Анализ. Vol. 2 No. 2 (2025): World of Medicine : Journal of Biomedical Sciences.

3. Коробейникова Е.Г., Блюденев Д.И. Расчет нижнего концентрационного предела распространения пламени для органических пылей, содержащих гетероатомы // Актуальные проблемы пожарной безопасности: Материалы XXXVI Международной научно-практической конференции, посвящённой 375-й годовщине образования пожарной охраны России. Москва, 2024. С. 458–463.

4. Коробейникова Е.Г., Блюденев Д.И. Сравнительная оценка методов расчёта стехиометрической концентрации органических пылей, содержащих серу. В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. материалов VII Международной научно-практической конференции, Иваново, 17 октября 2024 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2024. С. 169–173.

5. Земский Г.Т. Огнеопасные свойства неорганических и органических материалов. Справочник. М., 2016. 972 с.

6. Пейсахов И.А. Атлас диаграмм и номограмм по газопылевой технике. Изд. «Металлургия», 1965.

7. Ю.Н. Шебеко и др. Расчет основных показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов. Руководство. – М.: ВНИИПО, 2002. – 77 с.

8. Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность промышленной пыли. М., Химия, 1986.

УДК 614.849

ПОЖАРНАЯ ОХРАНА В КИТАЕ

Михайлова Галина Анатольевна¹; Афанасьев Ярослав Евгеньевич²

^{1,2}Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, п. Аякс, остров Русский, Владивосток, Россия

^{1,2}judges64@mail.ru

Аннотация. Особенности развития пожарной охраны в Китае легли в основу данной статьи. Внимание уделено истории изучения вопроса, совершенствованию организационной структуры пожарной службы, ее реорганизации на современном этапе.

Ключевые слова: пожарная охрана, Китай, пожарная безопасность

FIRE PROTECTION IN CHINA

Mikhailova Galina A.¹, Afanasyev Yaroslav E.²

^{1,2}Far Eastern Fire and Rescue Academy – branch of Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Ayaks, Russkiy island, Vladivostok, Russia

^{1,2}judges64@mail.ru

Abstract. The peculiarities of the development of fire protection in China formed the basis of this article. Attention is paid to the history of studying the issue, improving the organizational structure of the fire service, and its reorganization at the present stage.

Keywords: fire protection, China, fire safety

Организация деятельности пожарной охраны в любой стране является неотъемлемой составляющей общественной безопасности и благополучия. Пожары, оказывающие вред жизням людей и имуществу, требуют эффективной системы противодействия. В современном мире, где угроза пожаров неуклонно растет, необходимо глубокое понимание организации пожарной безопасности. В этом контексте интересен опыт Китая, имеющего богатую историю развития и формирования системы пожарной безопасности.

Изучение системы пожарной охраны в Китае, ее структуры и эффективности мер по предотвращению пожаров поможет познакомиться с опытом Китая, выделить успешные методы и практики, которые могут быть применены и в других странах для улучшения собственных систем обеспечения пожарной безопасности.

В древности китайцы считали, что пожар постигал жилища и земли как наказание небесных сил, не подконтрольных человеку. Известно, что первые пожарные бригады в древнем Китае возникли еще в IV веке до н.э., где основными пожаротушащими веществами были вода и песок, как и на первых этапах организации противопожарной службы в любой стране. У пожарных существовала специальная отличительная форма, а при вызове на пожар они должны были двигаться перед оркестром, который благодаря своему звучанию оповещал о срочности задания. Это был прототип современной сирены.

С развитием общества и увеличением количества населенных пунктов в Китае стали возникать более сложные задачи в обеспечении пожарной безопасности, совершенствовании организационной структуры пожарной службы. В целях предупреждения возгораний при наступлении темного времени суток жителям запрещалось разжигать костры. За нарушение этого запрета виновные наказывались сотней ударов кнута, а если неосторожные действия приводили к пожару, то виновному отсекали голову.

В период правления династии Хань (III в. до н.э.) в Китае появлялись соответствующие учреждения, управлявшие пожарной охраной города и императорского дворца. Непосредственное руководство этими учреждениями возлагалось на чиновников, заведующих общественным порядком. А поиск признаков пожара, таких как дым в дневное

время суток и пламя в ночное, в городе осуществлялся со смотровых вышек. Важнейшим достижением древних китайцев в пожарной безопасности в домах считается перенос очага для приготовления пищи и запасов топлива в специально отведенные для этого места. По существовавшему тогда поверью с целью предохранения от возгорания на коньках крыш укрепляли клювы совы.

Важным этапом в развитии пожарной службы Китая стал период образования Китайской Народной Республики, когда была проведена кардинальная реорганизация пожарной охраны. Создание профессиональных пожарных подразделений, оборудование их новейшими техническими средствами и разработка строгих стандартов позволили значительно повысить уровень пожарной безопасности во всех регионах страны. Образованное Министерство гражданской обороны стало отвечать за координацию и управление активностями по предотвращению и тушению пожаров. Это позволило централизовать управление пожарной охраной, улучшить оперативность реагирования на чрезвычайные ситуации и обеспечить эффективное взаимодействие различных органов и структур в области пожарной безопасности.

Сложившаяся система пожарных станций, распределенных по всей территории Китая, осуществляла и осуществляет постоянный мониторинг объектов и территорий на предмет пожароопасности. Пожарные бригады обеспечены специализированным оборудованием и техникой для быстрого реагирования на возгорания и минимизации их последствий.

Благодаря постоянным усилиям в совершенствовании пожарной службы, Китай стал обладателем одной из самых развитых систем обеспечения пожарной безопасности в мире. Внедрение современных технологий, обучение профессиональных кадров и усиление контроля за соблюдением противопожарных мер позволили добиться значительного снижения числа пожаров и их негативных последствий.

Такая эффективность системы пожарной охраны напрямую зависит от деятельности государственных органов, общественных организаций и граждан в целом.

В 1992 году в целях большей информированности и укрепления понимания крайней важности соблюдения правил противопожарной безопасности гражданским населением Министерство общественной безопасности КНР обнародовало распоряжение, в котором 9 ноября было определено датой празднования Дня пожарной охраны в Китае.

Таким образом, краткое обращение к истории и современному состоянию системы пожарной безопасности позволяет выделить ключевые факторы, определяющие ее успехи и вызовы. Понимание этих аспектов является фундаментом для разработки стратегий улучшения системы пожарной охраны не только в Китае, но и в других странах по всему миру.

Список источников

1. Васильев В.В. Организация и тактика тушения пожаров за рубежом. М.: Стройиздат, 1987. 87 с.
2. Виноградов П.В., Михайлова Г.А. Подготовка специалистов пожарного дела в контексте патриотического воспитания // Сборник научных статей и докладов XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием – Издательство: ДВФУ, Владивосток, 2021. С. 176–179.

УДК 614.84

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПО ОЦЕНКЕ ХРАНЕНИЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ
ИНТУМЕСЦЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ
НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ
В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ**

Головина Екатерина Валерьевна

Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, Россия

ekaterinagolovina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2999-0752>

Аннотация. В статье рассмотрены особенности экспериментального определения прогнозируемого срока эксплуатации огнезащитных покрытий металлических конструкций для терморасширяющихся покрытий, применяемых на промышленных объектах, расположенных в Арктическом регионе. Для осуществления исследования было проведено циклическое искусственное старение образцов огнезащитного покрытия и оценена стойкость к воздействию климатических факторов и сохранность огнезащитных свойств в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: огнезащитные покрытия, огнезащитная эффективность, воздействие климатических факторов, сохранение огнезащитных свойств, Арктический регион, объект нефтегазовой отрасли

**THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF DETERMINATION
THE PRESERVATION OF FLAME-RETARDANT PROPERTIES
OF INTUMESCENT MATERIALS USED AT OIL
AND GAS FACILITIES IN THE ARCTIC REGION**

Golovina Ekaterina V.

Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russia

ekaterinagolovina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2999-0752>

Abstract. The article discusses the features of the experimental determination of the predicted service life of flame-retardant coatings of metal structures for thermally expanding coatings used at industrial facilities located in the Arctic region. To carry out the study, cyclic artificial aging of fire-retardant coating samples was carried out and the resistance to climatic factors and the preservation of fire-retardant properties during operation were evaluated.

Keywords: flame-retardant coatings, flame-retardant effectiveness, impact of climatic factors, preservation of flame-retardant properties, Arctic region, oil and gas industry facility

В последнее время наблюдается значительный рост промышленной активности в Арктическом регионе, что связано с перспективностью и значимостью нефтегазовых ресурсов районов Арктики [1–2]. В то же время, развитие предприятий нефтегазовой отрасли требует повышенного внимания к обеспечению пожарной безопасности данных объектов.

Одним из важнейших параметров при обеспечении пожарной безопасности является гарантийный или прогнозируемый срок эксплуатации огнезащитного покрытия в зависимости от условий службы. В результате длительной эксплуатации огнезащитных покрытий неизбежно происходит потеря их защитных свойств, которое связано с воздействием внешних факторов, которые могут проявляться в виде внешних признаков (растрескивание, отслаивание, потеря глянца, изменение цвета и т.д.) Сложнее обстановка стоит с исследованием внутренних изменений, а именно произвести оценку сохранения покрытием огнезащитных свойств.

В соответствии с ГОСТ 71618-2024 [3] были проведены испытания по оценке сохранения огнезащитных свойств при климатическом старении в условиях открытой промышленной атмосферы (ХЛ1, УХЛ1 по ГОСТ 15150-69 [4]) на примере огнезащитного вспучивающегося покрытия на основе эпоксидного связующего и огнезащитного интумесцентного атмосферостойкого покрытия на органической основе, нанесенные в соответствии с технической документацией.

Для проведения испытаний для каждого огнезащитного состава (далее – ОЗС) использовали четыре образца. Один из них – контрольный, который не подвергался воздействию ускоренных климатических факторов.

В соответствии с программой испытаний проводилось циклическое искусственное старение образцов по методу 6 ГОСТ 9.401-2018 [5], после чего осуществлялась оценка стойкости огнезащитных покрытий к воздействию климатических факторов и сохранности огнезащитных свойств в процессе эксплуатации методом оценки огнезащитной эффективности по ГОСТ Р 53295-2009 [6]. Искусственное старение проводили на 45, 134 и 224 цикла, что сопоставимо с 5, 15 и 25 годами соответственно.

Допустимый уровень ухудшения защитных свойств должен быть не более 3 баллов (А33) по ГОСТ 9.407-2015 [7]. При этом площадь разрушения покрытия не должна превышать 15 % поверхности изделия, площадь коррозионного разрушения – не более 1 %.

Обобщенные результаты ускоренных климатических испытаний приведены в табл. 1

Таблица 1

Результаты ускоренных климатических испытаний

Нормативный документ на метод	Вид ОЗС	Кол-во циклов	Состояние покрытия	Результат, лет
ГОСТ 9.401-2018 [8]	ОЗС на органической основе	45	без изменений	5
		134	без изменений	15
		224	слабое посветление	25
	ОЗС на эпоксидной основе	45	без изменений	5
		134	без изменений	15
		224	слабое посветление	25

По результатам оценки декоративных и внешних показателей прогнозируемый срок службы анализируемых огнезащитных материалов составляет не менее 25 лет.

Зависимости изменения температуры в печи и на образцах при испытаниях по ГОСТ Р 53295-2009 [6] представлены на рис. 1–2.

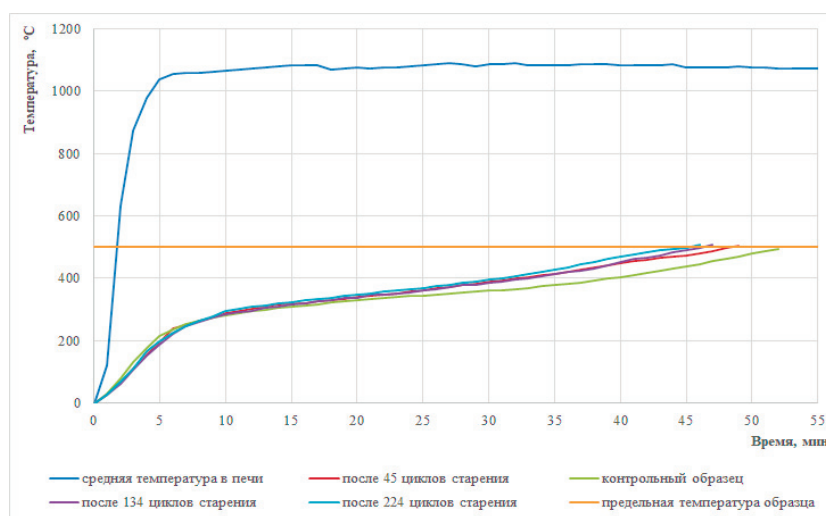


Рис. 1. Результаты испытаний на ускоренное старение ОЗС на основе эпоксидных смол

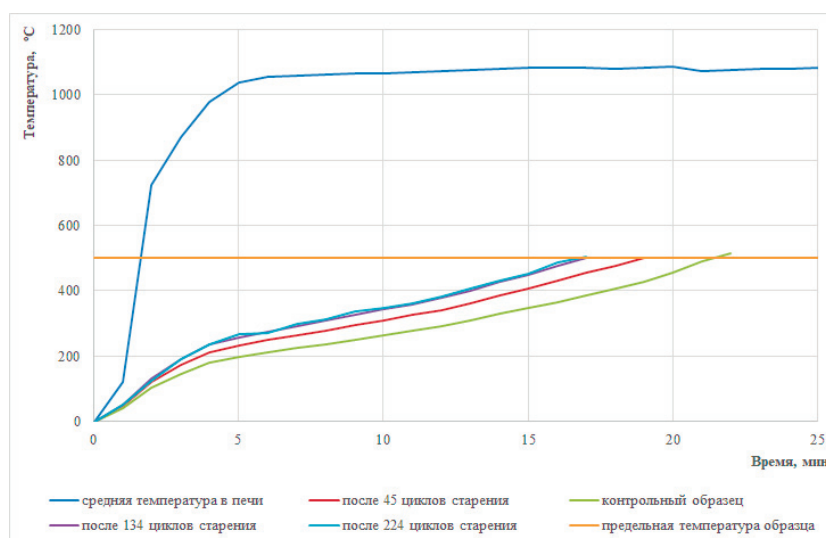


Рис. 2. Результаты испытаний на ускоренное старение ОЗС на основе органического связующего

Оценка огнезащитной эффективности покрытий проводится по п. 6 ГОСТ Р 53295-2009 [6]. Сущность метода заключается в одностороннем тепловом воздействии на образец и определении времени от начала теплового воздействия на образец до наступления предельного состояния этого образца.

Сравнительный анализ результатов, полученных путем исследования огнезащитной эффективности при ускоренном старении в условиях углеводородного температурного режима, приведен в таблице 2.

За положительный результат испытаний принимается время достижения предельного состояния металлом опытного образца после ускоренных климатических испытаний, отличающееся от результатов испытаний образца исходного без старения менее чем на 20 % в сторону уменьшения.

Таблица 2

Результаты испытаний ОЗС на огнезащитную эффективность при искусственном старении

	Время достижения критической температуры (500 °C) металлической конструкцией, мин			
	Контрольный образец ОЗС	ОЗС после 45 циклов старения	ОЗС после 134 циклов старения	ОЗС после 224 циклов старения
ОЗС на основе эпоксидного связующего	52	49	47	46
ОЗС на основе органического связующего	22	19	17	17

По результатам испытаний установлено, что время достижения критической температуры 500 °C на образцах на основе эпоксидного связующего составило: контрольный без старения – 52 мин; после 45 циклов старения – 49 мин; после 134 циклов старения – 47 мин; после 224 циклов старения – 46 мин. Таким образом, наблюдается снижение огнезащитной эффективности анализируемого материала при искусственном старении на 5 лет на 5,8 %, при старении на 15 лет на 9,6 %, при старении на 25 лет на 11,5 %.

При анализе полученных данных установлено, что огнезащитная эффективность с увеличением количества циклов искусственного старения снизилась и составила приблизительно 10 % в сторону уменьшения от контрольного образца при 224 циклах для ОЗС интумесцентного типа на основе эпоксидных смол. То есть можно прогнозировать

сохранение огнезащитной эффективности в течение 25 лет эксплуатации покрытия. В то же время, органический огнезащитный материал показал снижение огнезащитной эффективности при испытаниях на 224 цикла более, чем на 20 %. Следовательно, прогнозируемый срок эксплуатации не превышает 10 лет.

Таким образом, анализируемый ОЗС на основе эпоксидного связующего может применяться на промышленных объектах, расположенных в Арктическом регионе.

Список источников

1. Спиридонов А.А., Фадеев А.М. Современные технологии при реализации нефтегазовых проектов в Арктике // Арктика 2035: актуальные вопросы, проблемы, решения. № 2 (10) 2022. С. 25–31. DOI: 10.51823/74670_2022_2_25.
2. Комарова М.А., Мельников Н.О., Шалабин М.В., Скоробогатов В.А., Головина Е.В. Огнезащитная эффективность покрытий металлических строительных конструкций при ускоренном климатическом старении // Техносферная безопасность. Екатеринбург, 2024. № 4 (45). С. 3-22.
3. ГОСТ Р 71618-2024. Конструкции стальные строительные с огнезащитными покрытиями. Методы испытаний антикоррозионных свойств и стойкости к воздействию климатических факторов в процессе эксплуатации. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». (дата обращения: 14.12.2024).
4. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». (дата обращения: 11.02.2025).
5. ГОСТ 9.401-2018. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». (дата обращения: 11.02.2025).
6. ГОСТ Р 53295-2009 Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». (дата обращения: 10.12.2024).
7. ГОСТ 9.407-2015. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». (дата обращения: 11.02.2025).
8. ГОСТ 9.401-2018 Методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». (дата обращения: 14.12.2024).

УДК 614.846

О НОВЫХ ПОДХОДАХ К РАЗРАБОТКЕ И ПРОИЗВОДСТВУ ПОЖАРНОЙ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Гришин Сергей Петрович¹; Преснов Алексей Иванович²

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹grischin.se2018@yandex.ru

²alexeypresnov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2491-630X>

Аннотация. Рассмотрены особенности разработки и производства пожарных автомобилей и требования нормативных документов на современном этапе. Проанализировано производство пожарных автомобилей на рубеже 20 и 21 веков, указаны проблемные вопросы связанные с их разработкой и эксплуатацией. Даны предложения по совершенствованию производства пожарной и аварийно-спасательной техники.

Ключевые слова: пожарная и аварийно-спасательная техника, пожарные автомобили, производство, образец, базовое шасси

ABOUT NEW APPROACHES TO THE DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF FIRE AND RESCUE EQUIPMENT AT THE PRESENT STAGE

Grishin Sergey P.¹; Presnov Alexey Iv.²

^{1,2}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹grischin.se2018@yandex.ru,

²alexeypresnov @ mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2491-630X>

Abstract. The features of the development and production of fire trucks and the requirements of regulatory documents at the present stage are considered. The production of fire trucks at the turn of the 20th and 21st centuries is analyzed, problematic issues related to their development and operation are indicated. Proposals are made to improve the production of fire and rescue equipment.

Keywords: fire and rescue equipment, fire trucks, production, sample, basic chassis

В последние годы развитие высокотехнологичных отраслей экономики, промышленного производства, производства микроэлектроники и различных приборов в нашей стране затронуло и производство пожарной и аварийно-спасательной техники.

В начале 2000-х годов произошло интегрирование западных технологий в отечественное производство, что вылилось в изготовление современных образцов мобильной техники, пожарно-технического вооружения, средств индивидуальной защиты и т.п. Однако в последующем, с усилением санкционного давления в отношении государства произошел отток технологий, в связи, с чем возникла необходимость их замены на отечественные разработки.

Производственные предприятия подошли к этой проблеме по-разному, одни, не выдержав конкуренции, ушли с рынка, другие наоборот быстро переориентировались и продолжают выпускать свою продукцию. Одним из примеров может служить уход с российского рынка ОАО «Пожтехника» (г. Торжок, Тверская область), имевшего более полувековой опыт производства пожарно-спасательных автомобилей и являвшегося лидером в производстве отечественной основной и высотной пожарной техники. Модельный ряд данного производства включал АЦ, АПС, АП, АЛ, АПК, АЦЛ, ППП и др. На сегодняшний

день продукция, выпущенная ОАО «Пожтехника» продолжает занимать доминирующее положение в пожарно-спасательных гарнизонах страны.

Несмотря на все сложности, можно сказать, что отечественные производители продолжают удовлетворять потребность пожарной охраны в пожарной и аварийно-спасательной технике.

Сегодня в России пожарные автомобили (ПА), как мобильные средства пожаротушения, должны соответствовать требованиям межгосударственных стандартов – Технический регламент Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» (ТР ЕАЭС 043/2017) [1]. В связи с переходом нашей страны на новую экономическую политику уделяется приоритетное внимание укреплению и развитию Содружеству Независимых Государств (СНГ), Евразийскому экономическому союзу (ЕАЭС) и другим межгосударственным объединениям. Так, с 1 марта 2019 года в России, в качестве национального стандарта на основные ПА введён межгосударственный стандарт ГОСТ 34350-2017 [2], с 1 июля 2024 года введены ГОСТ 34727-2021 [3] и ГОСТ 34729-2021 [4] на автоподъемники пожарные и автолестницы пожарные соответственно.

Мобильные средства пожаротушения, среди которых преобладают пожарные и аварийно-спасательные автомобили составляют основу пожарной и аварийно-спасательной техники МЧС России. Однако несмотря на все разнообразие продукции на отечественном рынке, возникают и многочисленные вопросы. В Концепции развития пожарно-спасательной техники на период до 2030 года подчеркивается важность создания специального шасси для ПА [5]: «Выбор базового шасси является одним из наиболее ответственных этапов создания пожарных автомобилей, поскольку именно шасси во многом определяет качественный уровень любого оперативного транспортного средства», а также указывается на необходимость создания «специальных шасси для ПА с использованием агрегатов, узлов и механизмов ряда базовых шасси (или специально созданных)». О необходимости создания специальных шасси для ПА говорилось с начала 2000-х годов, однако вопрос их создания до сих пор не решен в полном объеме [6,7]. Особенностью базовых шасси ПА должно является то, что они должны быть приспособлены для условий эксплуатации пожарного автомобиля, цель которых – максимальная реализация их потенциальных свойств при движении в оперативном режиме и обеспечении боевых действий на пожаре и при проведении аварийно-спасательных работ, где автомобиль форсировано эксплуатируется, как на транспортных режимах, так и в стационарном нагрузочном режиме [8]. Когда параметры автомобильных шасси не обеспечивают выполнение компоновочных, скоростных и иных требований предъявляемых к определённым категориям ПА, в экономически обоснованных случаях, в качестве базовых используют (создают) специальные шасси, адаптируемые под конкретные функциональные требования и условия эксплуатации. При этом следует отметить, что главным параметром базовых шасси, используемых для создания ПА является величина их грузоподъёмности [9].

Если ранее компоновка надстройки пожарного автомобиля, их насосные установки и другое специальное оборудование разрабатывались научными коллективами, опробовались в реальных условиях эксплуатации и уже после этого начиналось их производство в промышленном масштабе, то сейчас же ситуация несколько иная. Предприятия выпускают несколько десятков моделей автоцистерн расширенного модельного ряда на шасси различных типов и классов, существенно отличающихся компоновкой, конструкционным исполнением, уровнем унификации компонентов и основных базовых элементов [5]. В итоге пожарные автомобили одного класса, одного назначения, смонтированные на одном шасси при более пристальном взгляде абсолютно не похожи друг на друга. Все эти изменения («улучшения») конструкции очень сильно сказываются в отрицательную сторону при эксплуатации транспортных средств в пожарно-спасательных гарнизонах. Если ранее имелась возможность заменить тот или иной узел или агрегат в кратчайший срок, так как они были унифицированными почти для всех образцов и имелись на складах в центрах и

частях по ремонту техники, то в настоящее время такой возможности нет по причине значительного отличия поставляемых единиц техники. В связи с этим происходит долгий процесс поиска и закупки запасных частей. Отсюда вытекает более длительное нахождение автомобилей в ремонте и отсутствие возможности применять их по прямому назначению.

Еще один немало важный вопрос – это «старение парка» пожарных автомобилей. Согласно требованиям нормативных документов, одним из основных показателей надежности является срок службы ПА до списания, который составляет 13-15 лет. Как показывает практика, техническое обслуживание и ремонт ПА со сроком службы 15 лет и более нерентабелен [5]. Однако существует по меньшей мере две причины проблемы восполнения и модернизации парка ПА – это финансирование и качество поставляемой продукции. О последней можно сказать, что некоторые единицы техники самостоятельно не могут добраться до места назначения (заказчика), отдельные единицы выходят из строя в первые месяцы эксплуатации в жестких условиях оперативного использования.

Такая ситуация создает большие проблемы для технической (ремонтно-восстановительной) базы пожарной охраны, которая с трудом справляется с задачей поддержания оперативной готовности разномодельного парка пожарных автомобилей [5].

Другой не менее важный вопрос – это современные габариты техники и размещение на ней пожарно-технического вооружения. Несмотря на строительство новых пожарных депо, реконструкцию старых, в нашей стране еще долго будут преобладать депо постройки 70х-80х годов 20 века. В те годы основным базовым шасси для автомобилей пожарной охраны являлся ЗИЛ-130 (131) с не большими по нынешним меркам габаритными размерами: длина – 7680 (7640) мм, ширина – 2500 (2500) мм, высота – 2780 (2950) мм. В соответствии с этим и проектировались здания пожарных депо. Да с увеличением габаритов шасси, емкости для огнетушащих веществ неизбежно происходит и увеличение размеров конечного образца пожарного автомобиля. Здесь возникает другая, не маловажная проблема, современная, габаритная техника не входит по высоте, а иногда и по ширине в ворота гаража депо. В связи с этим возникает необходимость проведения строительных работ капитального характера, но если размер въездных ворот можно изменить в сторону увеличения, то расстояние от колонн до автомобиля изменить не возможно, что в свою очередь нарушает установленные требования охраны труда по боковым расстояниям от строительных конструкций гаража до стоянки автомобилей. Решением данной проблемы необходимо заниматься основательно и последовательно. В первую очередь проработать с производителями шасси вопрос о возможности применения автошин с более низким профилем, что не на много, но уменьшит общую высоту. Рассмотреть вопрос по более компактному размещению пожарно-технического вооружения (ПТВ) на кровле автомобиля, например всасывающих и напорно-всасывающих рукавов не два внизу, два над ними, а четыре в горизонтальном расположении, ручных пожарных лестниц соответственно. Исключению расположения на крыше всевозможных контейнеров для размещения ПТВ, которые не обеспечивают возможность быстрого доступа для его использования при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ, но вместе с тем увеличивают габариты транспортного средства.

Необходимо также отметить определенные неудобства по размещению личного состава в кабине боевого расчета. Иногда высота кабины не позволяет пожарному, находящемуся в полной боевой экипировке свободно разместиться в кабине, так как от сиденья до потолка кабины недостаточное расстояние для свободной посадки, вследствие чего каска пожарного упирается в потолок и вынуждает его наклонять тело вперед. В таких условиях, возможно, передвигаться на короткое расстояние, но при его увеличении делает долгое перемещение не возможным.

Рассмотренные в статье проблемы развития новых образцов пожарной и аварийно-спасательной техники приводят к выводу, что проектирование основных конструкций данного вида техники необходимо выводить на уровень, контролируемый со стороны государства. Для разработки новых моделей целесообразно привлечение опытных

специалистов профильных научно-исследовательских институтов, учебных заведений и представителей территориальных органов системы МЧС России. В ближайшее время необходимо проведение комплекса НИОКР по созданию и модернизации имеющихся образцов. Одним из способов модернизации парка ПА может явиться уменьшение количества выпускаемых моделей до оптимального минимума и актуализация Типажа, что позволит за счет однотипных, многофункциональных пожарно-спасательных автомобилей с унифицированными узлами увеличить динамику восполнения парка и его качества, а также снижению за счет единого подхода затрат на содержание, эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт [5]. Кроме того целесообразно вспомнить опыт 80-х годов 20 века по присвоению образцам своеобразных знаков («Знак качества»), поднять на должный уровень систему военных представительств в структуре МЧС России, создать на предприятиях-изготовителях пожарно-технической продукции конструкторских бюро и т.п. Данная последовательная работа позволит привести отрасль производства пожарной и аварийно-спасательной техники на новый уровень развития, что в свою очередь положительно скажется на обеспечении безопасности страны в целом и конкретно каждого ее гражданина.

Список источников

1. Технический регламент Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» (ТР ЕАЭС 043/2017) // решение совета ЕАЭК от 23.06.2017 №40.
2. ГОСТ 34350-2017 Межгосударственный стандарт. Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний//Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.
3. ГОСТ 34727-2021 Межгосударственный стандарт. Техника пожарная. Автоподъемники пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний//Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.
4. ГОСТ 34729-2021 Межгосударственный стандарт. Техника пожарная. Автолестницы пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний//Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.
5. Логинов В.И., Навценя Н.В., Яковенко К.Ю. Концепция развития пожарно-спасательной техники до 2030 года // Пожарная безопасность. 2019 № 1 С. 85–91.
6. Ю.Ф. Яковенко, К.Ю. Яковенко. Шасси современных пожарных автомобилей // Пожаровзрывобезопасность, 2004 № 1. с 50 – 58.
7. Соловьёв В.П. Перспективные базовые шасси для пожарных автомобилей // Пожарно-спасательные средства на современном этапе развития ГПС МЧС России: Материалы науч.- практ. конф. – М.: ВНИИПО, 2002. с. 6 – 9.
8. Пожарные автомобили: Учебник водителя пожарного автомобиля. Преснов А.И., Каменцев А.Я., Иванов А.Г., Парышев Ю.В., Бородин М.П., Фомин А.В., Бруевич Д.Е., Талаш С.А., СПбУ ГПС МЧС России. – СПб: 2007.
9. Недоцук В.Е. Особенности разработок типажей Российских пожарных автомобилей // Мировая наука, 2019 №12(33). с. 282-284.

УДК 614.845.1

ПРИМЕНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ДВИЖЕНИЯ ЛЮДЕЙ С ОГНЕТУШИТЕЛЯМИ

Кожевин Дмитрий Федорович¹; Естехин Виталий Геннадьевич²

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹yagmort_kdf@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6418-107X>

²estekhin@inbox.ru

Аннотация. В ранее опубликованных работах авторами была проведена серия натурных экспериментов, целью которых было определение скорости движения участника эксперимента с огнетушителями разного типоразмера. Было установлено, что скорость и время движения участника эксперимента с огнетушителем зависела от массы отягощения. Чем больше масса огнетушителя, тем сильнее смещался центр тяжести участник эксперимента при его доставке, следовательно, угол отклонения от вектора направления движения увеличивался. Основываясь на вышеизложенном, была определена расчетная скорость движения участника эксперимента с огнетушителем. Полученные расчетные значения были применены при моделировании движения людских потоков в программном продукте Pathfinder.

Ключевые слова: скорость доставки огнетушителей, моделирование движение людских потоков с отягощением, смещение центра масс при движении человека с огнетушителем

THE USE OF CALCULATED VALUES IN MODELING THE MOVEMENT OF PEOPLE WITH FIRE EXTINGUISHERS

Kozhevin Dmitrii F.¹; Estekhin Vitalii G.²

^{1,2}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹yagmort_kdf@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6418-107X>

²estekhin@inbox.ru

Abstract. In previously published works the authors conducted a series of field experiments to determine the speed of movement of a participant with fire extinguishers of different sizes. It was found that the speed and time of movement of a participant with the fire extinguisher depended on the weight of load. The greater was the mass of the fire extinguisher, the more the center of gravity of a participant shifted during its delivery, and therefore the angle of deviation from the direction vector increased. Based on the above, the estimated speed of movement of the experiment participant with the fire extinguisher was determined. The obtained calculated values were used in modeling the movement of human flows in the Pathfinder software product.

Keywords: speed of delivery of fire extinguishers, modeling of movement of human flows with weights, center of gravity displacement during movement of a person with a fire extinguisher

Введение

В ранее опубликованных материалах [1,2] авторами была проведена серия натурных испытаний по определению скорости доставки огнетушителей на объекте. Анализ экспериментальных данных позволил сделать следующий вывод: скорость и время движения участника эксперимента с огнетушителем зависели от массы отягощения. Чем больше масса огнетушителя, тем сильнее смещался центр тяжести участника эксперимента при его доставке, следовательно, угол отклонения (α) от вектора направления движения увеличивался (табл.1)

На основании экспериментальных данных была определена расчетная скорость движения участника эксперимента с огнетушителем для каждого этапа движения (табл. 2).

$$V_{\text{движ}} = V_{\text{Норм}} * \cos \alpha \quad (1)$$

где $V_{\text{Норм}}$ – экспериментальные данные движения участника эксперимента без отягощения, м/мин;

α – угол отклонения относительно вектора направления движения, град.

Таблица 1

Схема смещения центра масс при доставке огнетушителей

Схема размещения огнетушителя при движении	Описание
 Центр масс (без нагрузки) Тело (проекция – вид сверху)	Движение агента без огнетушителя При движении агента без нагрузки вектор движения и вектор отклонения находятся в одной проекции. Угол отклонения тела от вектора равен нулю, $\alpha = 0^\circ$
 Угол отклонения Центр масс (с огнетушителем) Огнетушитель	Движение агента с огнетушителем в руке При движении агента с огнетушителем центр масс смещается в сторону отягощения (в сторону той руки, где располагается огнетушитель), соответственно вектор отклонения изменяется, α = разности угла векторов, $V_{\text{д}} = V_{\text{н}} * \cos \alpha$ Чем больше масса и габариты носимого огнетушителя, тем больше смещается центр тяжести проекции человека с огнетушителем, следовательно, увеличивается угол отклонения (α), что приводит к увеличению ЧСС, тем самым снижая скорость движения.
 Центр масс (с огнетушителем) Тело (проекция – вид сверху) Огнетушитель	Движение агента с огнетушителем, расположенным за спиной При движении агента с огнетушителем, расположенным в виде ранца за спиной центр масс, находится на одной оси с вектором направления движения, соответственно угол отклонения $\alpha = 0^\circ$.

Апробация модели

В современных программных продуктах [3-5] не представляется возможным моделировать движение человека с огнетушителем. Для апробации расчетных значений скорости движения с огнетушителем был использован программный продукт Pathfinder [6].

Таблица 2

Параметры скорости движения агента для каждого этапа и типоразмера огнетушителя

Номер этапа	Описание этапа	Заданная скорость при смене профиля, м/сек.
1	Движение агента из помещения, где находится очаг пожара, до помещения, где расположен огнетушитель.	1,67
2	Подъем огнетушителя из подставки и движение до двери помещения.	1,44 (ОП-5) 1,54 (ОП-6) 1,43 (ОП-8) 1,41 (ОП-10)
3	Преодоление дверного проема от себя.	0,34 (ОП-5) 0,36 (ОП-6) 0,34 (ОП-8) 0,33 (ОП-10)
4	Движение по горизонтальной поверхности.	1,61 (ОП-5) 1,71 (ОП-6) 1,59 (ОП-8) 1,57 (ОП-10)
5	Преодоление дверного проема на себя.	0,29 (ОП-5) 0,31 (ОП-6) 0,29 (ОП-8) 0,27 (ОП-10)
6	Движение от дверного проема до условного очага пожара.	1,62 (ОП-5) 1,72 (ОП-6) 1,60 (ОП-8) 1,58 (ОП-10)

По условию эксперимента [1-2] в одном из помещений (рис.) произошло возгорание, которое было обнаружено участником эксперимента по внешним признакам. Агенту была задана скорость движения 1,67 м/с [7] (п.1 табл. 2) «движение до точки 1». Далее для имитации движения с огнетушителем производилась смена профиля, при котором задавалась скорость движения для каждого этапа и типоразмера огнетушителя, согласно расчетных значений (табл. 2). Время фиксировалось при достижении агентом «точки 1» (движение до огнетушителя) и вторая фиксация происходила в «точке 6» (доставка огнетушителя к очагу пожара).

Эффективность применения огнетушителя складывается из времени его доставки:

$$T_{\text{общ}} = T_{\text{бн}} + T_{\text{псп}} \quad (2)$$

где: $T_{\text{общ}}$ – общее время доставки огнетушителя, при обнаружении агентом возгорания по внешним признакам, с;

$T_{\text{бн}}$ – время движения агента до огнетушителя (точка 1), с;

$T_{\text{псп}}$ – время движения агента с огнетушителем до очага горения (движение от точки 2 до точки 6), с.

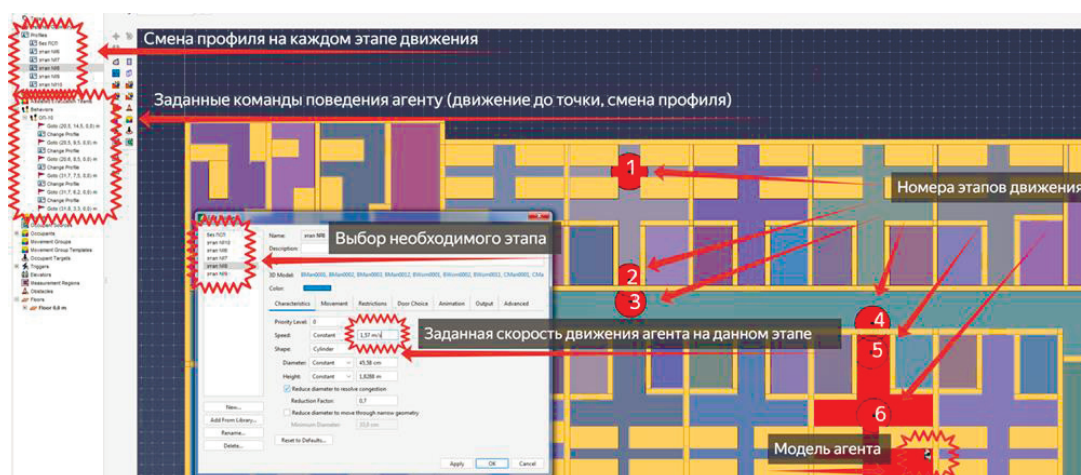


Рис. Поэтапный метод проведения эксперимента

Вывод

Представленная модель и расчетные значения скорости движения агента с огнетушителем могут применяться в действующих апробированных программных продуктах, не нарушая требований методик, утвержденных Приказами МЧС России [7,8]. Также на основании данных, полученных в ходе эксперимента, предлагается дифференцировать в нормативных документах скорость движения через дверные проемы (преодоление двери, открывающейся на/от себя). На основании разработанной модели с учетом фактора смещения центра масс при движении человека с отягощением и соответствующих углов отклонения (α), полученные расчетные значения могут также применяться при моделировании на объектах транспортной инфраструктуры, производственных, медицинских и других учреждений.

Список источников

1. Кожевин Д.Ф., Естехин В.Г. Определение параметров движения людей при доставке огнетушителей к очагу пожара на объектах водного транспорта // Пожарная безопасность. 2025. № 1 (118). С. 39-49. <https://doi.org/10.37657/vniipo.pb.2025.118.1.003>. EDN DZESQM.
2. Естехин В.Г. Влияние способа транспортировки на скорость доставки огнетушителей к месту пожара на судах // Современные проблемы гражданской защиты. 2025. № 1 (54). С. 35-45.
3. Программа СИТИС: Флоутек – программное обеспечение для моделирования процесса эвакуации людей из здания. URL: <https://www.syssoft.ru/Sitis/SITIS-Floytek-PRO/> (дата обращения: 30.03.2025).
4. Программа Pathfinnder – расчет времени эвакуации людей. URL: <https://pyrosim.ru/raschet-vremeni-ehvakuacii-lyudej> дата обращения: 30.03.2025).
5. Программа Fenix + 3 – расчет пожарного риска. URL: <https://mst.su/fenix3/> (дата обращения: 30.03.2025).
6. Программа Pathfinnder – расчет времени эвакуации людей. URL: <https://pyrosim.ru/raschet-vremeni-ehvakuacii-lyudej> дата обращения: 30.03.2025).
7. Приказ МЧС России от 14 ноября 2022 г. № 1140 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности».
8. Приказ МЧС России от 26 июня 2024 г. № 533 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».

УДК 614.84

ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА ПРИБРЕЖНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИ ЗАСУШЛИВЫХ РАЙОНОВ КОНТИНЕНТОВ

Рогожкин Владимир Владимирович¹; Горынин Владимир Игоревич²;
Воронов Николай Вячеславович³

¹Атомэнергопроект, Санкт-Петербург, Россия

²Центральный котлотурбинный институт, Санкт-Петербург, Россия

³Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

¹cooler-vvr2@mail.ru,

²vigorynin@gmail.com,

³7777777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2872-5380>

Аннотация. Представлены предложения по обеспечению пожарной безопасности прибрежных климатически засушливых районов континентов за счёт конденсации пресноводных ресурсов акватории морей, получаемых путем размещения конденсатных станций в прибрежных зонах.

Ключевые слова: питьевая вода, проблемы пустынь, регулирование климата, турбоконденсация атмосферной влаги морей, водоснабжение, конденсатные блоки «COOLERS»

FIRE PREVENTION IN COASTAL ARID REGIONS OF THE CONTINENTS

Rogozhkin Vladimir V.¹; Gorynin Vladimir Ig.²; Voronov Nikolai V.³

¹Atomenergoproekt, Saint-Petersburg, Russia

²Central Boiler and Turbine Institute, Saint-Petersburg, Russia

³Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia

¹cooler-vvr2@mail.ru

²vigorynin@gmail.com

³7777777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2872-5380>

Abstract. Proposals are presented to ensure the safety in coastal climatically and areas of the continents by condensing freshwater resources of the seas, obtained by placing condensate stations in coastal zones.

Keywords: drinking water, problems of the desert, climate regulation, turbocondensation of atmospheric moisture from seas, water supply, condensate blocks «COOLERS»

Глобальную социальную опасность для населения Земли представляют ландшафтные пожары в климатически засушливых районах континентов. Не контролируемое внезапное возгорание природных и техносферных объектов на огромных территориях причиняет колоссальный ущерб интересам общества и государства. Эти проблемы особенно актуальны для стран с аридным климатом, малым количеством осадков и нехваткой пресной воды.

Необходимость «потенциального увлажнения» таких регионов очевидна. Особенно актуально решение такой проблемы в прибрежных засушливых районах – расположенных вблизи морей. Воздух акватории морей содержит влаги до 3,4% от всей возобновляемой массы воздуха. Пресноводная атмосферная влага морей формируется естественным путем как результат взаимодействия морской воды, солнца, ветра и других природных факторов. Химический и изотопный состав атмосферной влаги совпадает с составом дождевой воды (с точностью до морских аэрозолей и атмосферных примесей). Этих тысяч тонн воды хватит для нужд при тушении пожаров, для питьевых и других хозяйственных нужд.

Разработана инновационная технология для регулирования климата и водообеспечения засушливых и пустынных регионов Земли на основе ограничения уровня солнечного излучения на земной поверхности и в тропосфере (патент № RU 2734834 C1 от

30.12.2019 «Cooler for climate regulation», международная заявка РСТ/RU2020/000646 от 30.11.2020). С целью борьбы с обезвоживанием и опустыниванием территорий, и таким образом уменьшением рисков возгораний (в т.ч. ландшафтных), предложены приморские стационарные аэротермические системы «COOLERS» (Кулеры) (рис. 1) для:

1) генерации высотной техногенной облачности (ВТО) перистого типа площадью более 100 тыс. кв. км (рис. 2) из атмосферной влаги морей и высотных (~10 км) ветров общего западного направления;

2) производства конденсата атмосферной влаги морей для водообеспечения населения береговых территорий.



Рис. 1. Станции «COOLERS»

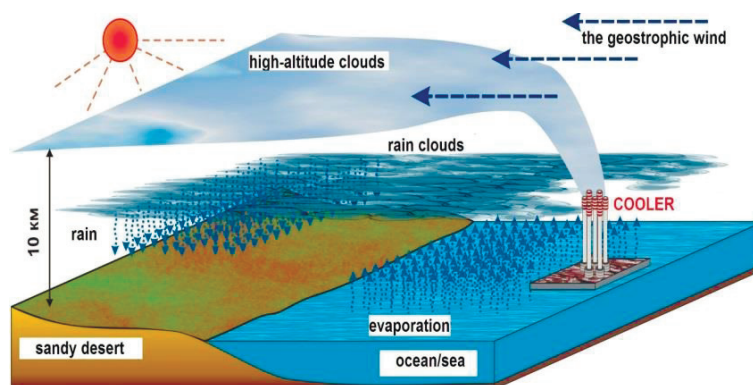


Рис. 2. Система «SAND-COOLERS»

Функциональной основой Кулера являются Инжекторы (аналоги градирни башенного типа) – полые двустенные железобетонные, металлические и комбинированные сооружения цилиндрической формы высотой от 180 до 800 метров и диаметром сопла 40–100 м [1].

Устройство Кулер содержит средство для создания потока восходящего воздуха в атмосферу и включает 2 и более Инжекторов и 3–33 винтовых вентилятора с электроприводом общей производительностью одного Инжектора не менее 50000 куб.м / сек и скоростью вывода влажного воздуха не менее 40 м/сек.

Устройство также снабжено средствами контроля химического состава перемещаемых воздушных масс. Кулер обеспечивает повышение эффективности регулируемой генерации высотной техногенной перистой облачности типа Cirrus за счет перемещения экологически чистой атмосферной влаги на высоту господства геострофических ветров с одновременным охлаждением земной поверхности путем формирования региональной теневой зоны над проблемной засушливой территорией.

Зонтичная перистая облачность (рис. 2), генерируемая Кулером в средне-верхнем ярусе тропосферы на высоте 6–12км, снизит уровень солнечной радиации и остановит перегрев территорий стран Аравийского и Крымского полуостровов и Африки, обеспечивая им управляемую доступность морским дождевым облакам.

Предложена Аэроконденсатная технология совместного регулирования пресноводных ресурсов и климата, с целью увлажнения и озеленения пустынь и аридных земель в Саудовской Аравии, Крыму, Африке и других климатически проблемных регионах. Сформулированы технико-экономические характеристики мегасистемы «COOLERS» с производительностью безотходного промышленного сбора пресноводного конденсата до 30 тысяч тонн/сутки и с генерацией высотной зонтичной облачности перистого типа (Cirrus) толщиной 0,5–2,0 км и массой от 10 тонн до нескольких тысяч тонн для снижения солнечной радиации до 40% над территорией площадью до 100 тысяч кв. км, а также для обеспечения доступа влажных морских масс к побережью пустынь и материку. Пресноводный конденсат образуется благодаря наличию практически безграничной и экологически чистой атмосферной влаги морей и океанов, путем применения турбокомпрессорной системы для охлаждения воздуха при его адиабатическом расширении. Основой для реализации Аэроконденсатной технологии регулирования водных ресурсов и климата служит электрическая энергия ТЭС и АЭС проблемных регионов.

Техническим прототипом Инжекторов Кулера являются градирни АЭС, генерирующие плотную перистую облачность за счёт своего парового энергосброса (рис. 3, 4).



Рис. 3. АЭС «Gundremmingen»



Рис. 4. Техногенные перистые облака

Облачная нагрузка Кулера на климат регионов полностью обратима, регулируема и подконтрольна, в отличие от известных внеземных и дорогостоящих «линзовых» либо «экранных» способов регулирования солнечной радиации или какого-либо химико-токсичного воздействия на облачность и атмосферу защищаемых территорий.

Применение Кулеров для облакообразования и водообеспечения при растущей угрозе перегрева, засухи, опустынивания и пожароопасности, обеспечивает безусловный приоритет природного комфорта, ценности жизни и здоровья населения стран Азии, Африки, Европы и Крыма.

Сооружение каждого наземного Кулера, оперирующего атмосферной влагой морей, будет стоить недешево, но чрезвычайно выгодно экономически для владельцев Кулеров, предоставляющих услуги по регулированию климата и по водообеспечению населения защищаемых стран.

Нами подана заявка на патент во Всемирную организацию интеллектуальной собственности PCT/RU2020/000646 от 30.11.2020 «Конденсатная система рекуперации энергосброса АЭС».

В настоящее время нами получены следующие зарубежные патенты на «Конденсатную систему рекуперации энергосброса АЭС»:

- США (Patent US11984234B2 - 2024.05.14);
- Южная Корея (Patent Korean 10-2545027 - 2023.06.04);
- Европа (Patent EP3733255 - 23.11.2023): Болгария, Великобритания, Венгрия, Словакия, Турция, Финляндия, Чехия, Бельгия, Нидерланды, Люксембург, Германия, Италия, Франция, Швейцария, Швеция;
- Япония (Patent JP7188795B2 - 2022.12.13);
- Канада (Patent Canadian 3.107.479 - 2023-07-04);
- Евразия Patent 202091562-INV - 2023-01-25): Белоруссия, Казахстан, Армения, Узбекистан;
- Бразилия (Patent BR112020013368-0 - 01.12.2020);
- Индонезия (Patent IDP000092036 - 06.02.2024), а также Иордания и Малайзия.

Список источников

1. Рогожкин В.В., Горынин В.И., Воронов Н.В. Комплексное решение климатических и пресноводных проблем регионов Юго-Западной Азии. В сб.: Гидрометеорология и физика атмосферы: современные достижения и тенденции развития. Материалы II Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2024. С. 269–273.

УДК 614.842

УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКОЙ СПЕЦИАЛИСТОВ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Куватов Валерий Ильич¹; Балобанов Андрей Александрович²; Мельников Виталий Борисович³

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

³Военный институт (военно-морской политехнический) ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», Санкт-Петербург, Россия

¹kyb.valery@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3346-8171>

²andrey.balobanov.92@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7149-8489>

³melvb@mail.ru

Аннотация. Современные вызовы в области пожарной безопасности требуют новых подходов к подготовке специалистов. Традиционные методы обучения, основанные на теоретических курсах и стандартных подходах, зачастую, не учитывают индивидуальные особенности усвоения материала и не обеспечивают достаточного уровня практической подготовки. В этой связи применение технологий искусственного интеллекта открывает значительные перспективы для совершенствования системы обучения специалистов пожарной безопасности.

В статье рассматривается возможность внедрения технологий искусственного интеллекта в информационно-образовательную среду высшего учебного заведения МЧС России.

Ключевые слова: специалист, пожарная безопасность, подготовка, искусственный интеллект, технология, информационно-образовательная среда, информационно-коммуникационные технологии, система образования

MANAGING THE TRAINING OF FIRE SAFETY SPECIALISTS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Kuvatov Valeriy I.¹; Balobanov Andrey A.²; Melnikov Vitaliy B.³

^{1,2}Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

³»Military Institute (Naval Polytechnic) of the Military Training and Research Center of the Navy «Naval Academy», Saint-Petersburg, Russia

¹kyb.valery@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3346-8171>

²andrey.balobanov.92@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7149-8489>

³melvb@mail.ru

Abstract. Modern challenges in the field of fire safety require new approaches to training specialists. Traditional teaching methods based on theoretical courses and standard approaches often do not take into account individual learning characteristics and do not provide a sufficient level of practical training. In this regard, the use of artificial intelligence technologies opens up significant prospects for improving the training system for fire safety specialists.

The article considers the possibility of introducing artificial intelligence technologies into the information and educational environment of a higher educational institution of the Ministry of Emergency Situations of Russia.

Keywords: specialist, fire safety, training, artificial intelligence, technology, information and educational environment, information and communication technologies, education system

В настоящее время крайне остро стоит вопрос подготовки квалифицированных специалистов в области обеспечения пожарной безопасности (далее – ПБ), обусловленный современными требованиями [1]. Повышение эффективности обучения специалистов ПБ

возможно путем применения современных информационных технологий (далее – ИТ) и систем искусственного интеллекта (далее – ИИ).

Основополагающим документом на территории РФ в области развития систем ИИ выступает Указ Президента РФ от 10.10.2019 года № 490 «Национальная стратегия развития ИИ на период до 2030 года» [2].

С точки зрения образования, в частности в образовательных организациях высшего образования МЧС России, одним из наиболее важных направлений внедрения перспективных ИТ и ИИ выступает электронная информационно-образовательная среда (далее – ЭИОС) [3]. Совершенствование ЭИОС с применением технологий ИИ позволит повысить эффективность подготовки кадров для МЧС России в соответствии с требованиями времени.

ЭИОС ВУЗов МЧС России – система информационных и образовательных ресурсов, информационных и телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств, обеспечивающих условия для реализации образовательных программ и автоматизации процессов повседневной деятельности. В ЭИОС на наш взгляд целесообразно реализовать ряд направлений, представленных ниже.

Реализация направления совершенствования ЭИОС ВУЗов МЧС России в части развития электронных образовательных ресурсов с элементами технологий искусственного интеллекта на наш взгляд должна и может включать в себя следующие основные мероприятия:

- включение в состав образовательных дисциплин курс по технологиям искусственного интеллекта, что актуально в связи с принятием в стране национальной стратегии искусственного интеллекта, выполнением разработок в этой области в рамках проекта «Национальная технологическая инициатива», национального проекта «Наука», федерального проекта «Искусственный интеллект» в составе национальной программы «Цифровая экономика РФ», а также с проведением научных исследований в МЧС России в данной области;

- организация лабораторного практикума реализации основных технологий искусственного интеллекта для слушателей и курсантов по соответствующей дисциплине (для этого могут быть использованы программные платформы искусственного интеллекта, широко представленные в интернете, такие как B3, MTC, Dataiku DSS, Anaconda, TIBCO DS, RapidMiner и т.д.)

- апробация применения в образовательном процессе программных средств с элементами искусственного интеллекта для образовательных организаций доступных в сети интернет, к которым относятся:

- адаптивное обучение;
- персонализированное обучение;
- автоматическое оценивание;
- интервальное обучение;
- оценка преподавателя студентами;
- умные кампусы;
- контроль экзаменационного процесса.

Реализация второго направления совершенствования ЭИОС может включать в себя следующие основные мероприятия:

Развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в направлении реализации автоматизированной системы образования (далее – АСО) МЧС России, включающей в себя различные автоматизированные подсистемы. При этом АСО МЧС России реализуется как система сетевой архитектуры включающую в себя открытый и закрытый сегменты с соответствующими средствами защиты информации и обеспечивающая взаимодействие с соответствующими автоматизированными объектами МЧС России. В АСО представляется целесообразным внедрение технологий ИИ, прежде всего речевого ввода и распознавания текстов.

Для реализации практической подготовки в рамках получения высшего образования предлагается внедрение элементов действующих информационных систем (далее – ИС), позволяющих осуществлять моделирование и решение расчетных задач в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС), а так же в области ПБ с элементами технологий ИИ.

По нашему мнению, более конкретно определить области применения технологий ИИ в тренажерах и моделирующих комплексах могут преподаватели, организующие их применение в учебном процессе. Вместе с тем, необходимо учитывать, что эксплуатируемые тренажеры и моделирующие комплексы разрабатываются различными предприятиями промышленности и внедрение в их программную среду новых программных компонент потребует их участия, при решении следующих задач:

- изучение вопросов возможности применения в учебно-тренировочных комплексах технологий виртуальной и дополненной реальности.

- систематическое обновление состава моделей и комплексов расчётных задач, используемых в практической деятельности и учебном процессе, их фонда алгоритмов и программ МЧС России.

В качестве вариантов основных направлений внедрения ИИ в подготовку специалистов ПБ с возможной интеграцией в ЭИОС можно выделить следующие:

- виртуальные и дополненные тренажеры (имитация реальных пожаров, ЧС с возможностью динамической адаптации сценариев) [4, 5, 6, 7];

- программы персонализации обучения (на основе анализа успеваемости проводится корректировка образовательной программы);

- внедрение голосовых помощников и чат-ботов (для анализа ошибок и их корректировки) и др.

Представленные предложения могут и должны уточняться с развитием технологий ИИ и появлением опыта их применения в вопросах предупреждения ЧС и обеспечения ПБ.

Список источников

1. Балобанов А.А. Управленческие решения при подборе кадров и профессиональная подготовка сотрудников для ликвидации чрезвычайных ситуаций / А.А. Балобанов // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2016. № 1-2(5). С. 209–210.

2. Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации»

3. Великклад Т.П. Применение информационно-коммуникационных технологий при подготовке научных кадров в аспирантуре (адъюнктуре) МЧС России / Т.П. Великклад // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2022. № 6. С. 78-81.

4. Червова А.А., Войкин И.А. К вопросу об использовании виртуальных тренажеров курсантами вузов МЧС РФ при прохождении практики (на примере ивановской пожарно-спасательной академии) // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2022. №4 (68).

5. Liao W.C., Tseng S. An experimental study on the teaching methods for prospective firemen // Hawaii university international conferences arts, humanities, social sciences & education. – 2017. – P. 132-148.

6. Holmgren R., Haake U., Söderström T. Firefighting training at a distance—a longitudinal study // Journal of Vocational Education & Training. – 2019. – № 71 (1). – P. 65-86.

7. Teppo I.K., Hyvönen H.L., Vuojärvi H. Contract Fire Brigade Firefighters' Perspectives on Transfer of Simulation-based Training // EdMedia + Innovate Learning. – 2018. – P. 1523-1532.

УДК 614.8

ОБУЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ МЕРАМ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ЦЕНТРОВ ПОДГОТОВКИ

Балобанов Андрей Александрович¹; Павленко Максим Антонович²

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹andrey.balobanov.92@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7149-8489>

²mpavlov019maksim@yandex.ru

Аннотация. Обучение населения мерам пожарной безопасности является важным элементом профилактики пожаров и связанных с ними рисков. Создание специализированных центров подготовки позволяет систематизировать процесс подготовки, обеспечивая доступность, качество и интерактивность получения знаний.

Реализация данной инициативы способствует формированию культуры безопасности жизнедеятельности, снижению числа пожаров и минимизации их последствий.

Ключевые слова: население, пожарная безопасность, профилактика пожаров, обучение, центры подготовки, интерактивные средства обучения

EDUCATION OF THE POPULATION ON FIRE SAFETY MEASURES THROUGH THE CREATION OF SPECIALIZED TRAINING CENTERS

Balobanov Andrey A.¹; Pavlenko Maksim A.²

^{1,2}Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹andrey.balobanov.92@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7149-8489>

²mpavlov019maksim@yandex.ru

Abstract. Public education on fire safety measures is an important element of fire prevention and related risks. The creation of specialized training centers makes it possible to systematize the training process, ensuring accessibility, quality and interactivity of knowledge acquisition.

The implementation of this initiative will contribute to the formation of a safety culture, reduce the number of fires and minimize their consequences.

Keywords: population, fire safety, fire prevention, education, training centers, interactive learning tools

В настоящее время вопросам обеспечения пожарной безопасности (далее – ПБ) уделяется особое внимание. Согласно статистическим данным, представленным на рис. 1 наблюдается тенденция к снижению количества пожаров [1], несмотря на это ущерб неумолимо растет, что требует внедрения новых идей и решений в области обеспечения ПБ [2].

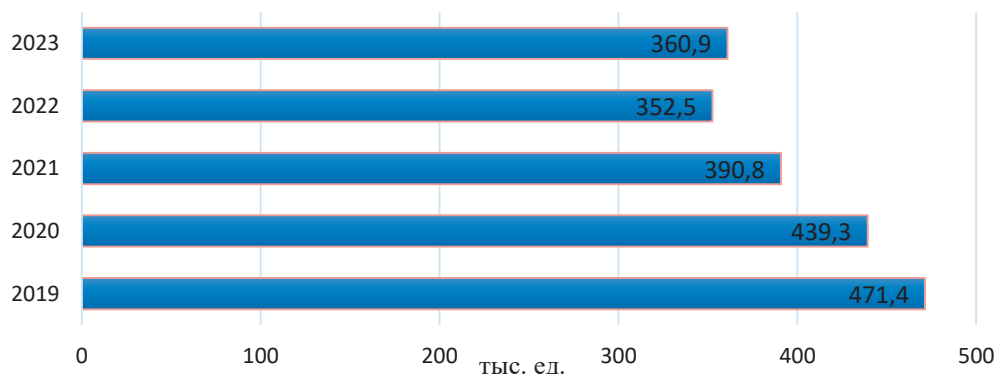


Рис. 1. Статистические данные по количеству пожаров за 2019–2023 гг.

Природные, техногенные и бытовые пожары зачастую являются результатом человеческой беспечности, халатности или пренебрежения правилами ПБ. Природные пожары могут возникать из-за брошенных окурков, непотушенных костров или даже умышленных поджогов.

Техногенные катастрофы, вызванные взрывами и пожарами, влекущие за собой большие человеческие жертвы и материальные потери, являются следствием нарушений эксплуатационных норм и халатности персонала.

Бытовые возгорания, которые уносят жизни людей в квартирах и частных домах, возникают, например, из-за оставленных без присмотра электроприборов или детской шалости.

Статистические данные по распределению причин пожаров представлены на рис. 2.



Рис. 2. Распределение причин пожаров

Основная часть бытовых пожаров приходится на неосторожное обращение с огнем, что обусловлено низкой грамотностью населения в области ПБ [3, 4]. Для решения данной проблемы, как следствие, снижения рисков возникновения пожаров необходимо повысить уровень знаний в области ПБ среди населения, путем внедрения инновационных способов обучения.

Авторы статьи предлагают обратить внимание на создание специальных обучающих центров МЧС России. Их основной целью является подготовка населения, а в особенности детей, правильно действовать в критических ситуациях, в том числе вызванных пожаром.

Повысить эффективность подготовки в данных центрах представляется возможным путем реализации обучения с использованием интерактивных программ и зон, позволяющих путем практической деятельности освоить перечень необходимой информации [5].

Основные задачи центров подготовки:

1. Обучение правилам поведения при возникновении пожаров:
 - как действовать при возгорании в квартире, лесу или общественном месте;
 - использования первичными средствами пожаротушения;
 - при эвакуации из задымленного помещения;
2. Практическая отработка навыков:
 - первая помощь при ожогах;
 - эвакуационные тренировки и т.д.
3. Интерактивное обучение, включающее в себя:
 - виртуальные симуляторы;
 - макеты и инсталляции;
 - квесты и др.

4. Работа с различными группами населения, что позволяет популяризировать правила безопасности жизнедеятельности.

Центры должны быть оснащены современными интерактивными зонами, тренажерами и симуляторами, которые позволят отработать действия на практике.

Ниже представлен примерный перечень возможностей:

1. Имитация реальных критических ситуаций (пожаров):

- макет квартиры с моделируемым возгоранием;
- интерактивный экран, имитирующий пламя;
- лабиринт с задымлением, с возможностью активного изменения вариантов развития событий.

2. Тренажеры для отработки навыков:

- манекены с различными видами травм;
- средства самоспасения;
- имитация общедоступных средств тушения.

3. Интерактивные форматы:

- игра на время, такие как поиск очага возгорания в квартире, оказать помощь пострадавшему и правильно вызвать экстренные службы;
- показ мультфильмов или комиксов, пропагандирующих правила ПБ.

Подводя итоги, можно с уверенностью сказать, что данные центры будут не просто музеем или лекционным залом для обучения требованиям в области ПБ, а станут уникальным местом, где люди изучают правила ПБ через практику и интерактивные средства, благодаря современным технологиям и симуляции. В дальнейшем развитие подобных центров представляется возможным путем расширения направлений обучения, в частности действий при различных вариантах чрезвычайных ситуаций.

Список источников

1. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информационно-аналитический сборник. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.

2. Березин А.С., Пушина Л.Ю. о необходимости совершенствования законодательства в области обучения населения Российской Федерации мерам пожарной безопасности // Век качества. 2022. №2.

3. Приходько С.А. Проблемы в системе обучения населения мерам пожарной безопасности // Вестник Амурского государственного университета. Серия: Естественные и экономические науки. 2016. №73.

4. Антонченко В.В. Проблемы профилактической работы в сфере обеспечения пожарной безопасности // Актуальные проблемы российского права. 2019. №1 (98).

5. Кузибоева М.М. Интерактивные методы обучения // Экономика и социум. 2019. №10 (65).

УДК 630:004

НЕТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПРЕДСКАЗАНИЯ КРУПНЫХ ПОЖАРОВ И ДРУГИХ КАТАСТРОФ

Сапунов Валентин Борисович¹; Воронов Николай Вячеславович²

¹Медико-социальный институт, Санкт-Петербург, Россия

²Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

¹sapunov@rshu.ru, sapunov.rshu.ru

²7777777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2872-5380>

Аннотация. С начала текущего века количество стихийных бедствий и катастроф в мире увеличилось более чем в 2 раза. Выросло количество лесных и степных пожаров. Если пожары в населенных пунктах, в основном, связаны с социальными причинами, то лесные и степные пожары могут быть связаны с усилением выходов метана из литосферных плит и другими причинами, которые в полной мере не объяснены. Ущерб от катастроф обходится в среднем в 230 млрд. долларов в год. В статье систематизируются методы предсказания природных катастроф и пожаров, и предлагается дополнить традиционные методы нетрадиционными, основанными на биологической индикации поведения животных, предчувствиями людьми и изучению предполагаемых физических полей, описание которых было начато русскими учеными Н.А. Козыревым и др.

Ключевые слова: биоиндикация, катастрофы, пожары, экосвязь пространств Вселенной

UNTRADITIONAL APPROACHES TO PREDICTIONS OF BIG FIRES AND OTHER NATURAL CATASTROPHES

Sapunov Valentin B.¹; Voronov Nikolai V.²

¹St. Petersburg Medical and Social Institute, Saint-Petersburg, Russia

²Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia

¹sapunov@rshu.ru, sapunov.rshu.ru

²7777777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2872-5380>

Abstract. The catastrophes number from begin of XXI century increased about two times. The number of natural landscapes fires increase too. The causes of the fact appeared to be obscure, but some suggestions based on understanding space and global processes, exists. Living organisms are able to predict some future events particular catastrophic incidents. This is adaptive characters producing by evolution. Russian scientist N. Kozyrev suggested existence of unknown physical field (but gravitation and electro-magnetic). The field was named «time» or «chrono». Some characters of the field appeared to be object of physical experiment. Kozyrev suggested specific role of the field for function of living organisms. Transition of biological information throw space (telepathy) and time (proscopy) may be based on characters of such a field. Hence physical chrono-and-information field is under consideration. The perspective way for study of mysterious phenomena of physic is researches of this field characters.

Keywords: biological indication, disasters, fires, ecological interaction within Space

С начала XXI века количество стихийных бедствий и катастроф в мире увеличилось приблизительно в 2 раза [1]. Ущерб от катастроф обходится в среднем в 230 млрд. долларов в год. Последнее время число погибших в катастрофах достигало от 230 тысяч до миллиона в год. Наряду с землетрясениями, цунами, наводнениями, выросло и число лесных и степных пожаров. Особо нужно рассмотреть причины пожаров. На урбанизированных территориях они, как правило, имеют социальные причины. Лесные пожары тоже в ряде случаев имеют

криминальные основы (передел недвижимости и т.д.). Определенный вклад вносят и боевые действия в горячих точках планеты. Но не все объясняется действиями человека. Безусловно, что роль антропогенного фактора здесь невелика [2]. В основе этих процессов лежат не вполне известные глобальные, геофизические и космические причины [3]. Большое значение имеют многолетние не до конца изученные природные циклы. Появились данные, что на состояние поверхности планеты влияют процессы в земном ядре [4, 5]. В настоящее время активизировался выход метана из литосферных разломов в силу не до конца установленных причин (по материалам EGU 2015-2021). Понимание причин и предсказание трагических событий требует комплексных усилий на основе синтеза разных естественных наук, а также гуманитарных, располагающих сведениями о катаклизмах прошлого. Эти сведения помогут рассчитать многолетние циклы экстремальных геофизических событий. Могут иметь значение и не традиционные разделы естествознания, изучающие процессы на грани известного и неизвестного [6].

Фактором, снижающим риск, является постоянный мониторинг, включающий как дистанционные, так и контактные методы [7]. Вместе с тем его возможности ограничены. Во-первых, в силу дороговизны глобального, особенно, космического мониторинга. Во-вторых, в силу долгосрочной непрогнозируемости на уровне современных знаний многих процессов, в том числе, метеорологических и геофизических. Но есть и не вполне традиционные подходы, основанные на процессах, совершенно реальных, но известных современной науке лишь в первом приближении.

В декабре 2004 года на страны Юго-Восточной Азии обрушилось страшное бедствие – цунами. Число погибших – 250 000 человек. С учетом пропавших без вести это значение достигает миллиона. Животные в этом катаклизме практически не погибли. Почти все они – как дикие, так и домашние – заблаговременно покинули опасную зону. Еще один пример. Участники ядерных испытаний свидетельствуют – за сутки до взрыва животные убегают с территории полигона [8]. Момент взрыва – военная тайна. Как её узнают бессловесные твари? Можно добавить, что перед падением Челябинского метеорита 2013 г. в Челябинске фиксировалось аномальное поведение животных [9].

Значит, животные обладают способностью предсказывать будущее [10]. Касается это только очень значимых, катастрофических событий. Способность к ясновидению не абсолютна. В конечном итоге животные, как и люди, погибают от тех или иных причин. В какой-то степени способность предсказывать катастрофы есть и у людей, хотя выражена слабее, чем у зверей. Известно, что корабли, коим предстоит утонуть и самолеты, должны разбиться, в среднем недозаполнены на 15 %. Число отказов от рейсов в случае будущей катастрофы повышено [11]. Значит, и люди могут предчувствовать будущее. Но способность выражена не у всех и намного слабее, чем у животных. У моряков есть поверье – если крысы покидают перед плаванием корабль, то он, скорее всего, утонет. Недавно было выполнено работы с целью проверить, насколько это соответствует истине [12]. Основной материал – рассекреченные данные о потопленных кораблях северных конвоев периода Великой отечественной войны. В военное время, безусловно, такого сорта выборка более значительна и репрезентативна, чем в мирное. Вывод – это матросское поверье срабатывает с достоверной вероятностью. Соответственно, эти способности, пусть даже не вполне ясного механизма, могут быть использованы для предсказания и предотвращения катастроф.

Важнейший абиотический фактор, физическая природа которого до сих пор не ясна – время. Биосфера постоянно находится в его потоке. Сущность времени изучалась философией и, в меньшей мере, физикой. На сегодняшний день однозначного понимания категории времени нет. Одним из ученых, который смог добиться некоторых успехов в изучении времени, был Николай Александрович Козырев (1908–1983). Он посвятил свою жизнь изучению феномена времени и попытке систематизировать знания о нем как физической субстанции. Вот основные постулаты его теории:

1. Время – суть физическая субстанция, аналогичная полю.
2. Время существует во всей вселенной.

3. Информация в поле времени распространяется с бесконечной скоростью.

4. В известных пределах возможно предсказание будущего и получение информации из прошлого.

5. Детерминация событий носит размытый характер [13].

Общепризнанной и законченной теории времени он не создал. Уровень науки XX века не позволил такой теории появиться на свет. Ученый лишь наметил пути создания обобщающей теории, которая, может, будет создана его последователями в XXI веке. Козырев понял значение биологической науки в изучении и осмысления феномена времени. Он писал «... свойства времени должны иметь особенное значение в биологических процессах... Его течение и свойства связывают весь мир в единое целое и могут осуществлять воздействие друг на друга явлений, между которыми нет прямых материальных связей, что может объяснить факты взаимодействия биологических объектов, находящихся на удалении и изолированных друг от друга» [13, с. 384]. Ученый и его коллеги не ограничились чистой теорией. Были созданы приборы, реагирующие на энергетические мощные процессы будущего. Традиционная физика признает существование нескольких полей. Это поля (или одно поле) микромира, т. е. ядерных взаимодействий. Это – два поля макромира – электромагнитное и гравитационное. Козырев в своих теоретических выкладках и экспериментах нащупал третье поле – поле времени (хроно-информационное). Через него может мгновенно и точно передаваться информация в пространстве. Может передаваться информация и во времени – из прошлого или будущего, однако в размытом виде. Чем менее энергетически значимым является событие, чем дальше оно отдалено во времени, тем менее точной становится передаваемая информация.

Однако именно развитие знаний по многоуровневому общению всего живого определяет внедрение энергоинформационных методов и подходов во всей сфере деятельности современных специалистов и экологов. С эмоционально направленным вдохновением человека получает спектральную генерацию в пространстве локационно сканирующая логическая мысль в качестве движущей силы. Всепроницающая сущность мысли и являет собой прямую энергоинформационную эквивалентность пространств Вселенной. Техничко-практическое проявление такого естественного энергоинформационного зондирования служит подспорьем в актуальном решении проблем присутствия людей и жизни на Земле, в целом – во Вселенной. Получены выводы общей природы феноменов существования экстрабиосубъектов, в т.ч. человека, и воплощений их деятельности на фоне наличия обратных экоэнергосвязей различных энергоинформационных уровней живой и «не живой» природы в процессе эволюции мироздания. У одаренных исследователей открывается мудрость предчувствия катастроф [14].

На уровне науки XXI века можно предположить, что живые системы взаимодействуют с полем времени, приобретая свойства ясновидения, телепатии и способности предсказывать будущее. У людей эта способность выражена слабо. У животных – сильнее [7]. Вместе с тем известно, что значимые катастрофы нашей истории были предсказаны. Это – извержение вулкана Кракатау, гибель «Титаника», Чернобыльская авария [11]. Хотя до конца сущность таких предсказаний неясна, но в борьбе за спасение человеческих жизней нельзя пренебрегать ничем. Один из возможных подходов – создание в интернете сайта, куда каждый может послать информацию о своих предчувствиях. Разумеется, единичные сигналы нельзя воспринимать серьезно. Но если предсказание каких-то бедствий начинает устойчиво повторяться в сообщениях разных корреспондентов, такая информация может заслуживать внимания.

Для дальнейшего развития данной отрасли науки предлагаем:

1. Создать в дополнение к традиционному мониторингу систему мониторинга за поведением животных, которые могут предчувствовать катастрофы естественного и антропогенного генезиса на основе свойств проскопии.

2. Провести лабораторные исследования физических свойств времени на основе идей Н.А. Козырева и других российских ученых.

3. Разработать теоретическую основу возможности проскопии, т.е. предсказания отдельных энергетически значимых событий будущего.

4. Разработка принципиально новых методов предсказания чрезвычайных ситуаций. Как одно из направлений можно порекомендовать создание банка данных по экстрасенсорным случаям проскопии отдельными лицами природных и социальных катастроф, в частности, крупных пожаров. Банк данных может находиться на сайте университета МЧС и регулярно мониториться сотрудниками лаборатории прогностики при МГУ.

5. Создание соответствующего курса, подготовка и переподготовка по новой специальности для слушателей, студентов, аспирантов и слушателей повышения квалификации в рамках университета МЧС и Московского государственного университета.

Список источников

1. Global catastrophic risks. Ed. N. Bostrom and M. Circvic. Oxford univ press, 2012, 550 p.
2. Сапунов В.Б. Грядет глобальное похолодание. М., АСТ, 2011, 249 с.
3. Баренбаум А.А., Галактика, Солнечная система, Земля. М., Геос, 2002, 394 с.
4. Попов А.А., Ядро Земли. Смоленск, Маджента, 2012, 26 с.
5. Sapunov V.B. On the nature of gravity and possible change of Earth mass during geological time // Geophysical Res Abstracts, v. 17, EGU 2015 – 300, 2015.
6. Sapunov V.B. Prediction of natural disasters basing on chrono-and-information field characters // Geophysical Research Abstract, Vol. 15, EGU2013-53.
7. Sapunov V.B., Voronov N.V., Environmentally friendly methods of struggle with unwanted alien organisms in the Baltic sea area // XV Intern Environ forum «Baltic sea day», 2014, p. 220.
8. Шевченко Т. Из эпицентра ядерных испытаний // От Невы до Ангары, Лилия, 2003, с. 223 – 240.
9. Галимов Э. Челябинский метеорит // Наука в России, 2013, №4, с. 21–26.
10. Straser V. Some anomalous behavior of vertebrates and insects preceding M5+earthquakes in the North Western Apennines (Italy) // Geophysical Research Abstracts Vol. 15, EGU2013-1948, 2013.
11. Сапунов В.Б. В дебрях времени, СПб.: Гамма, 2021, 124 с.
12. Зарубицкий К.С. Квантово-механическое единство мира: физика и метафизика. Арктический взгляд на устойчивое развитие России и человечества. Т. 3, Кн. 2, СПб.: ГПА, 2011, с. 424–434.
13. Козырев Н.А. Избранные труды, Л., Изд. ЛГУ, 1991, 448 с.
14. Воронов Н.В. Энергоинформационные основы связей стимуляции и вдохновения в природе эквивалентных отношений Вселенной и человека // Фундаментальные проблемы естествознания и техники: Конгресс-2000. СПб., 2000. С. 15.

УДК 614.843

ПРИМЕНЕНИЕ НАЗЕМНОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНИКИ В ПОЖАРОТУШЕНИИ

Трунов Александр Сергеевич¹; Сальников Владислав Александрович²

^{1,2}Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета
ГПС МЧС России, п. Аякс, остров Русский, Владивосток, Россия

¹Ycheba89@inbox.ru

²salnikovvlad666@gmail.com

Аннотация. Обеспечение безопасности людей и объектов требует постоянного развития новейших технологий пожаротушения. Роботы стали незаменимым инструментом в борьбе с пожарами, способным выполнять опасные задачи и снижать опасность для жизни людей, особенно в закрытых помещениях.

Ключевые слова: техника, роботы, пожаротушение, роботизированная техника

THE USE OF TERRESTRIAL ROBOTIC EQUIPMENT IN FIREFIGHTING

Alexander Sergeevich Trunov¹; Vladislav Alexandrovich Salnikov²

^{1,2}Far Eastern Fire and Rescue Academy, Vladivostok, Russia

¹Ycheba89@inbox.ru

²salnikovvlad666@gmail.com

Abstract. Ensuring the safety of people and facilities requires constant development of the latest fire extinguishing technologies. Robots have become an indispensable tool in fighting fires, capable of performing dangerous tasks and reducing the danger to human life, especially in enclosed spaces.

Keywords: machinery, work, firefighting, robotic equipment

Роботы используются во многих областях, включая пожаротушение. Автономный робот, способный обнаруживать пламя и тушить его для пожарной службы, изменил бы принцип проведения боевых действий по тушению пожара. Чтобы потушить пламя, робот этого проекта, оснащенный четырьмя колесами и дифференциальной системой управления, может распылять углекислый газ или воду. У робота Поле зрения на 180 градусов и возможность обхода препятствий делают его идеальным для обнаружения пожаров и навигации в опасных условиях [1]. Это достигается за счет установки трех датчиков пламени внутри робота, каждый из которых установлен под углом 60 градусов, что обеспечивает общую поле зрения составляет 180 градусов. После сбора информации со всех датчиков мы можем определить общую ориентацию пожара. Робот был сконструирован с использованием модели обхода препятствий, которая использует ультразвуковые датчики для определения расстояния до препятствий [2]. Робот использует 16-граммовый картридж с CO₂ для тушения пламени. Картридж был извлечен путем дооснащения устройства для накачки велосипедных шин CO₂ серводвигателем и спускового механизма.

Плата Arduino UNO отвечает за считывание информации с пламени и ультразвуковые датчики и соответствующее управление серводвигателем. Тем не менее, при постоянном использовании у робота может разрядиться аккумулятор или выйти из строя датчик обнаружения пламени, что приведет к неспособности робота реагировать [3]. Одним из способов устранения этих проблем является модернизация датчиков и аккумуляторов робота, чтобы он мог работать дольше и с более высоким напряжением и емкостью. Создание этого робота может значительно повысить безопасность и эффективность операций по тушению пожаров. Этот робот может спасти жизни и снизить риск причинения вреда здоровью людей, а также пожарных, устраняя необходимость участия человека в опасных ситуациях [4], [5]. В конструкцию этого робота могут быть включены

дополнительные датчики и технологические усовершенствования, которые помогают обнаруживать и тушить пожары, чтобы сделать его еще более эффективным [3]. Более того, методы машинного обучения могут улучшить навыки робота в выявлении чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами, и реагировании на них.

В статье рассматривается более практичная и надежная стратегия борьбы с огнем внутри зданий. Пожары в помещениях создают уникальные трудности для традиционных методов пожаротушения, особенно в труднодоступных или опасных местах. В связи с этим важно создать роботизированную систему пожаротушения, способную эффективно и безопасно работать в замкнутых пространствах. При создании системы, способной эффективно выявлять и локализовывать пожары, пользователи будут перенаправлены в сложные внутренние помещения, эффективное тушение пожаров без дальнейшего повреждения здания или угрозы жизни людей является основным препятствием при разработке и внедрении робота-пожарного для применения внутри помещений. Робот также должен быть полностью или частично самодостаточен и уметь пользоваться различным противопожарным оборудованием, включая водяной шланг, огнетушитель и другие подобные устройства. Кроме того, конструкция робота должна учитывать проблемы, возникающие при тушении пожаров внутри помещений, такие как ограниченный обзор и потенциально опасные химические вещества. Робот должен быть конструкцией рассчитана на длительный срок службы, не ломаясь и не требуя регулярного ремонта. Также необходимым фактором является создание роботизированной системы, которая может помочь пожарным тушить пожары в домах быстрее, эффективнее и безопаснее. Для достижения своих целей в рамках проекта будут использоваться различные инструменты и стратегии, такие как разработка роботизированной системы, способной точно обнаруживать и локализовывать пожары в помещениях, разработка навигационной системы, которая позволит роботу перемещаться по сложным внутренним помещениям, а также применение различных средств и методов пожаротушения. Кроме того, робот должен быть полностью или частично автономным, чтобы функционировать без вмешательства человека и защищать людей-пожарных от вреда. Робот должен быть прочным, долговечным и достаточно надежным, чтобы работать в течение длительного времени в суровых внутренних условиях, не требуя регулярного технического обслуживания. Для достижения этих целей в рамках проекта будут использоваться датчики и другие соответствующие технологии для обнаружения и локализации пожаров с высокой точностью. Навигационная система будет разработанной таким образом, чтобы робот мог передвигаться по сложным внутренним пространствам, обходить препятствия и быстро прибывать на место пожара. Кроме того, будут внедрены различные средства и методы пожаротушения, такие как водяной шланг, огнетушитель или другие подходящие инструменты, которыми можно управлять удаленно. Робот-пожарный будет протестирован в ходе серии испытаний, имитирующих реальные пожарные ситуации, чтобы определить, насколько хорошо он может обнаруживать и тушить пламя, не подвергая опасности жизни людей. Конечной целью проекта является создать полнофункциональную роботизированную систему пожаротушения, которая может помочь участникам тушения пожара лучше справляться с пожарами в зданиях. Это повысит шансы на спасение жизней и предотвращение материального ущерба во время пожара, одновременно снижая опасность получения травм или смерти пожарными.

В приведенной ниже методологии подробно описаны процедуры, которые были использованы для завершения этого исследования.

Шаг 1: Настройка оборудования. Для начала необходимо установить аппаратную матрицу датчиков. Первым шагом является выбор подходящего ультразвуковые датчики и настройте матрицу в соответствии с вашими требованиями. Датчики должны быть надежно закреплены на роботе и подключены по проводам к оборудованию для обработки данных.

Шаг 2: Калибровка. Для получения точных показаний расстояния необходимо выполнить калибровку датчиков. Это достигается путем проведения измерений на фиксированных, известных расстояниях и изменения параметров датчика до тех пор, пока измеренные значения не будут соответствовать известным. Этот процесс важен для надежности системы и может включать в себя несколько этапов тестирования и точной настройки.

Шаг 3: Тестирование в контролируемой среде. После оборудования установлено и откалибровано, система должна быть протестирована в безопасных условиях, чтобы убедиться, что она работает должным образом. Робота следует проехать по полосе препятствий, а данные с датчиков должны быть собраны и оценены на предмет точности.

Шаг 4: Полевые испытания. Эффективность системы можно определить только после тестирования в контролируемых условиях и в реальных условиях эксплуатации.

Шаг 5: Анализ информации. Чтобы оценить для оценки работоспособности системы необходимо изучить информацию, собранную с помощью сенсорных систем. Для этого может потребоваться провести статистический анализ, чтобы определить закономерности в данных, такие как распространенность и характер ложных срабатываний и ложноотрицательных результатов.

Шаг 6: Оптимизация системы. Может потребоваться оптимизация системы для повышения ее точности и эффективности в свете результатов анализа данных. Возможно, потребуется переместить или перенастроить сами датчики, доработать алгоритмы обработки данных или то, и другое вместе.

Шаг 7: Валидация и верификация. В качестве последнего шага следует оценить и проверить систему, чтобы убедиться в том, что она достигает своих целей. Для проверки надежности системы может потребоваться сравнить данные датчиков с данными, полученными вручную, или с информацией, полученной от дополнительных датчиков.

Этот подход подробно описывает, как проводить исследования с использованием сети ультразвуковых датчиков для мониторинга территории непосредственно вокруг движущегося транспортного средства. Все этапы включают настройку оборудования, его калибровку, тестирование как в лабораторных, так и в полевых условиях, анализ результатов, оптимизацию системы, а также валидацию и верификацию полученных результатов. Создание все более сложных и надежных систем безопасности автомобилей становится возможным благодаря соблюдению этого процесса, который обеспечивает точный сбор и анализ данных.

Разработка робота-пожарного имеет решающее значение для обеспечения безопасности жизни людей и имущества в случае пожара. В рамках этого исследования мы успешно разработали робота, который может обнаруживать пламя и тушить его с помощью баллона с CO₂. Робот предназначен для использования внутри помещений и обладает способностью обходить препятствия. Конструкция робота основана на роботизированном шасси - общей платформе, используемой в различных роботизированных приложениях. Однако тип контейнера, используемого для насосной системы, может отличаться в зависимости от используемого роботизированного шасси.

За управление роботом отвечают плата Arduino и приводной двигатель. Контроллер двигателя управляет движением робота, а плата Arduino служит интерфейсом для датчиков и контроллера насоса. Робот оснащен датчиком пламени и двумя ультразвуковыми датчиками, которые помогают ему ориентироваться в опасных зонах. В данном исследовании использовался инфракрасный датчик пламени. Это основано на принципе, согласно которому пламя испускает ИК-излучение, которое может быть обнаружено с помощью ИК-приемника. ИК-приемник, используемый в данном исследовании, имеет встроенный усилитель и полосовой фильтр для обнаружения только ИК-излучения, испускаемого пламенем. Выходной сигнал датчика пламени представляет собой аналоговое напряжение, которое изменяется в зависимости от интенсивности испускаемого пламени.

Для учета изменений условий освещения и улучшения обнаружения пламени требуется динамическое предельное значение. Это связано с тем, что интенсивность инфракрасного излучения пламени может изменяться в зависимости от окружающего освещения, которое меняется в течение дня с восходом и заходом солнца. В этой статье мы скорректировали изменения освещенности, используя динамическую пороговую настройку. Светозависимый резистор измерял окружающее освещение и использовался для изменения порогового значения (LDR).

После обнаружения возгорания устройство начнет сливать воду из емкости в очаг возгорания. Очаг возгорания заливается водой, и во избежание повторного возгорания робот

способен применить углекислый газ. Также он может объезжать препятствия и предназначен для использования внутри помещений. В зависимости от шасси робота может быть установлено несколько насосных систем. Робот может лучше улавливать пламя, регулируя пороговое значение в зависимости от яркости окружающей среды.

Разработка робота-пожарного с использованием Arduino IDE и инфракрасного сенсорного модуля обладает значительным потенциалом для повышения эффективности реагирования на чрезвычайные ситуации при пожаре и обеспечения безопасности человеческих жизней и имущества. За последние несколько лет было проведено много исследований и разработок, направленных на поиск способов использования роботов в борьбе с пожарами. Эти попытки направлены на разработку и использование более совершенных и эффективных способов борьбы с пожарами [1]. Роботы-пожарные играют решающую роль в ситуациях, когда вмешательство человека может быть слишком опасным, оказывая помощь и поддержку пожарным с помощью навигация в опасных условиях и поиск источников возгорания [4]. В состав системы входят микроконтроллер Arduino Uno, модуль GPS-приемника u-blox NEO-6Q и модуль u-blox LEON-GIOO. Модуль GSM в аппаратном прототипе робота-пожарного формирует основу его функциональности [5]. Микроконтроллер Arduino Uno действует как мозг робота, обрабатывая данные от различных датчиков и управляя его движениями и действиями. То Модуль GPS-приемника позволяет роботу точно определять свое местоположение, помогая в эффективной навигации по сложным и крупномасштабные пожарные сцены. Модуль GSM позволяет роботу дистанционно сообщать о своем состоянии и результатах поиска, что облегчает координацию действий со службами реагирования [4]. Использование инфракрасных (ИК) сенсорных модулей в конструкции робота повышает его способность обнаруживать наличие пламени и выявлять потенциальные источники возгорания [3]. Инфракрасные датчики особенно эффективны при распознавании реального пламени и других источников тепла, тем самым сводя к минимуму количество ложных срабатываний и улучшая возможности робота в принятии решений. Интегрированный адаптивный алгоритмы объединения с системой обнаружения пожара еще больше повышают точность и надежность робота при выявлении пожаров и борьбе с ними [3]. Одним из ключевых преимуществ использования роботов для пожаротушения является их способность получать доступ к зонам, которые могут быть недоступны или слишком опасны для людей, оказывающих помощь, таким как замкнутые пространства или горящие здания [3]. Эти роботы могут работать автономно, что снижает риск для человеческих жизней и позволяет проводить более эффективные операции по тушению пожаров [1]. Кроме того, роботы с несколькими датчиками, включая ИК-датчики, могут передавать данные в режиме реального времени управление инцидентами позволяет им принимать обоснованные решения и эффективно распределять ресурсы [2].

Список источников

1. Научная статья. 2024. // URL: https://scholar.google.ru/scholar?start=20&q=related:Kmi5dnHgETYJ:scholar.google.com/&hl=ru&as_sdt=0,5#d=gs_qabs&t=1743507735108&u=%23p%3DXgSAYh35N7wJ. (дата обращения: 01.04.2025).
2. Научная статья. 2010. // URL: https://scholar.google.ru/scholar?start=20&q=related:Kmi5dnHgETYJ:scholar.google.com/&hl=ru&as_sdt=0,5#d=gs_qabs&t=1743507789051&u=%23p%3D4TrHwEAfL44J. (дата обращения: 01.04.2025).
3. Научная статья. 2021. // URL: https://scholar.google.ru/scholar?start=0&q=related:Kmi5dnHgETYJ:scholar.google.com/&hl=ru&as_sdt=0,5#d=gs_qabs&t=1743507812237&u=%23p%3DKmi5dnHgETYJ. (дата обращения: 01.04.2025).
4. Научная статья. 2024. // URL: https://scholar.google.ru/scholar?start=0&q=related:Kmi5dnHgETYJ:scholar.google.com/&hl=ru&as_sdt=0,5#d=gs_qabs&t=1743507824098&u=%23p%3DSThBDrpWew4J. (дата обращения: 01.04.2025).
5. Научная статья. 2015. // URL: https://scholar.google.ru/scholar?start=0&q=related:Kmi5dnHgETYJ:scholar.google.com/&hl=ru&as_sdt=0,5#d=gs_qabs&t=1743507844313&u=%23p%3DvI7b3Vm038wJ. (дата обращения: 01.04.2025).

УДК 355.237

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Губанова Ольга Александровна¹; Алибеков Аким Алибекович²; Зелинская Ирина Алексеевна³;
Гришин Сергей Петрович⁴

^{1,2,3,4}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹gubanova-olga@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7565-3362>

²aliakim@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9035-8385>

³mchssmirmova@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1485-4771>

⁴grischin.se2018@yandex.ru

Аннотация. В публикации на примере программы дополнительной профессиональной подготовки «Пожарная безопасность» с углубленным изучением пожаротушения и аварийно-спасательных работ» изложен образовательный процесс переподготовки для категории слушателей МЧС России: «Лица начальствующего состава ФПС ГПС, осуществляющие профессиональную деятельность в области пожаротушения» в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России с применением дистанционных образовательных технологий.

Ключевые слова: пожарная безопасность, повышение квалификации, дополнительное профессиональное образование, самостоятельное обучение, дистанционные технологии

ADDITIONAL PROFESSIONAL TRAINING FOR FIRE SAFETY SPECIALISTS USING DISTANCE EDUCATIONAL TECHNOLOGIES

Gubanova Olga Al.¹; Alibekov Akim Al.²; Zelinskaya Irina Al.³; Grishin Sergey P.⁴

^{1,2,3,4}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹gubanova-olga@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7565-3362>

²aliakim@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9035-8385>

²gubanova-olga@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7565-3362>

³mchssmirmova@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1485-4771>

⁴grischin.se2018@yandex.ru

Abstract. The publication, using the example of the additional professional training program «Fire Safety» with in-depth study of fire extinguishing and emergency rescue operations», tells about retraining for the category of listeners of the Ministry of Emergency Situations of Russia: «Persons of the command staff of the FPS GPS, carrying out professional activities in the field of fire extinguishing» at the St. Petersburg University of the GPS EMERCOM of Russia using distance learning technologies.

Keywords: fire safety, advanced training, additional professional education, independent learning, distance technologies

Значимость электронного образования в России с каждым годом возрастает, что обусловлено сменой поколения обучающихся, современными требованиями к образованию, кризисными явлениями в экономике. Развитие электронного обучения диктует новые правила создания образовательных программ, организации учебного процесса и разработки учебно-методических материалов. Эта задача в полной мере стоит и перед системой дополнительного профессионального образования в Санкт-Петербургском университете

ГПС МЧС России. В последние годы Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России перешел от уже ставшего традиционным обучения с применением дистанционных образовательных технологий к электронному обучению слушателей МЧС России по дополнительным профессиональным программам повышения квалификации и профессиональной подготовки [1,2].

В 2025 году на базе института развития Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России осуществляется реализация дополнительных профессиональных программ: 36 программ повышения квалификации, 12 программ профессиональной переподготовки, в том числе программа профессиональной переподготовки по специальности «Пожарная безопасность» с углубленным изучением пожаротушения и аварийно-спасательных работ для категории слушателей: «Лица начальствующего состава ФПС ГПС, осуществляющие профессиональную деятельность в области пожаротушения» с применением дистанционных образовательных технологий, которую мы рассмотрим в качестве примера в данной публикации.

Данная программа предназначена для формирования у обучающихся компетенций, а также знаний, умений и навыков необходимых для деятельности по организации тушения пожаров. Программа ДПО «Пожарная Безопасность» с углубленным изучением пожаротушения и аварийно-спасательных работ» разработана на основании профессионального стандарта «Специалист по организации тушения пожаров» трудовой функции под кодом С: осуществление тушения пожаров и проведение аварийно-спасательных работ в населённых пунктах и на объектах в составе караула (расчёта, вахты) пожарной части (отдельного поста, команды, поезда, судна) 6-го уровня квалификации (Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации №199н от 31.03.21). Она выполнена в соответствии с требованиями Приказа Минобрнауки России от 1 июля 2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», основой программы составляет ФГОС ВО специалитет по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность».

Целью данной программы является формирование у обучающихся основ знаний, умений и навыков, необходимых для замещения должностей среднего начальствующего состава, связанных с пожаротушением и проведением аварийно-спасательных работ.

Задачи данной программы:

– приобретение обучающимися теоретических знаний по требованиям основных нормативных документов в области пожарной безопасности, организации пожаротушения, службы и профессиональной подготовки личного состава, профилактики пожаров и основ осуществления государственного пожарного надзора, а также по новым образцам пожарно-спасательной техники и вооружения, современным технологиям и способам пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ;

– совершенствование практических навыков при выполнении действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ.

По результатам освоения данной программы обучающемуся выдается документ об образовании (диплом) подтверждающий, право на осуществление тушения пожаров и проведение аварийно-спасательных работ в населённых пунктах и на объектах в составе караула (расчёта, вахты) пожарной части (отдельного поста, команды, поезда, судна).

В программе предусмотрено рассмотрение десяти дисциплин:

1. Введение в специальность.
2. Социально-правовое обеспечение личного состава МЧС России.
3. Организация деятельности пожарной охраны [3].
4. Правовые основы деятельности пожарной охраны.
5. Пожарная профилактика на объектах и в населенных пунктах.
6. Пожарная тактика [4,5,6].
7. Пожарная техника, связь, противопожарное водоснабжение, автоматика.
8. ГДЗС.
9. Пожарно-строевая подготовка.
10. Основы оказания первой помощи.

На примере рассмотрим дисциплину 2 «Социально-правовое обеспечение личного состава МЧС России», которая состоит из пяти тем: 2.1. Правовое положение личного состава ФПС, 2.2. Гарантии правовой и социальной защиты личного состава МЧС России, 2.3. Пенсионное обеспечение сотрудников ФПС, 2.4. Вопросы финансового обеспечения в МЧС России, 2.5. Организация деятельности пресс-службы при чрезвычайных ситуациях [7, 8, 9, 10, 11].

В соответствии с графиком вебинаров, подготовленным на основании программы и плана комплектования института развития на 2025 год, преподавателями проводятся данные занятия. Вебинары в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России для слушателей ДПО ведутся в двустороннем формате, общение слушатель – преподаватель может происходить посредством чата, а также посредством подключения видеосвязи со стороны слушателя. Записи вебинаров хранятся в личном кабинете слушателя ДПО в течение месяца. Также слушатели могут использовать материал, находящийся в личном кабинете (презентации, видеоролики, методический материал, нормативно-правовую литературу по теме занятия).

В конце каждой дисциплины слушатели проходят итоговый контроль, которой проходит в виде электронного тестирования. Слушатель отвечает на 30 вопросов, время на выполнения задания – 45 мин. На решение тестовых вопросов дается 3 попытки.

Проверка знаний, усвоенных слушателями в процессе переподготовки, в форме теста с оценкой «зачет», «незачет»:

- «незачет» – при правильных ответах менее 60 % ответов теста;
- «зачет» – при правильных ответах более 60 % ответов теста.

Автоматически слушателю проставляется оценка.

Последовательность и распределение прохождения тем учебной программы рекомендовано проводить в соответствии с последовательностью в тематическом плане и с учетом календарного учебного графика.

После изучения материала тем учебной программы слушатели направляются на стажировку, которая является одной из форм практического обучения и представляет собой индивидуальную работу слушателей в рамках функциональных обязанностей на соответствующую, по категории обучения, должность. Стажировка проводится под непосредственным руководством компетентных должностных лиц подразделений ГУ МЧС России (ответственный от принимающей организации) и под методическим руководством профессорско-преподавательского состава профилирующих кафедр университета. Работа слушателей регламентируется программой стажировки, распорядком дня и планом работы подразделения ФПС ГПС МЧС России. В ходе ее проведения, также, всесторонне изучаются деловые, моральные и личные качества слушателей для определения наиболее целесообразного использования их на службе.

По окончании стажировки слушатели составляют отчет о прохождении стажировки и представляют на профилирующую кафедру университета в установленный срок, для последующей защиты перед комиссией в составе представителей учебного отдела, подразделения осуществляющего практическое обучение, профилирующих циклов.

Итоговой аттестацией слушателей является защита выпускной аттестационной работы после сдачи итоговых экзаменов и зачётов по дисциплинам программы. Основой для выполнения выпускной аттестационной работы является базовая, теоретическая и практическая подготовка слушателей по изучаемым специальным дисциплинам.

Выпускная аттестационная работа организуется и проводится в соответствии с положениями Закона Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказа Министерства образования и науки РФ от 01.07.2013 №499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», приказом министерства образования и науки РФ от 15.11.2013 № 1244 «О внесении изменений в порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным

программам, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.07.2013 № 499» и другими нормативными правовыми актами Российской Федерации, Минобрнауки России и МЧС России.

Реализация данной программы с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий осуществляется в условиях функционирования электронной информационно-образовательной среды университета, обеспечивающей освоение слушателями МЧС России программ в полном объеме независимо от места их нахождения [12].

Такая форма обучения требует эффективного и качественного использования инновационных образовательных и информационных технологий в образовательном процессе. Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» и приказами Министерства образования и науки РФ определены и закреплены основные понятия в сфере организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам с применением электронного обучения и дистанционных технологий.

К преимуществам электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, на наш взгляд, можно отнести:

- быстрое и эффективное размещение и предоставление учебного контента слушателям;
- централизованное автоматизированное управление обучением;
- персонализация учебного контента и возможность его многократного использования;
- расширение диапазона средств организации взаимодействия между всеми участниками образовательного процесса.

Опыт работы Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России по реализации программ дополнительного профессионального обучения для слушателей МЧС России выявил также недостатки такой формы обучения. К ним можно отнести:

- проблему идентификации личности обучаемого;
- отсутствие внешней мотивации и недостаток контроля, характерного для очного обучения;
- отсутствие постоянной обратной связи между преподавателем и обучающимся;
- обязательное условие наличия у пользователя достаточной технической оснащенности рабочего места.

В России усиливается соединение высшего и дополнительного профессионального образования, поэтому, несмотря на текущие сложности, развитие ДПО в российских вузах определяется как перспективное и привлекательное в рамках реализации концепции «образования в течение всей жизни». Главная особенность непрерывного образования - его устремленность в будущее, ориентированность на решение проблем развития общества на основе использования полученных профессиональных знаний до получения высшей квалификации; переподготовку и переход к более сложной и престижной профессии – является основным мотиватором реализации всей концепции непрерывного образования в Российской Федерации.

Список источников

1. Губанова О.А., Зелинская И.А. Электронная информационно-образовательная среда в системе дополнительного профессионального образования для слушателей МЧС России: монография. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2023. 248 с.
2. Губанова О.А. Информационно-педагогические технологии в системе профессиональной подготовки курсантов вузов МЧС России: дис ... канд. пед. наук: 13.00.08 / О.А. Губанова. СПб., 2008. 154 с.

3. Зуев А.В., Алибеков А.А. Добровольная пожарная охрана в России: история, перспективы // Добровольная пожарная охрана: истоки, проблемы, перспективы. Материалы конференции. 2013. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России. С. 100–101.
4. Алибеков А.А., Мироньчев А.В., Губанова О.А. Защита территорий от ландшафтных пожаров (в том числе в Арктической зоне Российской Федерации) // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Арктика – регион стратегических интересов: правовая политика и современные технологии обеспечения безопасности в арктическом регионе: Тезисы междунар. конф.// СПбУГПС 2022. СПб., 2022. С.34-37.
5. Алибеков А.А., Губанова О.А. Основные требования к оперативным планам тушения пожаров зданий повышенной этажности // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Пожарная и экологическая безопасность зданий в России и ЕАЭС: Тезисы междунар. конф. // СПбУГПС 2023. СПб., 2023. С.104-105.
6. Алибеков А.А. Вопросы эффективности применения дыхательных аппаратов со сжатым кислородом в пожарно-спасательных подразделениях ГПС МЧС России// Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2021. г.СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России. С.189-193.
7. Воробейчикова О.П., Губанова О.А. Правовые аспекты социальных гарантий сотрудников Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы МЧС России// Право. Безопасность. Чрезвычайные ситуации. 2013 № 2 (19) С.58-63
8. Губанова О.А. История и реформирование пенсионного обеспечения в России // Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. 2018 № 2 (39). С.79-82.
9. Губанова О.А. Реформирование пенсионной системы в Российской Федерации // Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Тезисы междунар. конф.// СПбУГПС 2019. СПб., 2019. С.212-215.
10. Губанова О.А. Зарубежный опыт подготовки пожарных. Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2018 № 2. С.169-174.
11. Губанова О.А. Демография в России // Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. 2020. № 3 (48). С. 53–56.
12. Губанова О.А. Информационно-педагогические технологии в системе дополнительного профессионального образования слушателей МЧС России: монография. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2022. 176 с.

УДК 614.88

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ С УЧАСТИЕМ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Великокклад Татьяна Пименовна

Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, Москва, Россия

t.velikokklad@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрен учебно-методический подход к системе профессиональной подготовки пожарных и спасателей всех подразделений Государственной противопожарной службы, а также сотрудников единых дежурно-диспетчерских служб входящих в систему Министерства по чрезвычайным ситуациям РФ в области ликвидации пожаров с участием электромобилей, с целью формирования и освоения у них профессиональных компетенций.

Ключевые слова: дежурно-диспетчерские службы, литий-ионные аккумуляторные батареи, методические рекомендации, подготовка специалистов, пожарная безопасность, электромобили

EDUCATIONAL AND METHODOLOGICAL APPROACH TO THE SYSTEM OF TRAINING SPECIALISTS FOR EMERGENCY RESPONSE INVOLVING ELECTRIC VEHICLES

Velikokklad Tatiana P.

All-Russian Scientific Research Institute on Civil Defense and Emergency Situations of the Russian Ministry of Emergency Situations, Moscow, Russia

t.velikokklad@mail.ru

Abstract. The article considers an educational and methodological approach to the system of professional training of firefighters and rescuers of all departments of the State Fire Service, as well as employees of the unified duty and dispatch services included in the system of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation in the field of fire suppression involving electric vehicles, in order to form and master their professional competencies.

Keywords: duty control services, lithium-ion batteries, guidelines, specialist training, fire safety, electric vehicles

В последние десятилетие наблюдается значительный рост производства и продаж электротранспорта. Этот рост обусловлен переходом на новый качественный уровень технологий изготовления литий-ионных аккумуляторов, что позволяет существенно уменьшить их вес и объем при одновременном увеличении мощности и дальности пробега без подзарядки, а также снизить уровень загрязнения окружающей среды. Вместе с тем, электрические транспортные средства, хотя и обладают множеством преимуществ, тем не менее, сопряжены с нестандартными рисками. Необходимо подчеркнуть, что риск возгорания высокоэнергетических аккумуляторов представляет собой серьезную проблему для безопасности электротранспорта и его тушения. При этом стоит обратить внимание на то, что электромобили потребляют до 650 вольт постоянного тока, в то время как обычные бензиновые транспортные средства работают при 12/24 вольтах постоянного тока. Контакт человека с напряжением выше 110 вольт постоянного тока может привести к термическим и химическим ожогам, а иногда и летальному исходу, поэтому обучение пожарных-спасателей соблюдению мер безопасности при ликвидации чрезвычайных ситуаций с участием

электротранспорта является первоочередной задачей. Как известно, пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на классы. Возгорания, возникающие на электрооборудовании, относятся к пожарам класса – Е (горение объекта пожара, который находится под напряжением электрического тока) тушение которых, безусловно, имеет свои особенности.

Справедливости ради, необходимо сказать, что на сегодняшний день у пожарных-спасателей не разработан единый регламент по тушению пожаров на электротранспорте, поэтому они опираются на свой опыт, а также инструкции компаний-производителей. Вместе с тем, в настоящее время во всем мире ведутся активные работы по разработке эффективных технологий и материалов, а также методов и средств пожаротушения.

Стоит принять во внимание тот факт, что в Европейском союзе, при участии автомобильных клубов, были разработаны и приняты решения по внедрению «спасательного листа», на котором размещена информация (с помощью пиктограмм и знаков), нужная для пожарных-спасателей. В спасательном листе (или карте спасения) указаны места расположения усилений кузова электромобиля, количество и расположение топливного бака, аккумуляторной батареи, размещение подушек безопасности, газогенераторов, блоков управления, а также мест, в которых можно производить резку кузова электромобиля. При этом «спасательный лист», можно скачать с сайта производителя и распечатать на бумажном листе, или применить QR-код (код быстрого отклика) для получения информации по «спасательному листу». Для удобства доступа пожарных и спасателей к карте спасения, водителям рекомендуется размещать их за солнцезащитным козырьком электромобиля, лобовом стекле, наклеивать на среднюю стойку автомобиля (стойка рядом с водителем), на заднюю крышку топливного бака. Причем, расположение мест размещения наклеек обозначены в соответствии со статистикой повреждений электромобилей при ДТП, с учётом того, что хотя бы одна из наклеек всегда останется в зоне видимости при возгорании электромобиля [1].

Вместе с тем, стоит подчеркнуть, что сложность тушения таких транспортных средств заключается в конструкции литий-ионной аккумуляторной батареи, которая герметизирована для защиты от проникновения пыли, влаги и способна гореть без доступа кислорода, поскольку в ее составе уже имеются горючее вещество и окислитель. В тоже время, одной из основных причин пожара литий-ионных аккумуляторных батарей являются дорожно-транспортные происшествия с участием электромобилей, в результате которых разрушается корпус батареи, возникает пожар, при этом, выделяется большое количество токсичных газов, приводящих к отравлению не только водителя и находящихся в электротранспорте пассажиров, но и тех людей, которые оказались рядом.

Очевидно, что пожарная безопасность электротранспорта становится ключевым аспектом, требующим комплексного подхода к предотвращению инцидентов и быстрому реагированию в случае возникновения чрезвычайных ситуаций (далее-ЧС). Как известно, тактика ликвидации пожаров с участием электротранспорта отличаются от тактики тушения автомобилей с двигателем внутреннего сгорания, поэтому у пожарных-спасателей в обязательном порядке должно быть специальное оборудование для тушения электромобилей, включая изолирующие материалы, пожарные одеяла и прочее устройства. Поскольку в электромобилях присутствует высоковольтное напряжение, которое может представлять опасность, пожарных необходимо обучать технологиям дистанционного отключения высоковольтной системы, так как высокое напряжение и особенности конструкции электромобилей могут создавать опасности для пожарных, не имеющих достаточного опыта работы с такими транспортными средствами. Причем, для обеспечения безопасности пожарных-спасателей необходимо проводить профессиональную подготовку, не только по технологиям дистанционного отключения высоковольтной системы, но и тушению пожаров на электромобильном транспорте при дорожно-транспортных происшествиях, а также ликвидации пожаров на зарядных станциях и в подземных паркингах, так как в каждом случае имеется своя специфика [2].

В свою очередь, очень важно понимать, что ликвидация последствий дорожно-транспортных происшествий с участием электромобилей, требует высокой степени координации и между различными экстренными службами. Ведь, слаженность, оперативность и согласованность действий диспетчеров, спасателей, пожарных, медиков и инспекторов дорожно-патрульной службы играют ключевую роль в спасении жизней людей и минимизации ущерба от последствий автоаварий.

Вместе с тем, на данном этапе в нормативно-методической документации отсутствуют положения описывающие действия дежурно-диспетчерских служб (далее – ДДС) возникающие при чрезвычайных ситуациях, вызванных дорожно-транспортными происшествиями (далее-ДТП), с участием электромобилей. Хотя с ростом популярности электромобилей городские дежурно-диспетчерские службы, должны адаптировать свои протоколы ДТП под аварии с участием таких транспортных средств. К тому же, для повышения уровня межведомственного взаимодействия специалистов всех экстренных служб при реагировании на дорожно-транспортные происшествия и оказания помощи пострадавшим, необходимо разрабатывать не только новые методические рекомендации, а также вносить изменения и дополнения в нормативно-правовые акты всех экстренных служб, принимающих участие в процессе ликвидации пожаров на электротранспорте [3, 4, 5].

При этом образовательным организациям, требуется разрабатывать учебно-методический материал, охватывающий широкий спектр действий дежурно-диспетчерских служб при чрезвычайных ситуациях с участием электромобилей, для обучения сотрудников ДДС, в том числе и совместно с сотрудниками аварийно-спасательных служб. Ведь, при передаче вызова пожарным-спасателям, и неукоснительного соблюдения правила «золотого часа», диспетчера обязаны предоставить подробную информацию о дорожно-транспортном происшествии, которая включает в себя (тип и модель электромобиля, его состояние, расположение батареи и другие данные), а также согласовать действия с пожарными для безопасного проведения аварийно-спасательных работ и деблокировки пострадавших.

Также важным вопросом является и интеграция искусственного интеллекта в деятельность единых дежурно-диспетчерских служб, который позволит анализировать данные с датчиков и камер, прогнозировать и предупреждать о потенциальных проблемах (перебои в работе инфраструктуры или массовые скопления людей), повысить автоматизацию процессов как обработка звонков или создание отчетов.

Безусловно, особого внимания заслуживают вопросы профессиональной подготовки пожарных-спасателей. Очевидно, что для проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения электромобилей, нужно иметь специальные навыки, обладать знаниями о конструктивных особенностях и инженерных коммуникациях существующих электромобилей, содержать более широкий спектр данных о процессах и явлениях, связанных с электроустановками, силовыми агрегатами на электротяге, а также физико-химических взаимодействиях материалов [6].

В тоже время, учитывая особенности ликвидации пожаров на электромобилях, требуется разработать методики тушения таких транспортных средств, в том числе в подземных паркингах жилых домов и торговых центрах, а также методики тушения зарядных станций, процедуру эвакуации и хранения электромобилей с поврежденными высоковольтными компонентами, методику проведения спасательных работ с целью повышения у специалистов уровня знаний, умений, опыта и навыков в этом направлении. Необходимо проводить подготовку пожарных-спасателей, как в рамках дополнительного профессионального образования, так и на базовом уровне. Следует иметь в виду, что учеба в рамках дополнительного профессионального образования в дистанционной форме (система интернет) где размещаются обучающие ресурсы (видео-лекции, тесты, задания и пр.), очень удобна, поскольку нет необходимости отрываться от дома на значительное время и расстояние, как это принято при базовом обучении, но и она имеет свои недостатки. К таким очень серьезным недостаткам относиться невозможность работать с каждым слушателем индивидуально для лучшего усвоения изучаемого материала, кроме того,

система интернета не дает возможность отрабатывать практические навыки. Несомненно, что полноценная подготовка специалиста должна состоять из теоретической части, практических занятий в учебном классе, и групповых практических занятий на учебно-тренировочном полигоне. Кроме того, к ведению занятий следует привлекать преподавателей, имеющих большой опыт по проведению аварийно-спасательных работ.

В свою очередь, образовательным заведениям требуется разрабатывать учебные планы, а также учебный материал, позволяющий охватить широкий спектр знаний, умений и навыков, для формирования профессиональных компетенций. Целесообразно совершенствовать учебно-тренировочные полигоны и материально-технические базы учебных заведений, закупать аварийно-спасательный инструмент и оборудование, многофункциональные тренажерные комплексы электромобилей для усовершенствования практических навыков при профессиональной подготовке специалистов. Обучающимся в обязательном порядке надлежит отрабатывать навыки по идентификации аварийного транспортного средства, полагаясь, в том числе на теоретические знания и на свою память, кроме того используя спасательные листы. После идентификации и определения модели и марки транспортного средства, пожарные-спасатели должны вспомнить устройство данного автомобиля, определённую документацию, изученную ранее, например, «Руководство для служб экстренного реагирования», в котором изложены конструктивные особенности данного электромобиля, с целью безопасного проведения работ по обездвиживанию, стабилизации, обесточиванию ТС, а также имитации тушения пожара на электромобильном транспорте. Вместе с тем, в зависимости от исходного сценария, обучающиеся самостоятельно смогут определять тактику действий, осуществлять выбор аварийно-спасательных средств и оборудования.

Таким образом, для профессиональной подготовки сотрудников всех экстренных служб, органов и подразделений Министерства по чрезвычайным ситуациям РФ, для ликвидации ЧС с участием электротранспорта, необходимо разрабатывать в полном объеме методические рекомендации для всех экстренных служб, учебно-методические материалы (учебники, учебные пособия, монографии, компьютерные программы, видеоматериалы и пр.), охватывающие широкий спектр действий при тушении электрокаров и зарядных устройств. Вносить дополнения в нормативные документы по проведению аварийно-спасательных работ, а также изменения к требованиям пожарной безопасности электромобилей. Необходимо разработать тактические методы тушения электромобилей и зарядных устройств, в том числе в подземных паркингах. Вместе с тем проводить профессиональную подготовку сотрудников всех подразделений Государственной противопожарной службы (ГПС), как на базовом уровне, так и в рамках дополнительного профессионального образования. При этом для улучшения межведомственного взаимодействия специалистов экстренных служб рекомендуется ежегодно проводить совместные учения и тренировки.

Несомненно, лишь комплексный учебно-методический подход к подготовке сотрудников всех экстренных служб, органов и подразделений Министерства по чрезвычайным ситуациям РФ, позволит сформировать профессиональные компетенции, связанные с ликвидацией дорожно-транспортных происшествий с участием электромобильного транспорта.

Список источников

1. ГОСТ Р. 22.8.12-2022 «Карта спасения для транспортного средства. Термины и определения. Общие требования к кодификации, маркировке и идентификации». Электронный ресурс, режим доступа: <https://mchs.gov.ru>. Дата обращения 04.03.2025.
2. Великоклад Т.П. Проблемы, возникающие при тушении электромобилей и зарядных станций в подземных паркингах // Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». № 1 – 2025. С. 29
3. ГОСТ Р. 22.7.01-2021 Безопасность в чрезвычайных ситуациях Единая дежурно-диспетчерская служба. Основные положения Электронный ресурс, режим доступа: <https://mchs.gov.ru>. (дата обращения 22.03.2025).

4. Методические рекомендации по совершенствованию и развитию единых дежурно-диспетчерских служб муниципальных образований субъектов Российской Федерации Электронный ресурс, режим доступа: <https://mchs.gov.ru>. (дата обращения 22.03.2025).

5. Методические рекомендации по организации действий органов государственной власти и органов местного самоуправления при ликвидации чрезвычайных ситуаций Электронный ресурс, режим доступа: <https://mchs.gov.ru>. (дата обращения 22.03.2025).

6. Великоклад Т.П. Особенности организации профессиональной подготовки специалистов по выполнению аварийно-спасательных работ на электромобильном транспорте // Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». № 6-2024. С. 46.

УДК 614.88

НЕОБХОДИМОСТЬ ОСНАЩЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ БАЗ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ НОВЫМИ ВИДАМИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УЧЕБНО-ТРЕНАЖЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Великокклад Татьяна Пименовна

Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, Москва, Россия

t.velikokklad@mail.ru

Аннотация. В статье проанализированы вопросы, касающиеся оснащения материально-технических баз учебных заведений МЧС России новыми типами тренажерных комплексов электромобилей, устройствами и техническими средствами, для повышения эффективности обучения и формирования профессиональных компетенций у пожарных-спасателей при тушении пожаров на электромобильном транспорте.

Ключевые слова: материально-технические базы, образовательные организации, подготовка специалистов, пожарные-спасатели, тренажерные комплексы, тушение электромобилей, электробусов

THE NEED TO EQUIP THE MATERIAL AND TECHNICAL BASES OF EDUCATIONAL ORGANIZATIONS WITH NEW TYPES OF MULTIFUNCTIONAL ELECTRIC VEHICLE TRAINING COMPLEXES

Velikokklad Tatiana P.

All-Russian Scientific Research Institute on Civil Defense and Emergency Situations of the Russian Ministry of Emergency Situations, Moscow, Russia

t.velikokklad@mail.ru

Abstract. The article analyzes issues related to equipping the material and technical bases of educational institutions of the EMERCOM of Russia with new types of electric vehicle training complexes, devices and technical means to improve the effectiveness of training and the formation of professional competencies among firefighters and rescuers when extinguishing fires in electric vehicles.

Keywords: material and technical bases, educational organizations, training of specialists, firefighters, rescuers, training complexes, extinguishing electric vehicles, electric buses

Сегодня ценность безопасности и человеческой жизни приобретает особое значение, вопросы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций с участием электротранспорта становятся еще более актуальными. При этом интересно отметить, что в настоящее время применение электротранспорта, в том числе и электробусов, является общемировой тенденцией. Интенсивному использованию данного типа транспорта способствуют сокращение выбросов парниковых газов и вредных веществ. Стоит отметить, что в 2020 году продажи электромобилей в мире составили 4,2 % общего объема глобального рынка легкового транспорта, что соответствует объему в 3,1 млн. электромобилей. Вместе с тем, ожидаемые институциональные изменения и технологические прорывы на мировом рынке, безусловно, приведут к тому, что отрасль в ближайшие годы перейдет от стадии роста к стадии массового производства электромобилей. Причем, в отдельных регионах мира, таких как страны Западной Европы и Китай, перелом рынка уже начался.

В свою очередь, согласно Концепции по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта до 2030 года в Российской Федерации

произошло увеличение парка транспортных средств с электроприводом и высоковольтными компонентами. В соответствии с показателями по выпуску электрического автомобильного транспорта и развитию зарядной инфраструктуры на период 2021-2024 годов, было произведено не менее 25 тысяч электротранспортных средств, и введено в эксплуатацию не менее 9,4 тысяч зарядных станций, в том числе не менее 2,9 тысяч быстрых зарядных станций [1]. Безусловно, переход на качественно новую ступень технологии производства литий-ионных аккумуляторов, обеспечил высокий уровень функциональности электромобилей. Однако риск возгорания и сложность тушения высокоэнергетических аккумуляторов стали серьезной проблемой безопасности этого вида транспорта. Следует отметить, что сейчас производители электромобилей для защиты от возгораний, вследствие теплового разгона и последующего воспламенения аккумуляторных батарей оснащают ячейки электронными блоками, контролирующими температурные режимы. При повышении температуры в ячейках электрическая цепь разрывается, обеспечивая остановку химических реакций. Однако данные конструктивные особенности не всегда способны исключить внешние воздействия с последующим возгоранием батарей.

Необходимо подчеркнуть, что тушение пожаров электротранспорта по сравнению с пожарами на автомобилях с бензиновыми или дизельными двигателями имеют ряд отличительных особенностей. Сложность тушения электромобилей обусловлена тем, что повреждение аккумулятора может сопровождаться выделением опасного токсичного газа, возгоранием, струйным пламенем и взрывом. Учитывая, что при воспламенении аккумуляторная батарея уже находится в состоянии теплового разгона, то основной задачей огнетушащего вещества является резкое снижение ее температуры, но сложность заключается в том, что аккумуляторный блок расположен внутри и недоступен для огнетушащих веществ, подающихся снаружи. К тому же, тепловыделение при пожаре электромобиля в 1,5-2,5 раза (а с учетом срока эксплуатации аккумулятора этот коэффициент обычно достигает до 5 и более) превышает тепловыделение запаса бензина (для аналогичной дальности пробега). Поэтому для охлаждения аккумулятора, при тушении пожара электромобиля и предотвращении повторного его возгорания требуется кратное увеличение количества огнетушащего вещества, относительно тушения обычного автомобиля. На сегодняшний день, пожарные-спасатели для тушения электромобилей в качестве огнетушащего вещества применяют воду, так как она обладает высокой теплоемкостью и доступностью. Однако и вода в данном случае неидеальна, из-за высокой подвижности и низкой смачивающей способности, что приводит к ее большому расходу [2].

Несомненно, с развитием и ростом производства электротранспорта, а также с возникающей необходимостью ликвидировать пожары при чрезвычайных ситуациях на этом виде транспорта, пожарным и спасателям требуется совершенствовать профессиональную подготовку в этом направлении, поскольку тактика ликвидации пожаров на электротранспорте отличается от традиционных методов тушения автомобилей с двигателем внутреннего сгорания. При этом важно понимать, что опасность тушения возгорания электромобиля связана с высоким риском поражения электрическим током от высоковольтных систем, в результате чего пожарные-спасатели могут получить ожоги различной степени тяжести, вплоть до летального исхода. По этой причине, возгорание возникающие на электрооборудовании относят к отдельному классу пожаров-Е, тушение которых, имеет свою специфику, и первоочередной задачей для пожарных-спасателей, является соблюдение правил техники безопасности [3]. В свою очередь, детальное изучение причин возгораний электромобильного транспорта позволит определить закономерности свойственные данным типам технических средств и разработать последовательность действий для пожарных-спасателей, так как на сегодняшний день, нет единой методики по отработке всего алгоритма аварийно-спасательных работ при тушении пожара на электротранспорте.

Очевидно, что для приобретения опыта тушения электромобилей, пожарным-спасателям требуются дополнительные навыки и соответствующая подготовка. Обучающиеся должны обладать не только теоретическими знаниями, включающими в себя информацию о различных марках электромобилей, данных о процессах и явлениях связанных с электроустановками и силовыми агрегатами на электротяге, физико-химическими взаимодействиями огнетушащих веществ, но и обязательно отрабатывать практические навыки на многофункциональных учебно-тренировочных комплексах электромобилей. При этом нельзя не признать, что качество подготовки пожарных и спасателей, приобретение опыта работы в экстремальных условиях, напрямую зависит от уровня оснащения материально-технических баз образовательных организаций многофункциональными учебно-тренажерными комплексами, оборудованием и специальными устройствами. В свою очередь, пожарным-спасателям надлежит оттачивать мастерство по идентификации электротранспортных средств, применяя при этом программное обеспечение, установленное на планшете или мобильном устройстве, а также по расположению различных вариантов аккумуляторных батарей, основных узлов и агрегатов, практиковать навыки проведения работ по имитации тушения пожара. Поскольку в электромобилях присутствует высоковольтное напряжение, которое представляет опасность, пожарным необходимо овладеть технологиями дистанционного отключения высоковольтной системы в автомобилях на электротяге, например, через приложение производителя или систему аварийной помощи. К тому же, после ликвидации пожара на электромобиле возможно повторное возгорание силовой батареи, поэтому обучающиеся должны отрабатывать как процедуру погружения такого транспортного средства в специальный контейнер с водой, так и транспортировку к месту хранения поврежденного электротранспорта.

Требуется подчеркнуть, что сложность тушения электромобилей заключается еще и в том, что литий-ионная аккумуляторная батарея защищена ударопрочной противопожарной конструкцией и способна гореть без доступа кислорода, поскольку в ее составе уже имеется горючее вещество и окислитель. Следовательно, при тушении электромобилей, необходима подача огнетушащих средств именно в зону горения. Для этого применяют специальные устройства (пробивной ствол), позволяющий путем установки под аккумуляторную батарею производить пробивку корпуса и обеспечивать подачу огнетушащих средств непосредственно в ячейки аккумуляторной батареи. Стоит отметить, что конструкция ствола позволяет спасателям-пожарным охлаждать аккумуляторные батареи с помощью воды и тушить возгорание с безопасного расстояния 7 метров [4].

Вместе с тем, при проведении аварийно-спасательных работ, специалисты должны знать конструктивные особенности различных электромобилей, так как во многих марках определены «зоны без порезов» из-за высокого напряжения газовых стоек и опасности срабатывания SRS или подушек безопасности, пробивка корпуса электромобиля для подачи огнетушащих средств, может привести к серьезным травмам или летальному исходу. При этом важно понимать, что применение данного метода целесообразно при тушении легковых электромобилей и невозможно применять при тушении электробусов. Так как тушение электробусов имеет значительные сложности, связанные как с местами расположения аккумуляторных батарей (на крыше или в боковых секциях), так и с предъявляемыми требованиями к высоте пола электробуса для обеспечения легкого доступа в салон пассажиров, особенно людей с ограниченными возможностями.

Безусловно, в сегодняшних реалиях также и пожарная безопасность электробусов становится ключевым аспектом, требующим комплексного подхода к предотвращению инцидентов и быстрому реагированию в случае возникновения возгораний. Готовность к ликвидации чрезвычайных ситуаций с участием электробусов, должна включать в себя не только подготовку пожарных и спасателей, сотрудников аварийных служб, но и обучение персонала транспортных компаний. Ведь при возгорании электробусов, происходит потеря видимости в салоне, выделяются опасные для человека концентрации кислорода,

углекислого газа, угарного газа, и пожар обычно развивается по двум сценариям, в заднем или боковом отсеке и верхней части электробуса, в зависимости от расположения литий-ионных батарей. Следовательно, обучающимся необходимо отрабатывать сценарии эвакуации пассажиров с горящего электробуса на современных тренажерных комплексах для обеспечения их безопасности, практиковать навыки по оказанию первой медицинской помощи и экстренной психологической поддержки. Такие практические мероприятия, будут направлены на успешное выполнение поставленных задач в условиях нестандартных ситуаций, связанных с ликвидацией возгораний на электротранспорте.

Нельзя не признать, что при совершенствовании профессиональной подготовки пожарных-спасателей, связанной с тушением электрокаров, обучающиеся смогут приобретать практический опыт ликвидации пожаров, только на новых типах тренажерных комплексов, устройствах и технических средств. Поэтому, образовательным организациям необходимо оснащать свои материально-технические базы многофункциональными тренажерными комплексами электромобилей и современным оборудованием, а также улучшать учебно-тренировочные полигоны для отработки различных сценариев. Стоит отметить, что по данным Пекинского технологического института 38,5% – пожаров электротранспорта происходит в местах стоянки, 27,5% – в процессе зарядки аккумуляторных батарей. Также в данных исследованиях акцентируется внимание на особенностях эксплуатации электробусов в холодный период времени, так как именно в этот период возникает повышенный риск возгораний электротранспорта в процессе зарядки литий-ионных аккумуляторных батарей [5].

Безусловно, для обучающихся, многофункциональные учебно-тренажерные комплексы электробусов необходимы и для проработки таких сценариев как:

- тушение возгораний в местах стоянки и зарядки таких транспортных средств;
- ликвидация пожаров в литий-ионных аккумуляторных батареях, расположенных на крыше и в боковых панелях электробусов;
- отработка навыков по отслеживанию динамики развития тепловых и электрических процессов возникающих при переходе силовых батарей в аварийный режим работы;
- определение мест расположения силовых батарей и осуществление контроля над их состоянием;
- определение мест наибольшего термического воздействия и перехода батарей в аварийный режим работы после охлаждения (тушения);
- определение эффективности различных огнетушащих веществ, используемых для охлаждения (тушения) силовых батарей;
- отработка тактики предотвращения повторного самовозгорания электробуса;
- тренировка навыков введения огнетушащих веществ, для наиболее эффективного охлаждения силовых батарей;
- тактику действий по защите пострадавших в результате чрезвычайных ситуаций при возгорании электробусов и троллейбусов с автономным ходом.

Таким образом, в связи с увеличением количества электротранспорта в Российской Федерации, а также особенностями и сложностью тушения этого вида транспорта, учебным заведениям необходимо развивать учебно-тренировочные полигоны, оснащать материально-технические базы современными многофункциональными тренажерными комплексами (электромобилей, электробусов), пробивными стволами, макетами зарядных станций, техническими средствами и оборудованием. Безусловно, все это даст возможность погрузить обучающихся в условия реальной обстановки, позволит сформировать базовое мышление по отработки всего алгоритма аварийно-спасательных работ при тушении пожаров на электротранспорте, получить опыт и практические навыки с различным оборудованием для работы в экстремальных условиях.

Список источников

1. Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года // Утв. распоряжением Правительства РФ от 23 августа 2021 г. № 2290-р. (Дата обращения: 03.03.2025).
2. Руководство по действиям в чрезвычайных ситуациях для Tesla Model S (модель 2021 года) Tesla Inc. 2021. Emergency response guide Model S (model of 2021). Online: <https://www.tesla.com/firstresponders>. Accessed: 2022/11/29.
3. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // Гарант. ру: инф.-прав. портал. URL: <https://clck.ru/34X4rc> (дата обращения: 18.02.2025).
4. Великоклад Т.П. Особенности организации профессиональной подготовки специалистов по выполнению аварийно-спасательных работ на электромобильном транспорте // Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». № 6-2024. С. 46.
5. Опубликованная статистика по возгораниям электрокаров в Китае: BYD и GAC в топе. URL: <https://matador.tech/news/v-kitae-opublikovali-statistiku-po-vozgoraniam-elektrokarov-byd-i-gac-v-tope> (дата обращения: 03.03.2025).

УДК 614.841.33

ПЛАНИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ КОНТРОЛЬНЫХ (НАДЗОРНЫХ) МЕРОПРИЯТИЙ В ОТНОШЕНИИ ВОДОРОДНЫХ ЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

Егоров Андрей Александрович¹; Фомин Александр Викторович²

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹andreey-e@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2495-3829>

²fomin.a@igps.ru <https://orcid.org/0000-0001-6093-1446>

Аннотация. В статье рассматривается способ снижения пожарной опасности водородных заправочных станций, основанный на изменении величины показателя тяжести потенциальных негативных последствий пожара при отнесении ВЗС к определенной категории риска посредством использования программного обеспечения. Приводится его обоснование для снижения трудозатрат при планировании контрольных (надзорных) мероприятий на ВЗС должностными лицами органов государственного пожарного надзора.

Ключевые слова: водород, заправочная станция, программное обеспечение, риск-ориентированный подход

PLANNING AND IMPLEMENTATION OF CONTROL (SUPERVISORY) MEASURES IN RELATION TO HYDROGEN FILLING STATIONS

Egorov Andrey A.¹; Fomin Alexandr V.²

^{1,2}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹andreey-e@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2495-3829>

²fomin.a@igps.ru <https://orcid.org/0000-0001-6093-1446>

Abstract. The article discusses a way to reduce the fire hazard of hydrogen gas stations based on reducing the category of fire risk through the use of software. Its justification is given for reducing labor costs during control (supervisory) activities by employees of the Federal State Fire Supervision.

Keywords: hydrogen, refueling station, software, risk-based approach

Безопасность объектов защиты представляет из себя одну из важных задач, направленную на сохранение жизни и здоровья граждан и имущества. Ключевым моментом данного вопроса является создание и развитие мер по предупреждению и предотвращению объектов защиты от взрывопожароопасных ситуаций, в виде контрольных (надзорных) мероприятий [1].

Развитие водородной промышленности представляет актуальную задачу. Следует учесть, что для обеспечения безопасности данных объектов необходимо их проектирование и создание новых видов промышленных сооружений [2]. Такими объектами являются водородные заправочные станции (далее – ВЗС), основное предназначение которых - для дозированной подачи водорода потребителю, включающий в себя стационарное оборудование для производства, сжатия, хранения и раздачи водорода, используемого в качестве топлива для наземных транспортных средств. Для определения особенностей указанных объектов защиты также необходимо проведение контрольных (надзорных) мероприятий с учетом риск-ориентированного подхода.

Однако из-за отсутствия нормативного правового обеспечения ВЗС, требуется разработка мер и рекомендаций. Таковым может являться создание программного обеспечения, которое может рассчитать необходимые критерии для указанного объекта. В статье [3] приведено описание реализации, визуальных форм и расчета значения, который опирается непосредственно на показатель тяжести негативных последствий пожаров.

Соответственно, для определения категория риска, необходимо рассчитать индекс индивидуализации, который определяется по формуле:

$$U_{\text{инд}} = \sum_{j=1}^M I_{\text{рпв}} + \sum_{i=1}^M I_{\text{крд}} \quad (1)$$

где M – общее количество учтенных индикаторов риска причинения вреда (ущерба);

$I_{\text{рпв}}$ – индикаторы риска причинения вреда (ущерба), отражающие индивидуальные характеристики объекта защиты;

N – общее количество критериев добросовестности;

$I_{\text{крд}}$ – критерии добросовестности, характеризующие вероятность несоблюдения на объекте защиты обязательных требований пожарной безопасности.

Показатель тяжести негативных последствий ($K_{\text{г.т.}}$) – основание для введения или изменения категории риска и необходим для определения величины ожидаемого риска негативных последствий пожаров. С учетом индекса индивидуализации данное значение ($K_{\text{г.т.инд}}$) рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{г.т.инд}} = K_{\text{г.т.}} + U_{\text{инд}} \quad (2)$$

где $K_{\text{г.т.}}$ – базовый показатель тяжести потенциальных негативных последствий пожара;

$U_{\text{инд}}$ – индекс индивидуализации подконтрольного лица.

Порядок определения категории представлен в приложении №2 постановления Правительства Российской Федерации №290 от 12.04.2012 «О федеральном государственном пожарном надзоре» [4]. Но для определения категории риска для ВЗС в него необходимо внести одну из вводных для критерия добросовестности, такую как «Наличие на объекте защиты расчетов и материалов», которая основана на величине поражения ВЗС.

Введение объясняется необходимостью повышения уровня их пожарной безопасности, с учетом особенностей физико-химических свойств водорода и конструктивными характеристиками заправочной станции. Величина поражения определяется по следующей формуле:

$$R_{\text{в}} = \frac{t}{N} \left(\frac{2R_3}{tL} N_i \right) \quad (3)$$

где t – анализируемый период времени;

N – количество объектов защиты в стране;

R_3 – радиус взрыва;

L – вероятность наступления события ЧС;

N_i – количество пострадавших в селитебной зоне в результате воздействия опасных факторов пожара, взрыва на ВЗС [5].

Расчет величины поражения подразумевает вычисление величины поражения объекта защиты. Проведя расчет на основании среднестатистических данных по расположению и эксплуатации ВЗС в стране, выявлено, что значение $R_{\text{в}}$ равно 9.

Для этого, подставляем значения, ориентируясь на карту и известные значения. Программное обеспечение (далее - ПО), в форме калькулятора риска предполагает наличие данных, определяющих индекс индивидуализации и критерий добросовестности. Соединение этих данных позволяет выявить категорию риска объекта защиты. В результате получаем следующее значение:

$$R_{\text{в}} = \frac{365}{1} \left(\frac{2 \cdot 200}{365 \cdot 4640,7} \cdot 100 \right) = 8,62 \approx 9 \quad (4)$$

Расчет данного значения предполагает, что по формуле (4) проводятся следующие значения:

1. Рассматриваемый период времени (t) составляет 365 дней, т.к. ВЗС эксплуатируется круглосуточно и круглогодично.

2. Количество объектов защиты, ввиду их ограниченного использования устанавливается в виде значения 1, так как в Российской Федерации к моменту написания данной работы официально функционирует только одна ВЗС.

3. Радиус взрыва определяется по Методике и составляет в селитебной зоне 200 м.

4. Вероятность наступления события ЧС рассчитывается из частоты разгерметизации помноженной на отношение произведения радиуса взрыва и диаметра огненного шара к 100 процентам и составляет 4640,7. Огненный шар присутствует ввиду множества примесей в составе водорода из-за способов его добычи.

5. Количество пострадавших в селитебной зоне в результате воздействия опасных факторов пожара, взрыва на ВЗС и рассчитывается посредством Методики, а именно рассматривается местонахождение объекта защиты и сооружения, расположенные рядом с ним. Учитывая в зоне поражения наличие двух АЗС, автомобильного салона, части Пулковского шоссе и железной дороги, приблизительное количество пострадавших будет равняться 100.

Значение величины поражения, а значит одного из критериев добросовестности, необходимо вставить в программное обеспечение, но в отрицательном значении. Соответственно, критерий добросовестности в ПО будет равен -9. Это связано с тем, что при расчете категории риска отрицательное значение будет влиять непосредственно на периодичность проведения контрольных (надзорных) мероприятий в отношении ВЗС, а именно воздействовать на снижение категории риска.

Имея данное значение в программном обеспечении, государственный инспектор по пожарному надзору при определении категории риска на ВЗС, сможет снизить категорию риска с высокого на значительный. Учитывая это, в связи действующими нормами постановления Правительства Российской Федерации №336 от 10.02.2022 «Об особенностях организации и осуществления государственного контроля (надзора), муниципального контроля» исключает проведение планового контрольного (надзорного) мероприятия, и вместо него необходим профилактический визит [6].

Проведенное исследование позволяет сократить трудозатраты государственного инспектора по пожарному надзору при определении периодичности плановых контрольных (надзорных) мероприятий, что в свою очередь сократит количество пожароопасных ситуаций на ВЗС.

Список источников

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 17.08.2016 № 806 «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора)» [Электронный ресурс] URL: <https://base.garant.ru/71473944/> (дата обращения: 11.03.2025).

2. Егоров А.А., Тимошенко А.Л., Фомин А.В. Оценка пожарного риска на водородных заправочных станциях. Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Арктика – регион стратегических интересов: правовая политика и современные технологии обеспечения безопасности в Арктическом регионе: материалы Международной научно-практической конференции. материалы Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2022. С. 213-216.

3. Егоров А.А., Фомин А.В., Кондрашин А.В. Программная реализация методики оценки пожарной опасности водородных заправочных станций. Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Пожарная и экологическая безопасность зданий в России и ЕАЭС. Санкт-Петербург, 2023. С. 162-164.

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 12.04.2012 № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре» [Электронный ресурс] URL: <https://base.garant.ru/70161266/> (дата обращения: 19.03.2025).

5. Фомин А.В., Егоров А.А. Оценка пожарной опасности водородных заправочных станций // Проблемы управления рисками в техносфере. 2023 № 2 (66). С. 159–166.

6. Постановление Правительства Российской Федерации от 10 марта 2022 г. № 336 «Об особенностях организации и осуществления государственного контроля (надзора), муниципального контроля» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] URL: <https://base.garant.ru/403681894/> (дата обращения: 19.03.2025).

УДК 614.84

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ КРУПНЫХ СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Балобанов Андрей Александрович¹; Канавичев Владислав Сергеевич²

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹andrey.balobanov.92@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7149-8489>

²kvlad04@gmail.com

Аннотация. Пожары на территории крупных складских помещений приводят к значительным экономическим и экологическим последствиям. С экономической точки зрения они вызывают прямые и косвенные убытки.

Экологические последствия включают загрязнение атмосферы и водных источников токсичными продуктами горения, что впоследствии несет колоссальный вред здоровью населения и экосистеме.

Ключевые слова: пожар, последствия, экономический ущерб, экологический ущерб, последствия, складские площадки, производственные площадки

ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF FIRES IN LARGE WAREHOUSES

Balobanov Andrey Al.¹, Kanavichev Vladislav S.²

^{1,2}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹andrey.balobanov.92@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7149-8489>

²kvlad04@gmail.com

Abstract. Fires in large warehouses lead to significant economic and environmental consequences. From an economic point of view, they cause direct and indirect losses.

Environmental consequences include pollution of the atmosphere and water sources by toxic combustion products, which subsequently causes enormous harm to public health and the ecosystem.

Keywords: fire, consequences, economic damage, environmental damage, consequences, storage sites, production sites

Ежегодно на территории РФ происходит более трехсот тысяч зарегистрированных пожаров различных типов сложности и масштаба. В зависимости от множества различных факторов каждый из них несет целый ряд последствий негативного характера. Последствия пожаров, затрагивающих частный сектор (квартиры, жилые дома), в масштабах страны мало ощутимы, они несут последствия частного спектра. Возгорания критически важных и потенциально опасных объектов, как правило, не просто заметны, но и несут в себе ощутимый ущерб различного вида.

Причиненный ущерб можно разделить на две основных групп:

- экономический – различные виды разрушений и аварий в ходе прямого контакта с эпицентром событий и различные последствия для всех экономических процессов, как объекта экономики, так и страны;

- экологический – выбросы продуктов горения в окружающую среду, в том числе необратимые изменения в экосистеме.

Согласно статистических данных за период 2019-2023 годов наблюдается нисходящий тренд по количеству пожаров и экономическому ущербу, однако, экологический ущерб от них неизбежно растет (рисунок 1, 2) [1].

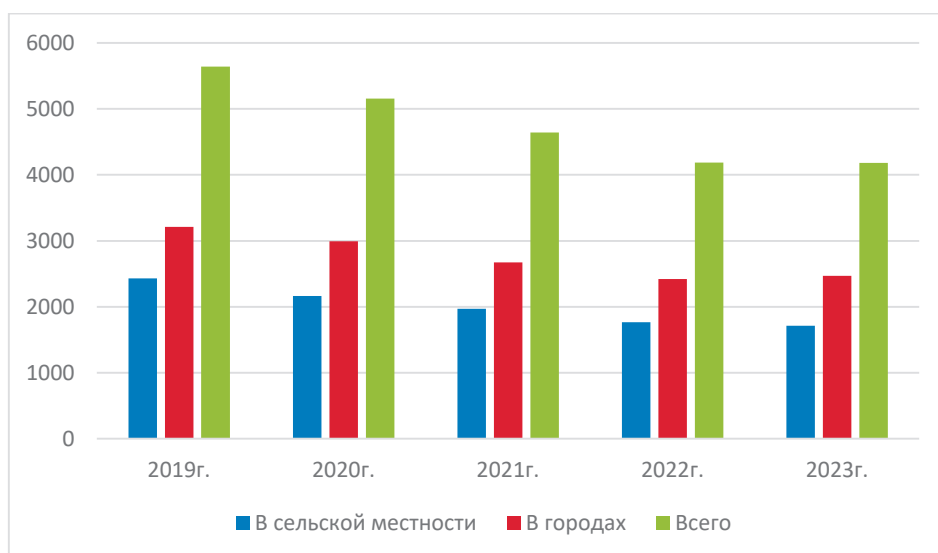


Рис. 1. Статистические данные по количеству пожаров за 2019–2023 гг.

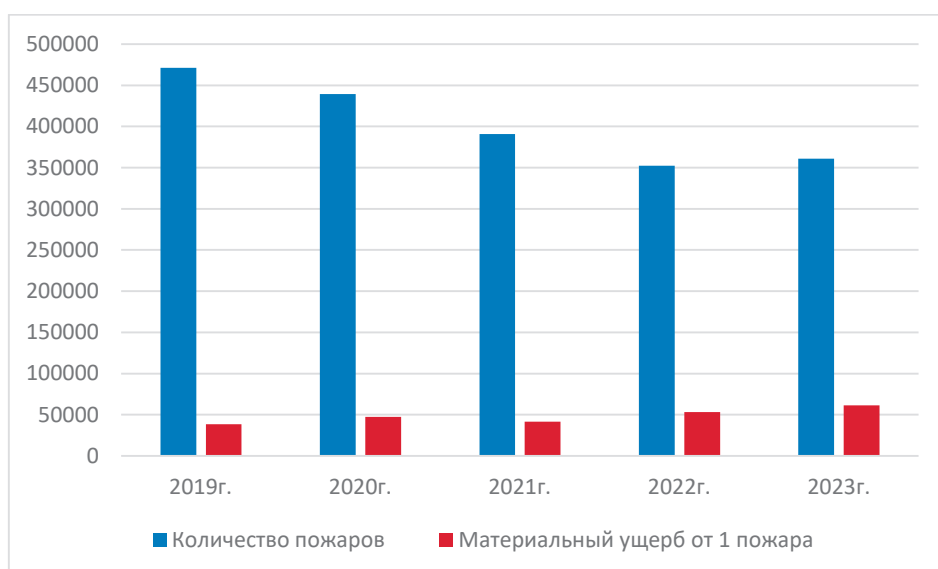


Рис. 2. Статистические данные по количеству пожаров и средний материальный ущерб от одного пожара за период 2019 – 2023 гг.

Крайне актуальным в настоящее время с точки зрения экономического и экологического ущерба встает вопрос о пожарах, возникающих на площадях, отведенных под складские и производственные площадки [2]. В период с 2019 по 2023 год количество таких пожаров от общего числа зарегистрированных составляло от 1495 до 2203 (0,33%–0,61%).

Таблица 1

Распределение основных показателей обстановки с пожарами за 2019-2023 гг.

Объект пожара	Количество пожаров ед./% от общего количества пожаров Прямой материальный ущерб тыс.руб./% от общего ущерба Погибло чел./% от общего количества погибших									
	2019		2020		2021		2022		2023	
Здание производственного назначения	3546	0,75	3438	0,78	3589	0,92	1949	0,55	2168	0,60
	2089945	11,50	7132712	34,17	1783532	10,98	3764821	20,13	4404236	19,86
	72	0,84	83	1,00	110	1,30	32	0,41	30	0,38
Складские здания, сооружения	1579	0,33	1495	0,34	1462	0,37	767	0,22	2203	0,61
	5054754	27,82	3458332	16,57	2848908	17,53	1654689	8,85	2162714	9,75
	23	0,27	16	0,19	17	0,20	10	0,13	57	0,73

Так, в 2023 году общее количество пожаров на территории производственных зданий и складов составляло 1,4 % от общего числа пожаров (рис. 3).

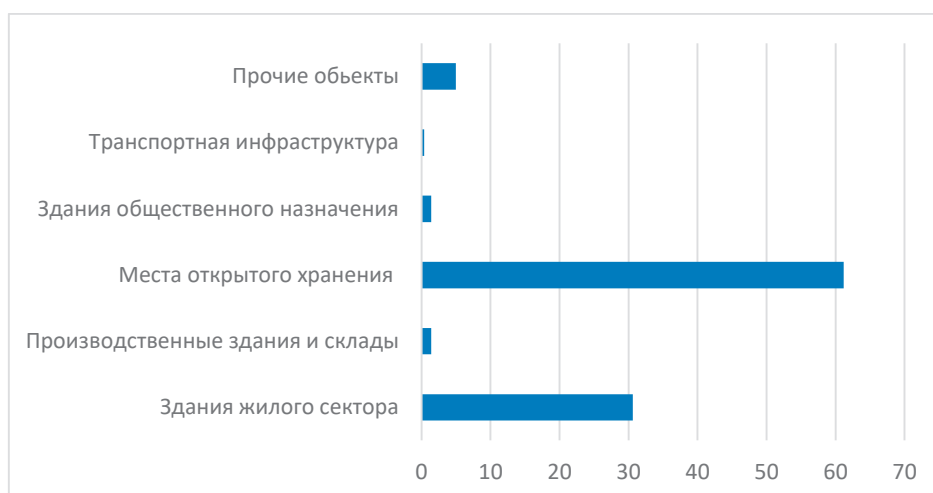


Рис. 3. Статистические данные по количеству пожаров на территории производственных зданий и складов

Несмотря на такой низкий процент, пожары на данных объектах опасны по множеству факторов: трудность ликвидации, высокие последствия экономического характера, высокий риск возникновения экологической катастрофы.

Из-за специфики объектов такого рода экономические последствия можно разделить на следующие подгруппы:

- прямые – затраты на выполнение работ по ликвидации и устранению последствий пожара;
- косвенные – являются вытекающими из прямого ущерба и включают в себя потери производства от недовыпуска и порчи товара, нарушения логистики, что влечет увеличение затрат на перевозку, выплаты штрафов и т.д.;
- социально-экономические – затраты на выплаты различных компенсаций пострадавшим от происшествия.

Техногенные аварии и катастрофы, а также пожары оказывают существенное влияние на окружающую среду. И если причиняемый ими материальный ущерб и социальные потери (погибшие и пострадавшие люди), как правило, известны сразу после их возникновения, то экологический ущерб имеет не только текущие, но и отдаленные последствия для человечества и экосистемы [3].

Экологические последствия пожаров на таких объектах, как склады и складские помещения, обусловлены большим разнообразием хранимых материалов и товаров, а также местом их размещения. Продукты горения при попадании в атмосферу и гидросферу вызывают негативные последствия.

К числу негативных последствий пожаров и аварий, влияющих в первую очередь на здоровье человека, относятся:

- загрязнение атмосферного воздуха в результате попадания вредных продуктов горения различных материалов и веществ;
- химическое загрязнение почв;
- эрозия почв;
- гибель почвенных микроорганизмов;
- снижение плодородности почв и потеря урожая;
- загрязнение поверхностных и подземных вод;
- снижение продуктивности леса, некоторых видов растений и животных.

Для ликвидации пожаров на объектах такого вида требуется привлечения большого количества сил и средств, что так же влечет значительные затраты. Это еще один из видов ущерба, несущего на себе как экономический характер, так и характер боевой готовности пожарно-спасательного гарнизона.

Одним из последних примеров пожара на крупном складе является происшествие на складе компании «Wildberries» где пожар охватил 70 тысяч квадратных метров. Пожар удалось ликвидировать только через 30 часов (рис. 4).

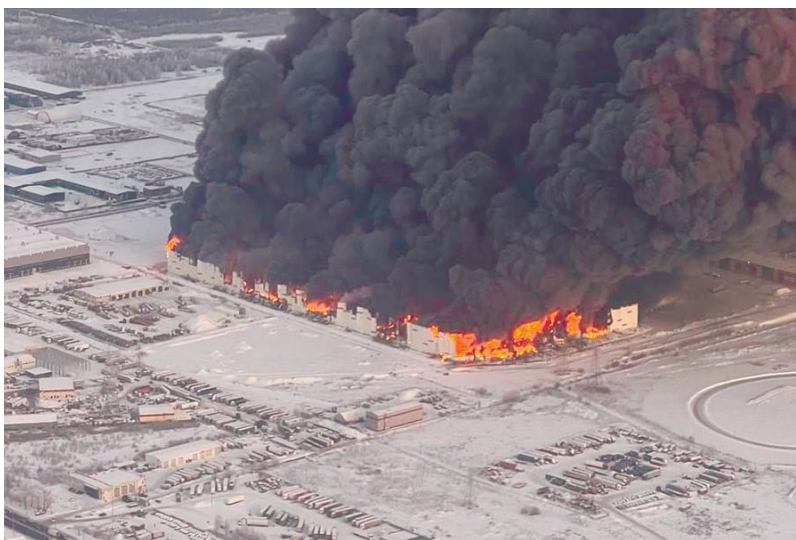


Рис. 4. Пожар на складе Wildberries в п. Шушары, г. Санкт-Петербург, 2024 г.

Экономический ущерб от пожара составил порядка 17 млрд рублей, что составляет порядка 1% от годового товарооборота Wildberries, ещё около 5 млрд рублей – это затраты на строительство объекта и стоимость оборудования.

Помимо экономических последствий пожар такого крупного характера повлек за собой выброс в атмосферу большого количества токсичных веществ, выделявшихся при горении пластика и полипропиленов.

Похожий пожар случился в августе 2022 года на складах другого крупного российского маркетплейса – «Ozon». Тогда горело здание площадью 50 тысяч квадратных метров в округе Истра в Подмосковье. Компания оценила убытки от пожара в 10,8 млрд рублей.

Пожары на подобного рода объектах носят тяжелый характер для государства от недополучения налоговых сборов, собственников объектов, продавцов, использующих места размещения заказов и для конечных потребителей товаров и услуг. Так требуются достаточно большие затраты на восстановление всех логистических поставок и возврата уровня товарооборота на прежний уровень.

Список источников

1. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информационно-аналитический сборник. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.
2. Ишмеева А. С., Малухин О. В. ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ // Современная наука. 2023. № 1.
3. Исаева Людмила Карловна Состояние нормативной базы по расчёту эколого-экономического ущерба от пожаров и аварий // Пожары и ЧС. 2014. № 1.

УДК 614.8

УГЛЕКИСЛОТА В ПОЖАРОТУШЕНИИ

Булатов Наиль Назимович¹; Иванов Константин Михайлович²;

Балобанов Андрей Александрович³

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹nail-442@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-2414-3418>

²ivanov.k@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3881-8580>

³andrey.balobanov.92@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7149-8489>

Аннотация. В данной статье рассматривается использование углекислоты в качестве средства пожаротушения, отмечая ее уникальные физико-химические свойства и механизмы действия. Углекислота, как не горючее и инертное вещество, эффективно вытесняет кислород из зоны горения, что предотвращает распространение пламени. Оцениваются преимущества применения углекислоты, включая отсутствие остаточных веществ, безопасность для электрического оборудования и экологическую чистоту. В то же время рассматриваются ограничения этого метода, такие как возможность асфиксии и низкая эффективность при тушении определенных классов пожаров. Статья включает таблицу, в которых представлена характеристики углекислоты, а также сравнительный анализ её преимуществ и недостатков. Выводы подчеркивают важность соблюдения мер предосторожности при использовании углекислоты в закрытых помещениях и призывают к дальнейшему изучению и совершенствованию технологий пожаротушения с её применением.

Ключевые слова: пожаротушение, углекислота, физико-химические свойства, методы тушения, пламя, кислород, окружающая среда

CARBON DIOXIDE IN FIREFIGHTING

Bulatov Nail N.¹; Ivanov Konstantin M.²; Balobanov Andrey A.³

^{1,2,3}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹nail-442@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-2414-3418>

²ivanov.k@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3881-8580>

³andrey.balobanov.92@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7149-8489>

Abstract. This article discusses the use of carbon dioxide as a fire extinguishing agent, noting its unique physico-chemical properties and mechanisms of action. Carbon dioxide, as a non-combustible and inert substance, effectively displaces oxygen from the combustion zone, which prevents the spread of flame. The advantages of using carbon dioxide are evaluated, including the absence of residual substances, safety for electrical equipment, and environmental friendliness. At the same time, the limitations of this method are being considered, such as the possibility of asphyxiation and low efficiency in extinguishing certain classes of fires. The article includes tables that present the main characteristics of carbon dioxide, as well as a comparative analysis of its advantages and disadvantages. The conclusions emphasize the importance of taking precautions when using carbon dioxide in enclosed spaces and call for further study and improvement of fire extinguishing technologies using it.

Keywords: firefighting, carbon dioxide, physico-chemical properties, extinguishing methods, flame, oxygen, environment

Введение

Пожар – серьезная угроза не только для людей, но и для материальных ценностей и окружающей среды. Каждый год миллионы долларов теряются из-за ущерба, причиненного огнем, и многие жизни оказываются под угрозой. Эффективные методы тушения пожаров

жизненно необходимы, и одним из таких методов является использование углекислоты (CO_2). Этот метод стал популярным благодаря своей способности быстро и эффективно подавлять пламя, не причиняя дополнительного ущерба окружающей среде и материальным ценностям. В данной статье мы рассмотрим особенности и преимущества углекислоты как средства для тушения пожаров, а также обсудим её ограничения и области применения в практике. Информация о ее использовании имеет особую значимость как для профессионалов в области пожарной безопасности, так и для обычных граждан, стремящихся к обеспечению своей безопасности и безопасности окружающих.

Принцип действия углекислоты

Углекислота используется в качестве огнетушащего вещества благодаря своим уникальным свойствам. CO_2 вытесняет кислород из зоны горения, что делает невозможным поддержание процесса горения. Кроме того, углекислота охлаждает горючие материалы, что дополнительно способствует прекращению пламени [1].

Преимущества углекислоты в пожаротушении

1. Эффективность: Углекислота эффективна для тушения категорий пожаров, особенно классов В (жидкие горючие вещества) и С (газы). Это делает её идеальным выбором для таких объектов, как музеи, библиотеки, склады с химикатами и предприятия, работающие с газами.

2. Не повреждает оборудование: в отличие от некоторых других огнетушащих веществ, углекислота не оставляет остаточных следов и не повреждает электронику и механизмы. Это делает ее оптимальным выбором для использования в серверных и компьютерных залах [2].

3. Безопасность для людей: Углекислота безопасна для людей, если используется в хорошо вентилируемых пространствах. Она не является токсичной и не вызывает коррозии, что делает её более предпочтительной в сравнении с некоторыми химическими веществами.

4. Скорость действия: Углекислота моментально проникает в зону горения и быстро вытесняет кислород, что снижает вероятность распространения огня.

Однако, следует учитывать и недостатки применения углекислоты, такие как возможность асфиксии и необходимость в соблюдении мер предосторожности при использовании в закрытых пространствах. Для наглядности, ниже приведена таблица, которая содержит основные характеристики углекислоты как средства пожаротушения [3].

Табл. 1

Характеристики углекислоты в пожаротушении

Параметр	Значение
Физическое состояние	Газ при нормальных условиях
Температура кипения	-78,5 °C
Плотность	1,98 кг/м ³ (при 0 °C)
Способ тушения	Вытеснение кислорода
Безопасность для людей	При кратковременном воздействии безопасна

Несмотря на многочисленные преимущества, углекислота имеет и свои ограничения. Наиболее значительным из них является её недостаточная эффективность при тушении пожаров класса А (твёрдые горючие вещества), таких как древесина или текстиль. В таких случаях предпочтительнее использовать другие средства, например, водяные струи или порошковые огнетушители.

Кроме того, при использовании углекислоты в закрытых помещениях необходимо учитывать риск асфиксии. Если концентрация CO_2 в воздухе превышает безопасные уровни, это может привести к недостатку кислорода [4]. Поэтому важно проводить тушение в хорошо проветриваемых помещениях или использовать углекислоту в сочетании с другими методами.

Использование на практике:

Углекислота широко применяется в различных областях, от промышленности до бытовых нужд. Огнетушители с CO₂ становятся стандартом на производственных предприятиях, в лабораториях, а также на объектах с высоким содержанием электрооборудования.

Современные системы автоматического пожаротушения также могут использовать углекислоту в качестве основного огнетушащего вещества, обеспечивая быструю реакцию на возгорание и минимизацию ущерба от огня [5].

Заключение

Углекислота – это мощный и эффективный инструмент в борьбе с огнем, который сочетает в себе множество преимуществ. Однако, как и любое другое огнетушащее средство, она должна использоваться с учетом конкретных условий и особенностей объекта. Правильное использование углекислоты, осознание её ограничений и применение в соответствующих ситуациях помогут эффективно охранять людей и имущество от огнеопасных ситуаций.

В ходе исследования углекислоты как средства пожаротушения было показано, что этот газ обладает уникальными свойствами, которые делают его эффективным для борьбы с определенными категориями пожаров. Углекислота, как не горючее и инертное вещество, способно вытеснять кислород из зоны горения, тем самым предотвращая дальнейшее развитие пламени.

Углекислота является эффективным огнетушащим средством, особенно в тех случаях, когда важно избежать повреждений оборудования. Однако применение углекислоты должно осуществляться с соблюдением всех правил безопасности и с учётом ее ограничений. Таким образом, знание свойств и принципов работы с углекислотой позволяет эффективно и безопасно применять её в системах пожаротушения.

Список источников

1. Булатов Н.Н. Коллоидно-химические и пожарно-технические свойства CO₂-газонаполненных компрессионных пен // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2024. – Т. 13, № 3(67). – С. 194-198. – EDN DDDGIC.

2. Булатов Н.Н. Газонаполненная CO₂ пена как эффективное средство пожаротушения // Кооперация науки и общества как инструмент модернизации и инновационного развития: сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 15 декабря 2023 года. – Sterlitaмак: ООО «Агентство международных исследований», 2023. – С. 113-116.

3. Волик А.С., Булатов Н.Н., Шешина Н.И. Влияние электрофизической обработки воды на пожарно-технические характеристики модифицированной воздушно-механической пены // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2023. Т. 12, № 4(64). С. 288-293.

4. Скорупич И.С., Грачулин А.В., Шинкоренко К.Е. Экспериментальные исследования подачи струи компрессионной пены // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2022. Т. 6, № 2. С. 201-210. DOI 10.33408/2519-237X.2022.6-2.201.

5. Булатов Н.Н. Влияние различных огнетушащих веществ на эффективность тушения пожара // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы современной науки, достижения и инновации: Сборник научных статей по материалам XIII Международной научно-практической конференции, Уфа, 15 декабря 2023 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр «Вестник науки», 2023. С. 131–134.

УДК 614.844

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВЫХОДА ОГНЕТУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ СРЕДСТВ ПОЖАРОТУШЕНИЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS FLUENT

Сытдыков Максим Равильевич¹; Иванов Андрей Владимирович²; Абдуллаева Юлия Сергеевна³

^{1,2,3}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹sytdykov@igps.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5343-4764>

²andrei-ivanov84@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7886-2039>

³abdullaevayulia55@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-4716-6537>

Аннотация. В работе авторами описана проведенная серия натурных экспериментов с целью определения граничных условий для дальнейшего моделирования процесса выхода огнетушащих веществ (далее – ОТВ) из средств пожаротушения в программном комплексе Ansys Fluent. Данные, полученные в ходе эксперимента, обработаны и представлены в виде корреляционного анализа, сформированы уравнения регрессии и определены величины достоверности аппроксимации для каждой попытки серии эксперимента. В результате определены оптимальные граничные условия.

Ключевые слова: граничные условия, огнетушащие вещества, средства пожаротушения, моделирование процессов горения, Ansys Fluent

DETERMINATION OF BOUNDARY CONDITIONS FOR MODELING THE PROCESS OF RELEASE OF EXTINGUISHING AGENTS FROM FIRE EXTINGUISHING MEDIA IN THE ANSYS FLUENT SOFTWARE PACKAGE

Sytdykov Maksim R.¹; Ivanov Andrey V.²; Abdullaeva Yulia S.³

^{1,2,3}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹sytdykov@igps.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5343-4764>

²andrei-ivanov84@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7886-2039>

³abdullaevayulia55@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-4716-6537>

Abstract. In this paper, the authors describe a series of field experiments conducted to determine the boundary conditions for further modeling the process of release of extinguishing agents (hereinafter referred to as OTV) from fire extinguishing agents in the Ansys Fluent software package. The data obtained during the experiment were processed and presented in the form of a correlation analysis, regression equations were formed and the values of approximation reliability for each attempt of the experiment series were determined. As a result, optimal boundary conditions are determined.

Keyword: boundary conditions, fire extinguishing agents, fire extinguishing agents, modeling combustion processes, Ansys Fluent

Эксперимент является важным элементом в проведении научно-исследовательских работ. Основной целью эксперимента является выявление свойств исследуемых объектов, проверка справедливости гипотез и, соответственно, детальное изучение темы научного исследования.

Проведение натурных экспериментов по изучению и определению параметров, связанных с процессом горения, а также разработка методов его тушения может быть очень затратным и опасным для жизни и здоровья участников эксперимента. Поэтому авторами предлагается экспериментально определить граничные условия с целью дальнейшего моделирования выхода ОТВ из средств пожаротушения с помощью пакетов вычислительной гидродинамики Ansys Fluent. Моделирование в данной программе даёт возможность детально изучить характеристики горения, оптимизировать методы тушения и эффективно планировать расположение систем контроля за газопаровоздушной средой на объектах защиты.

В работах авторов [1–5] рассматривались вопросы выбора и оценки средств пожаротушения, а также способы доставки ОТВ в очаг пожара, однако отсутствуют экспериментальные данные для определения граничных условий моделирования процесса выхода ОТВ из средств пожаротушения. Под граничными условиями понимается дополнение к основному дифференциальному уравнению, задающему поведение исследуемого объекта в начальный момент времени или на границе рассматриваемой области. Граничными условиями, которые необходимо определить в ходе эксперимента являются: вытесняющее вещество, время его испарения, напряжение пуска лабораторного автотрансформатора.

Специальные условия при проведении экспериментального исследования следующие:

– погодные условия: температура воздуха $+25^{\circ}\text{C}$, скорость ветра 0 м/с, давление 760 мм. рт. ст., влажность 95 %;

– характеристики средства пожаротушения: внутренний объем корпуса 1,89 л., стехиометрическая концентрация вытесняющего вещества 0,21 мл.

Серия экспериментов состояла из трех попыток для каждого из пяти определенных авторами интервалов времени испарения вытесняющего вещества. Массив данных, полученный в ходе проведения эксперимента, обработан и представлен в виде корреляционного анализа, а именно в виде полей корреляции, где по оси ординат откладываются отрезки времени, затраченного на срабатывание установки, а по оси абсцисс значения времени испарения вещества, применяемого в качестве вытесняющего (рисунки 1-6), также определены величины достоверности аппроксимации (R^2) для каждой попытки, проведенного эксперимента. Величина достоверности аппроксимации, или коэффициент детерминации, или R^2 – статистическая мера согласия, с помощью которой определяется насколько модель линейной регрессии соответствует данным, на которых она построена. Численное значение коэффициента детерминации варьируется от 0 до 1, чем ближе значение к 1, тем выше значимость исследуемой модели, это означает, что модель работает хорошо и наилучшим образом описывает эксперимент. Если же построенная аппроксимация плохо описывает эксперимент ($R^2 \leq 0,5$), то аппроксимация считается неудовлетворительной (входная переменная плохо «объясняет» поведение выходной, соответственно линейная зависимость между ними отсутствует).

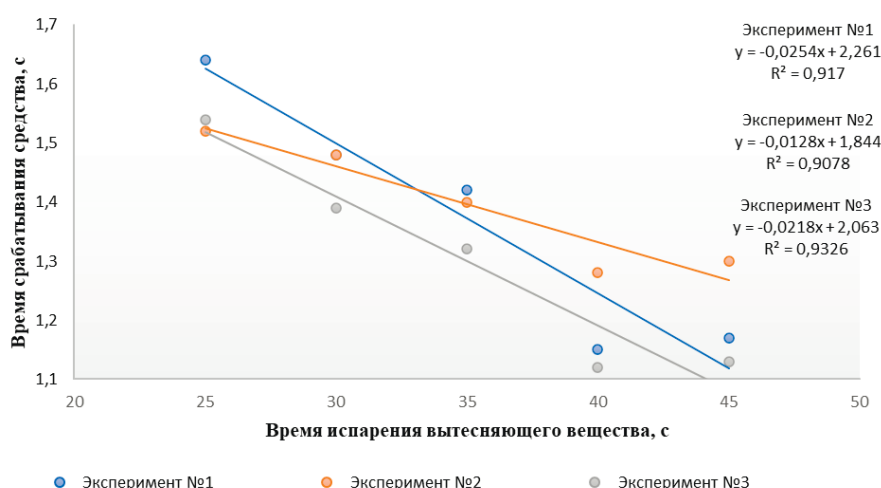


Рис. 1. Зависимость времени срабатывания устройства от времени испарения гептана при напряжении пуска 100 В

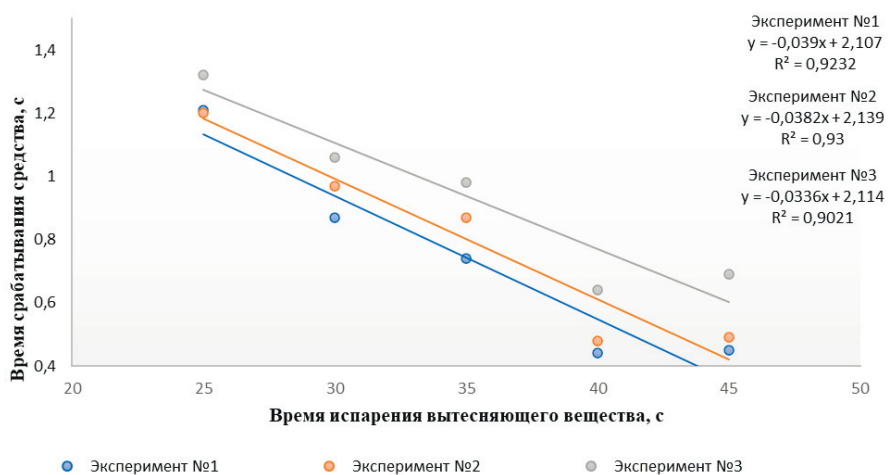


Рис. 2. Зависимость времени срабатывания устройства от времени испарения гептана при напряжении пуска 125 В

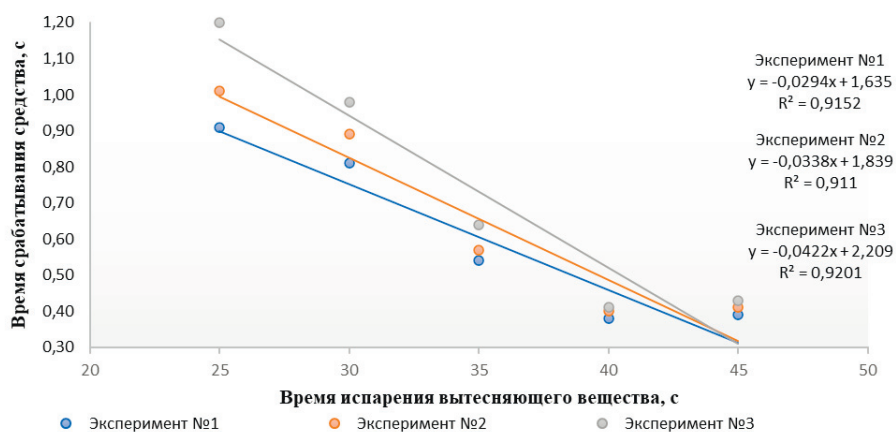


Рис. 3. Зависимость времени срабатывания устройства от времени испарения гептана при напряжении пуска 150 В

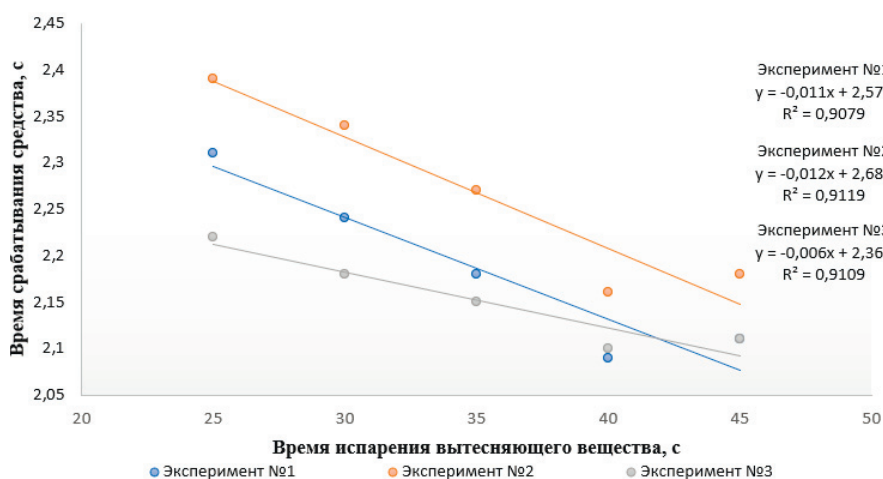


Рис. 4. Зависимость времени срабатывания устройства от времени испарения гексана при напряжении пуска 100 В

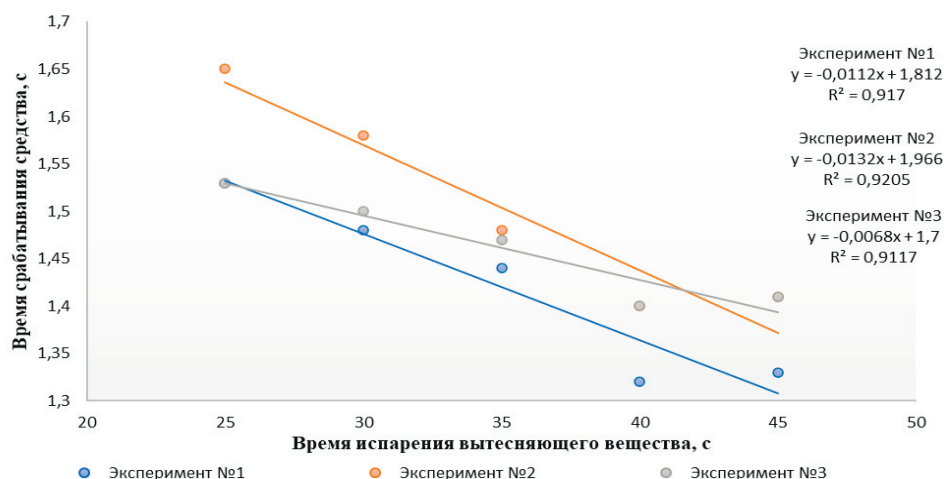


Рис. 5. Зависимость времени срабатывания устройства от времени испарения гексана при напряжении пуска 125 В

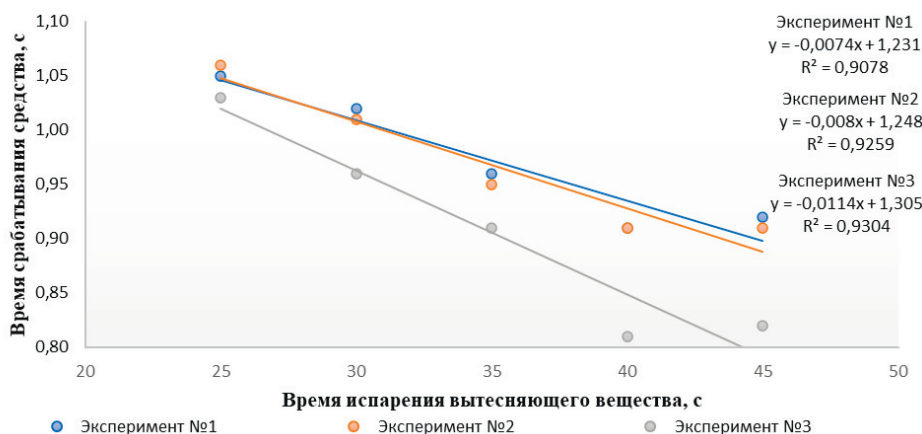


Рис. 6. Зависимость времени срабатывания устройства от времени испарения гексана при напряжении пуска 150 В

Результаты, проведенного эксперимента, представленные на рис. 1-6 показывают, что:

- время срабатывания экспериментального средства пожаротушения имеет линейную зависимость от времени испарения вытесняющего вещества;

- время срабатывания экспериментального средства пожаротушения уменьшается с возрастанием времени испарения вытесняющего вещества;

- наилучшее время испарения вытесняющего вещества для срабатывания экспериментального средства пожаротушения находится в пределах 40-45 секунд, при напряжении пуска 150 В;

- наилучшим веществом для выхода ОТВ является гептан.

Проведенная серия экспериментов позволяет определить граничные условия для дальнейшего моделирования выхода ОТВ из средств пожаротушения в Ansys Fluent.

Список источников

1. Сытдыков М.Р., Иванов А.В. Научное обоснование обобщенного критерия выбора средств пожаротушения // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2024. – № 4(72). – С. 130-143. – DOI 10.61260/1998-8990-2025-2024-4-130-143. – EDN EAGUJL.

2. Сытдыков М.Р., Иванов А.В., Абдуллаева Ю.С. Применение метода анализа размерностей для оценки эффективности средств пожаротушения // Пожарная и аварийная безопасность: Сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции,

посвященной 375-летию пожарной охраны России, Иваново, 21 ноября 2024 года. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, 2024. С. 618-621. EDN RHJDRG.

3. Сытдыков М.Р., Иванов А.В., Абдуллаева Ю.С. Об оценке технической эффективности средств пожаротушения методом нечеткой логики // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы: Материалы международного форума, Санкт-Петербург, 24 октября 2024 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, 2024. С. 34-37. EDN LPFTVP.

4. Сытдыков М.Р., Кожевин Д.Ф., Иванов А.В. Оценка способов вытеснения огнетушащих веществ из средств пожаротушения, предназначенных для тушения углеводородов // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2022. – № 2(62). С. 154-163. EDN MJAQYR.

5. Сытдыков М.Р., Иванов А.В., Абдуллаева Ю.С. Комплексный подход к оценке эффективности мобильных установок пожаротушения за счет выбора предпочтительного поршневого компрессора // Безопасность жизнедеятельности. – 2025. – № 1(289). С. 41-47. EDN NBALMR.

УДК 614.849; 614.835.3

АНАЛИЗ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

Кожевин Дмитрий Федорович¹; Радова Екатерина Владимировна²

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹Yagmort_KDF@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6418-107X>

²e.radova@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4687-6692>

Аннотация. В статье представлен анализ динамики, причин и последствий пожаров на объектах нефтяной промышленности. Рост числа инцидентов связан с атаками беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), износом инфраструктуры и нарушениями технологий. Атаки кардинально меняют структуру рисков, исключая этап задержки воспламенения и увеличивая площадь горения проливов. Выявлены недостатки риск-ориентированных моделей, игнорирующих антропогенные угрозы.

Ключевые слова: пожары на объектах хранения и переработки нефти, БПЛА, последствия пожаров, риск-ориентированные модели, площадь пролива нефтепродуктов

ANALYSIS OF FIRES AT OIL STORAGE AND REFINING FACILITIES

Kozhevina Dmitriy F.¹; Radova Ekaterina V.²

^{1,2}Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹Yagmort_KDF@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6418-107X>

²e.radova@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4687-6692>

Abstract. The article presents an analysis of the dynamics, causes and consequences of fires at oil industry facilities. The increase in the number of incidents is related to attacks by unmanned aerial vehicles (UAVs), infrastructure deterioration and technology disruptions. Attacks radically change the structure of risks, eliminating the stage of delayed ignition and increasing the burning area of the spills. The disadvantages of risk-oriented models that ignore anthropogenic threats are revealed.

Keywords: fires at oil storage and processing facilities, UAVs, consequences of fires, risk-based models, oil spill area

Российская нефтяная промышленность, являясь основой экономики страны, сталкивается с растущими угрозами в области пожарной безопасности. За последнее десятилетие динамика пожаров на объектах нефтяной инфраструктуры демонстрирует тревожные тенденции, требующие комплексного переосмысления подходов к пожарной и промышленной безопасности. Если в 2015-2016 годах наблюдался некоторый спад числа инцидентов, то последующие годы показали устойчивый рост, достигший пика в 2022-2024 годах [1 - 3]. Этот рост особенно заметен на фоне появления новых факторов риска, таких как атаки беспилотных летательных аппаратов, которые кардинально изменили традиционные модели оценки пожарных рисков.

В таблице ниже приведен обобщенный анализ причин, мест и последствий пожаров на объектах, входящих в инфраструктуру нефтяной промышленности (ИНП) за 2015-2024 гг.

Анализ основных причины, места и последствия пожаров на объектах ИНП

основные причины пожаров на объектах ИНП		
Причины пожаров		Обоснование
нарушение технологического процесса	несоблюдение регламентов	несвоевременное техническое обслуживание, игнорирование норм при проведении операций (слив, налив, перекачка)
	ошибки при эксплуатации	нарушение последовательности технологических операций (например, некорректная калибровка оборудования или недостаточная изоляция опасных зон)
	организационные просчеты	плохое планирование работ, отсутствие контроля за соблюдением инструкций.
технические неисправности оборудования	износ инфраструктуры	коррозия трубопроводов, дефекты сварных швов, устаревшие резервуары (15% парков требуют замены)
	отказы систем безопасности	неисправности молниезащиты, автоматики пожаротушения, датчиков утечек
	проблемы с импортным оборудованием	санкции 2022–2024 гг. затруднили ремонт и замену комплектующих, что повысило аварийность
внешние факторы	антропогенные угрозы	поджоги, диверсии, террористические акты и атаки БПЛА
	природные явления	удары молний, ураганы, наводнения
статическое электричество	накопление заряда при транспортировке нефтепродуктов	характерно для сливо-наливных эстакад
	искры от оборудования	не оснащение антистатической защитой
человеческий фактор	непрофессионализм персонала	ошибки операторов, недостаточная квалификация, нарушение правил безопасности
	неосторожное обращение с огнем	курение в запрещенных зонах, использование открытого пламени без разрешения.
усугубляющие факторы	устаревшая инфраструктура	40% резервуарных парков РФ эксплуатируются более 30 лет
	сезонные риски	экстремальная жара увеличивает испаряемость нефтепродуктов, повышая вероятность воспламенения
	региональная специфика	высокая концентрация объектов ИНП в регионах с низким уровнем контроля (например, Сибирь и Дальний Восток)
оследствия пожаров на объектах ИНП		
Последствия пожаров		Примечание
экономические потери	прямой ущерб	уничтожение оборудования, резервуаров
	остановка производства	простои предприятий на период ликвидации ЧС
	затраты на ликвидацию	привлечение пожарных, авиации
	компенсации и штрафы	выплаты пострадавшим и экологические штрафы
экологический ущерб	загрязнение почвы и воды	разливы нефтепродуктов
	выбросы токсичных веществ	при горении выделяются угарный газ, сернистый газ, диоксины
	долгосрочные последствия	уничтожение биоразнообразия, деградация экосистем
	влияние на климат	выбросы CO ₂

социальные последствия	человеческие жертвы	за 2015–2024 гг. зафиксировано 120 погибших и 500 пострадавших (по данным Ростехнадзора [2])
	угроза здоровью	отравление продуктами горения, ожоги, хронические заболевания у местного населения.
	паника и миграция	пожары вызывают социальную напряженность
	потеря рабочих мест	временная или постоянная остановка предприятий
операционные и инфраструктурные последствия	разрушение объектов	пожары выводят из строя резервуары, трубопроводы, технологические установки
	нарушение логистики	остановка транспортировки нефти
	риск эффекта «домино»	возгорание соседних объектов
репутационные и правовые риски	потеря доверия инвесторов	крупные аварии снижают привлекательность компаний
	судебные иски	
	нарушение международных стандартов	санкции и ограничения для компаний, не соответствующих требованиям безопасности
арактерные места пожаров на объектах ИНП		
Места пожаров		Причины возгораний
резервуарные парки	– вертикальные стальные резервуары (РВС) – резервуары со стационарной крышей и понтоном (РВСП)	– утечки нефтепродуктов из-за коррозии или дефектов сварных швов – искры от оборудования или статическое электричество – нарушение герметичности при эксплуатации
трубопроводы	– места соединений – участки с коррозией – зоны механических повреждений	– коррозия – внешние воздействия (строительные работы, удары техники) – диверсии или атаки БПЛА (с 2022 г.)
технологические установки	– установки переработки нефти (крекинг, гидроочистка) – насосные и компрессорные станции	– высокие температуры и давление – химические реакции с выделением легковоспламеняющихся веществ – ошибки персонала при управлении процессами
сливноналивные эстакады	Риски: – испарения нефтепродуктов при наливе/сливе – накопление статического электричества	– использование неискробезопасного оборудования – нарушение техники безопасности (например, отсутствие заземления)
транспортные системы	– железнодорожные цистерны – танкеры – автотранспорт	– аварии при транспортировке (столкновения, опрокидывание) – утечки из-за повреждения емкостей
насосные станции		– перегрев насосов – утечки горючих жидкостей
вспомогательные и ремонтные зоны	– склады запчастей – ремонтные площадки – административные здания	– неосторожное обращение с огнем (курение, сварочные работы) – короткие замыкания в электрооборудовании

Основные причины пожаров можно условно разделить на несколько категорий. На первом месте находятся нарушения технологического процесса - от банального несоблюдения регламентов до серьезных организационных просчетов в планировании работ. Технические неисправности оборудования, особенно на фоне старения инфраструктуры (до 40% резервуарных парков эксплуатируются более 30 лет) и проблем с импортозамещением после 2022 года, составляют значительную долю причин возгораний.

Особую тревогу вызывает человеческий фактор - от недостаточной квалификации персонала до элементарной небрежности при обращении с огнем. Однако именно появление новых антропогенных угроз, в частности атак БПЛА, потребовало пересмотра традиционных подходов к оценке рисков. Это связано с изменением физики процессов горения при атаках БПЛА. Традиционные модели предполагали определенную последовательность развития аварии: утечка, образование паровоздушной смеси, воспламенение [4]. Атаки дронов исключают этап накопления паров, приводя к мгновенному воспламенению с характеристиками, близкими к детонационным (скорость пламени достигает 2000-3000 м/с). Это принципиально меняет требования к системам противопожарной защиты и тактике тушения пожаров. При атаках на резервуарные парки наблюдается эффект «домино», когда проливы охватывают до 20 резервуаров, а тепловая нагрузка достигает 150 кВт/м², что делает традиционные методы пожаротушения малоэффективными.

Существующие риск-ориентированные модели, разработанные в основном в 2000-2010-х годах, не учитывают эти новые реалии. Они ориентированы на постепенное развитие аварийных сценариев и не принимают во внимание возможность синхронизации утечек с внешними источниками зажигания. Это приводит к системной недооценке таких параметров, как площадь горения, тепловая нагрузка и скорость распространения пламени. Особенно ярко это проявляется при оценке рисков для резервуарных парков, где традиционные расчеты могут давать ошибку в разы по сравнению с реальными сценариями при атаках БПЛА.

Международный опыт показывает, что проблема пожаров на нефтяных объектах актуальна не только для России. Однако российская специфика - огромные территории, суровые климатические условия, высокая степень износа инфраструктуры и новые геополитические вызовы - создают уникальный набор факторов риска. Это требует разработки специальных подходов, сочетающих лучшие мировые практики с учетом национальных особенностей.

Анализ динамики пожаров на объектах ИНП за 2015–2024 гг. выявил критическую зависимость между новыми антропогенными угрозами и масштабами чрезвычайных ситуаций. Пожары на таких объектах имеют каскадный эффект, затрагивая экономику, экологию и общество. Целенаправленные атаки БПЛА на критические узлы инфраструктуры, такие как резервуарные парки и трубопроводы, нарушают классические сценарии оценки рисков:

1. мгновенное воспламенение: исключается этап накопления паров, что приводит к детонационному горению;
2. увеличение площади пролива;
3. тепловая нагрузка: комбинированные очаги (пролив + горящий резервуар) создают мощные тепловые потоки.

Для минимизации последствий необходимо совершенствование подходов к анализу процессов горения проливов. Разработка детализированных математических моделей, учитывающих физико-химические свойства нефтепродуктов, топографию местности и метеорология, позволит точнее прогнозировать динамику пожаров.

Проблема пожаров на объектах ИНП переросла из чисто технической в комплексную социально-экономическую и даже геополитическую. Ее решение требует согласованных усилий государства, бизнеса и научного сообщества. Промедление с принятием системных мер может привести к необратимым последствиям для экономики, экологии и социальной стабильности нефтедобывающих регионов. В то же время грамотный, научно обоснованный подход к управлению рисками способен не только снизить количество аварий, но и создать новые конкурентные преимущества для российской нефтяной отрасли в условиях глобальных вызовов.

Список источников

1. ВНИИПО, Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.. Пожары и пожарная безопасность: Статистический сборник. 2015-2024.

2. Ежегодные отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. 2015-2024 гг. https://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/.
3. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. «Уроки, извлеченные из аварий». 2015-2024 гг. <https://www.gosnadzor.ru/industrial/oil/lessons/>.
4. Приказ МЧС России от 26 июня 2024 г. № 533 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».
5. Ивахнюк, С.Г. Пожары и взрывы на объектах нефтепереработки и нефтепродуктообеспечения России в 2018-2022 гг / С.Г. Ивахнюк, Н.В. Петрова, В.В. Плешаков // Техносферная безопасность. – 2024. – № 1(42). – С. 90-102. – EDN ICYADI.
6. Nolan, Dennis P. Chapter 6 - Historical Survey of Major Fires and Explosions in the Process Industries. Handbook of Fire and Explosion Protection Engineering Principles for Oil, Gas, Chemical, and Related Facilities (Fourth Edition), 2019. 123-149 pp. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816002-2.00006-4>.
7. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изменениями и дополнениями).
8. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями).
9. СП 155.13130.2014 «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности».

УДК 628-1/-9; 007.51

ПРИМЕНЕНИЕ СПАСАТЕЛЯМИ ТРАНСПОРТНЫХ РОБОТОВ ПРИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ В ЗОНЕ ПРОВЕДЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ

Батанов Александр Федорович¹; Лаверычев Илья Геннадьевич²;

Мингалеев Салават Галимджанович³

^{1,2}Специальное конструкторско-технологическое бюро прикладной робототехники (СКТБ ПР), Москва, Россия

³Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, Москва, Россия

^{1,2}sktb_pr@mail.ru

³msall@yandex.ru, author ID 11011916

Аннотация. В статье рассматривается вопрос применения спасателями транспортных роботов типа «МУЛ» и «Русак» при АСР для перевозки грузов и эвакуации раненных в приграничных субъектах в зоне СВО.

Ключевые слова: роботы, транспортировка пострадавших, перевозка грузов, ЧС, БПЛА

THE USE OF TRANSPORT ROBOTS BY RESCUERS DURING EMERGENCY RESCUE OPERATIONS IN THE AREA OF A SPECIAL MILITARY OPERATION

Batanov Alexander F.¹; Laverychev Ilya G.²; Mingaleev Salavat G.³

^{1,2}Special Design and Technology Bureau of Applied Robotics (SKTB PR), Moscow, Russia

³All-Russian Scientific Research Institute for Civil Defence and Emergencies of the EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

^{1,2}sktb_pr@mail.ru

³msall@yandex.ru, author ID 11011916

Abstract. The article discusses the issue of the use of MULE and Rusak type transport robots by rescuers during the ASR for the transportation of goods and evacuation of the wounded in the border regions in the area of their

Keywords: robots, transportation of victims, transportation of goods, emergency situations, UAVs

В ходе проведения СВО появилась острая необходимость эвакуации раненных из зоны обстрела артиллерийских систем и нападения БПЛА-камикадзе как на передовой, так при выполнении спасательных работ в приграничных субъектах (рис .1)



Рис. 1. Наземные робототехнические комплексы (НРТК), помогающих выполнять боевые задачи, эвакуировать раненых с передовой, а также подвозить тяжелые грузы к позициям

Принципы оказания помощи раненым в зоне боевых действий отличаются от эвакуации оказания помощи пострадавшим при спасении пожарными - спасателями (рис.2). В зоне боевых действий выделяют три зоны эвакуации и оказания помощи раненым:

- «Красную», где крайне опасно – это в поле видимости и под обстрелом противника.
- «Жёлтую», где чуть менее опасно, прямой видимости противника нет, есть какие-то укрытия, стены, крыша, окопы, ложбины местности, но враг всё равно может достать тяжёлым вооружением или системами, работающими по навесной траектории (миномёт, АГС, подствольники).

- «Зелёную», где безопасно, в глубоком тылу или, как минимум, в фундаментальных подвалах, специализированных бомбоубежищах, бункерах. Хотя для высокоточной артиллерии и БПЛА-камикадзе все зоны практически доступны, а цели: групповые, санитарные автомобили, автобусы с беженцами, спасатели являются для ВСУ приоритетными [1].

Эвакуация пострадавшего у спасателей происходит всегда только с сопровождением и контролем за состоянием его здоровья: из зоны пожара, зоны разрушений, в горах, при спуске и подъёме лебедкой вертолета. Поэтому вопрос эвакуация пострадавшего одним роботом без сопровождения у спасателей неправомерен и не допустим.



Рис. 2. Эвакуация раненых в шахтах и туннелях, при пожарах, при техногенных авариях

Для спасателей–пожарных наиболее актуальны и приемлемы транспортные роботы «Мул» и «РУСАК», разработанные и представленные Специальным конструкторским – технологическим бюро прикладной робототехники (СКТБ ПР), г. Москва, руководителем разработки является начальник – главный конструктор ООО «СКТБ ПР» А.Ф. Батанов. Александр Федорович Батанов не только принимал участие и руководил созданием роботов для ликвидации катастрофы на Чернобыльской АЭС, затем при аварии в Арзамасе-16, но и в начале 1997 года создал первый робототехнический комплекс МРК-25 «Кузнечик» для МЧС России и разработал концепцию по роботизации МЧС России, которую утвердил Министр МЧС России С.К. Шойгу и подписал указ о ее реализации [2]. Именно робот Батанова А.Ф. - инженерный МРК-61 был десантирован спасателями впервые в мире с Ил-76 в 2021 год на учениях МЧС России на универсальной парашютной платформе на аэродроме МАИ «Алферьево».

Особенности и преимущества конструкции робота «Мул» заключается: в системе дистанционного следования за сопровождающим – санитаром по шнуру до двух метров или возможность управления по радиоканалу и кабелю пультом управления на базе игровой консоли. Для этого робота характерно: простота системы управления; возможность дополнительного тягового силового воздействия на робота оператором по шнуру; малое усилие на шнуре при движении за человеком; обеспечение свободных рук сопровождающего (можно держать миноискатель, антидроновое ружье, автомат, пульт управления дроном и др.); высокая надежность в работе.



Рис. 3. Тестовые испытания опытного образца робота «Мула»

Базовая комплектация робота «Мул» включает: 6 мотор-колес по 300 Вт; грязевые покрышки; подвеска с амортизаторами; встроенные драйверы двигателей; 3 аккумуляторные батареи по 20 А/ч; система дистанционного следования за человеком по шнуру; рамная несущая конструкция; штампованный кузов трансформер для перевозки грузов и для перевозки раненых.

Основные тактико-технические и габаритные данные РТК «Мул»:

Габаритные размеры шасси: длина – 1210 мм, ширина – 510 мм, высота – 450 мм, клиренс – 130 мм, и габариты колесной базы: длина – 630 мм, ширина – 480 мм; клиренс – 130 мм, что позволяют выбирать оптимальную траекторию движения, лавировать среди деревьев при сложном рельефе, продвигаться по тропе. Собственная масса – 60 кг, масса перевозимого груза: номинальная – 60 кг; максимальная – 80 кг; экстремальная – 120 кг, но есть возможность дополнительного тягового силового воздействия на робот оператором по шнуру, что увеличивает скорость движения и проходимость. Скорость передвижения: номинальная - 3 - 5 км/ч, максимальная – до 12 км/ч. Запас хода до 8 км; длительность работы от АКБ – 3-4 часа; давление на грунт: 0,22 при массе груза 30 кг; 0,35 при; при массе груза 60 кг; 0,56 при массе груза 120 кг, что обеспечивает высокую проходимость.

Особенности конструкции: возможность управления по радиоканалу и кабелю, быстрая замена аккумуляторов; индикация заряда аккумуляторов; может преодолевать брод, так как имеет влагу/водозащищенность; высокая ремонтпригодность, возможность быстрой замены мотор-колес; возможность следования с большим грузом; компактная упаковка в случае перевозки и установки раздвижного кузова (для транспортировки раненого) и «мангала» для защиты от БПЛА. «МУЛ» усиливает возможности спасателя-пожарного во время выполнения задач (рис. 4) позволяет доставлять к месту ЧС одному до 80 кг снаряжения и груза (воды). При применения РЭБ, при излучениях или помехах робот не реагирует и не влияет на систему его управления.



Рис. 4. Спасатель во время тушения лесного пожара и в зоне ЧС

В число транспортных роботов входит и мобильный робототехнический робот «РУСАК» ООО «СКТБ ПР» А.Ф. Батанова. Он позволяет перевозить грузы и пострадавших

с весом до 160 кг, со скоростью от 2–18 км/час, преодолевает угол подъема до 30 градусов, управляется по кабелю до 3000 м, по радиоканалу до 2 км, обладая двумя камерами позволяет проводить разведку, преодолевает брод 40 см, запас хода по АКБ до 10 км (рис. 5). Высота робота всего 55 см, что ему позволяет скрытно передвигаться, в том числе в «красной зоне».

СПП
Общество с ограниченной ответственностью
СПЕЦИАЛЬНОЕ
КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ БЮРО
ПРИКЛАДНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ
(ООО «СКТЬ ПР»)

РКС
Общество с ограниченной ответственностью
РОБОТИЗИРОВАННЫЕ
КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ
(ООО «РКС»)

**Мобильный робототехнический комплекс
«РУСАК»**



НАЗНАЧЕНИЕ:

- разведка;
- самодвижная мина / камнепад;
- перевозка грузов радиочастотной связью.

ПРЕИМУЩЕСТВА:

- модульная конструкция;
- неприхотливость;
- два способа связи: радиоканал / оптоволоконный кабель;
- низкая стоимость производства.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ		Значение	Ед.
- собственная масса:		90	кг
- габаритные размеры (ДхШхВ):		800х800х550	мм
- грузоподъемность:		80	кг
- максимальная:		160	кг
- запас хода при номинальной полезной нагрузке:		2	км
- при движении по твердым грунтам:		4	км
- при движении по твердой поверхности:		18	км/ч
- максимальная скорость:		35	град
- преодолеваемый угол подъема:		400	мм
- максимальная глубина преодолеваемого брода:		230	мм
- время нахождения в режиме ожидания:		24	ч
- дальность управления по кабелю:		300, 500, 1000, 3000	м
- дальность управления по радиоканалу:		до 2000	м

СОСТАВ:

- несущий корпус;
- два съемных приводных модуля;
- четыре мотор-редуктора с оптоволоконными покрытиями;
- два сигнала АКБ (32 Ач);
- АКБ для блока системы управления;
- блок системы управления;
- две телекамеры;
- катушка с оптоволоконным кабелем;
- оборудование радио/видеоканала связи;
- пульт управления;
- внешнее зарядное устройство для АКБ (24/220В).

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ:

- привод: 4х4 (редукторные приводы);
- типовые покрытия: 4,50-10° (для движения по снегу);
- скелетные приводные модули с балансирной подвеской колес (обеспечивается возможность компактного хранения/перевозки и разбросанной и быстрой сборки "на месте");
- дублирование оптики системы управления от отдельного АКБ (при потере подвижности сохраняется возможность подзарядки);
- возможность установки АКБ с большей емкостью (при установке АКБ 80 Ач - запас хода до 10 км);
- управление по оптоволоконному кабелю с возможностью быстрой смены кабельной катушки;
- применение армированного оптического кабеля (обеспечивается стойкость кабеля к механическим воздействиям);
- автоматическое переключение на радиоканал при потере связи по оптоволоконному кабелю;
- возможность кратковременного движения под водой (в случае специального исполнения корпуса).

НАТУРНЫЕ ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ОБОЗНА





г. Москва, Волгоградский проспект, д.42, корп.5 E-mail: sktb.pr@mail.ru | ooo_rks@mail.ru Telegram: https://t.me/sktbpr

Рис. 5. Модульный, неприхотливый мобильный робототехнический робот «РУСАК»

В «красной зоне» при эвакуации раненого санитар, спасатель должен передвигаться по-пластунски или на боку, робот с раненым дистанционно следует за человеком по шнуру до 2 метров или управляется по проводам, высота робота с раненым всего 45 см («РУСАК» 55 см), это не более грудной фигуры для поражения стрелковым оружием и осколками мин и снарядов. В «желтой и зеленой зонах» перебежками от укрытия к укрытию, с прикрытием пострадавшего «мангалом» с маскировкой и бронежилетом эвакуированного [3]. Эти роботы могут десантироваться на универсальных парашютных платформах с ИЛ-76, до 26 объектов с 26 спасателями-десантниками одним самолетом-вылетом с высот от 300 до 800 метров в зону ЧС для эвакуации пострадавших и доставки грузов вместе аэромобильными медицинскими группами МЧС России.

Список источников

1. Методические рекомендации. Стандарт оказания первой помощи военнослужащими вооруженных сил российской федерации при выполнении задач в условиях военного времени, ведения военных (боевых) действий, выполнения боевых (учебно-боевых), служебно-боевых (оперативно-служебных) задач в области обороны // М.: Главное военно-медицинское управление Министерства обороны Российской Федерации. 2022.
2. Мингалеев С.Г., Янказев А.В., Винник Г.Н., Прокофьев С.Ю. Методика десантирования парашютно-грузовых систем ПГС-1000// Технологии гражданской безопасности; т. 17№ 2 (64): М 2020; с. 43-46.
3. Применение роботизированных комплексов при оказании первой (домедицинской) помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях / Н.А. Грязнов [и др.] // Сообщение 1. Медицина катастроф. 2017; 100(4): 14–18.

УДК: 614.841.33:004.85

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЫМА НА РАННЕЙ СТАДИИ ПОЖАРА ПО ДАННЫМ С КАМЕР ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ

Петросян Самвел Хачатурович¹; Елисеев Игорь Борисович²; Марков Иван Сергеевич³
Сай Василий Валерьевич⁴

^{1,2,3,4}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹9112894460@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7637-4370>

²eliseeff.gosha2014@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6199-5687>

³markov_i_s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4304-3708>

⁴sai@igps.ru, <https://orcid.org/0001-0023-4141-3206>

Аннотация. В статье рассматривается перспективное направление повышения эффективности систем пожарной безопасности - использование сверточных нейронных сетей (CNN) для обнаружения дыма на ранней стадии пожара по данным с камер видеонаблюдения. Анализируются преимущества данного подхода по сравнению с традиционными методами, а также обсуждаются основные проблемы и ограничения. Предложены направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: сверточные нейронные сети, обнаружение дыма, пожарная безопасность, компьютерное зрение, машинное обучение, раннее обнаружение пожара, видеоанализ

USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS FOR EARLY STAGE FIRE SMOKE DETECTION FROM CCTV DATA: PROSPECTS AND LIMITATIONS

Petrosyan Samvel H.¹; Eliseev Igor B.²; Markov Ivan S.³; Sai Vasily V.⁴

^{1,2,3,4}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹9112894460@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7637-4370>

²eliseeff.gosha2014@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6199-5687>

³markov_i_s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4304-3708>

⁴sai@igps.ru, <https://orcid.org/0001-0023-4141-3206>

Abstract. The article considers a promising direction for increasing the efficiency of fire safety systems - the use of convolutional neural networks (CNN) for detecting smoke at an early stage of a fire using data from CCTV cameras. The advantages of this approach compared to traditional methods are analyzed, and the main problems and limitations are discussed. Directions for further research are proposed.

Keywords: convolutional neural networks, smoke detection, fire safety, computer vision, machine learning, early fire detection, video analysis

Проблема своевременного обнаружения пожаров остается одной из наиболее актуальных в системе обеспечения безопасности объектов и территорий. Статистические данные свидетельствуют о значительном ущербе, наносимом пожарами, что обуславливает необходимость разработки и внедрения более эффективных систем раннего обнаружения. Традиционные методы, основанные на использовании датчиков дыма и тепла, имеют ряд ограничений, связанных с инерционностью, высокой вероятностью ложных срабатываний и сложностью адаптации к различным условиям эксплуатации [1-3].

В связи с этим, все большее внимание уделяется разработке и внедрению интеллектуальных систем обнаружения пожаров, основанных на технологиях компьютерного зрения и машинного обучения [4-7]. Использование сверточных нейронных сетей (CNN) для анализа видеопотока с камер видеонаблюдения представляется перспективным подходом, позволяющим обнаруживать дым на ранних стадиях его развития.

Целью данной статьи является анализ перспектив и ограничений использования CNN для обнаружения дыма на ранней стадии по данным с камер видеонаблюдения, а также определение направлений дальнейших исследований, направленных на повышение эффективности и надежности таких систем.

Перспективы применения сверточных нейронных сетей для обнаружения дыма

Применение CNN для обнаружения дыма обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными методами [8], что обусловлено их способностью к автоматическому извлечению признаков и высокой устойчивостью к различным помехам. К основным преимуществам можно отнести:

- **повышение скорости обнаружения:** CNN способны анализировать визуальные признаки дыма (текстуру, цвет, форму облаков дыма) на ранних стадиях его развития, что позволяет обнаруживать пожар значительно раньше, чем традиционные датчики;

- **понижение количества ложных срабатываний:** CNN, обученные на репрезентативных наборах данных способны более эффективно различать дым и другие факторы, вызывающие ложные срабатывания традиционных датчиков (пар, пыль, движущиеся объекты);

- **обнаружение дыма в сложных условиях:** CNN обладают способностью обнаруживать дым в условиях ограниченной видимости, плохой освещенности или при наличии препятствий;

- **автоматизация мониторинга:** CNN позволяют автоматизировать процесс мониторинга и реагирования на пожары, что снижает нагрузку на операторов и повышает эффективность работы служб безопасности;

- **интеграция с существующими системами безопасности:** CNN могут быть интегрированы с другими системами безопасности (оповещения, управления эвакуацией, пожаротушения), создавая комплексное решение для защиты от пожаров;

- **ограничения и проблемы применения сверточных нейронных сетей для обнаружения дыма.**

Несмотря на значительный потенциал, применение CNN для обнаружения дыма имеет ряд ограничений, которые необходимо учитывать:

- **объемы данных для обучения:** для эффективного обучения CNN требуются большие объемы размеченных данных (изображений с дымом и без дыма), получение которых может быть трудоемким и дорогостоящим процессом;

- **адаптация к условиям:** CNN могут демонстрировать снижение эффективности в условиях, отличающихся от тех, на которых они были обучены (различные типы помещений, условия освещения), что требует разработки методов адаптации к изменяющимся условиям;

- **обобщение данных:** CNN могут демонстрировать ограниченную способность к обобщению знаний и плохо работать с новыми, ранее не виденными изображениями;

- **объяснимость решений:** решения, принимаемые CNN, часто трудно интерпретировать, что затрудняет оценку их надежности и принятие обоснованных решений на основе полученных результатов (описание методов, направленных на повышение объяснимости решений CNN);

- **этические аспекты:** применение систем видеонаблюдения с CNN поднимает вопросы, связанные с защитой персональных данных и соблюдением прав граждан на приватность.

Для дальнейшего развития CNN необходимо разобрать следующие направления:

1. **применение методов аугментации данных:** использование методов аугментации данных для увеличения объема обучающих выборок и повышения устойчивости CNN к различным условиям;
2. **разработка методов адаптивного обучения:** раз к этим решениям (описание методов объяснимого ИИ и их применения в качестве обнаружения дыма;
3. **интеграция с системами оценки риска:** интеграция систем обнаружения дыма на основе CNN с системами оценки риска пожара, позволяющая более эффективно планировать.

Использование сверточных нейронных сетей для обнаружения дыма представляет собой весьма перспективное направление, позволяющая оптимизировать затраты на приобретение нового оборудования путем интеграции CNN в существующие системы видеонаблюдения.

Список источников

1. Королев, А.В. «Применение нейронных сетей для обнаружения задымления в системах пожарной безопасности. Научный журнал «Наукосфера». 2020, № 5. С. 45-52.
2. Медведев, Д. В. Применение нейро-нечеткой системы ANFIS при прогнозировании площади лесных пожаров / Д. В. Медведев, А. В. Матвеев, А. И. Дмитриева // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 18 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, 2024. – С. 43-48. – EDN PFZVXO.
3. Khan, A., Khan, M. T., & Khan, M. A. (2020). A comprehensive review on fire detection using conventional and deep learning-based computer vision techniques. Archives of Computational Methods in Engineering, 27(4), pp. 1087-1112.
4. Паршенкова, Ю. А. Анализ рисков информационной безопасности на объектах критической информационной инфраструктуры с помощью нейронных сетей и нечетких когнитивных карт / Ю. А. Паршенкова, Е. А. Максимова, А. В. Матвеев // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2024. – № 3. – С. 86-97. – DOI 10.61260/2218-130X-2024-3-86-97. – EDN WXFDBJ.
5. Frizzi, S., Geneletti, A., & Menegatti, E. (2016). A CNN-based approach for real-time fire detection. In Proceedings of the 2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA) (pp. 4266-4271).
6. Li, W., Zhao, D., Yao, Q., & Li, H. (2019). A novel approach for fire detection based on convolutional neural network and color space. Journal of Visual Communication and Image Representation, 61, pp. 126-134.
7. Zhang, K., Xu, L., Xiao, Y., & Zhang, Y. (2019). A deep learning-based approach for smoke detection using surveillance video. In Proceedings of the 2019 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) (pp. 205-209).
8. Бородушко, И.В. Современные тенденции и стратегические цели развития искусственного интеллекта в Российской Федерации / И. В. Бородушко, А. В. Матвеев // Национальная безопасность и стратегическое планирование. – 2024. – № 2(46). – С. 66-74. – DOI 10.37468/2307-1400-2024-2-66-74. – EDN EFWHYT.

УДК 614.84

АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРЫ САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ РАЗЛИЧНОГО СТРОЕНИЯ

Свидзинская Галина Борисовна¹; Чуб Ирина Вячеславовна²

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹gns2@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9535-217X>

²chub.ira2015@yandex.ru

Аннотация. Проведен анализ методик расчета температуры самовоспламенения алициклических и ароматических углеводородов различного строения. Оценено соответствие расчетных величин экспериментальным данным, представленным в справочной литературе. Полученные результаты свидетельствуют о том, что существующие методы расчета не всегда обеспечивают достаточную точность. Для оценки пожарной опасности вещества требуется дополнительный анализ структуры исследуемого соединения и сравнение рассчитанного показателя, с полученной опытным путем температурой самовоспламенения аналогичных по строению гомологов или изомеров.

Ключевые слова: циклоалканы, ароматические углеводороды, температура самовоспламенения, методики расчета

ANALYSIS OF THE VARIOUS STRUCTURE CYCLIC HYDROCARBONS AUTO-IGNITION TEMPERATURE CALCULATING METHODS

Svidzinskaya Galina B.¹, Chub Irina V.²

^{1,2}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹gns2@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9535-217X>

²chub.ira2015@yandex.ru

Abstract. Analysis of the auto-ignition temperature calculating methods of various structures alicyclic and aromatic hydrocarbons is carried out. The correspondence of the calculated values to the experimental data presented in the reference literature is estimated. The obtained results indicate that the existing calculation methods do not always provide sufficient accuracy. To assess the fire hazard of a substance, an additional analysis of the compound structure under study is required and a comparison of the calculated indicator with the experimentally obtained auto-ignition temperature of homologues or isomers similar in structure.

Keywords: cycloalkanes, aromatic hydrocarbons, auto-ignition temperature, calculation methods

Углеводороды как линейного, так и циклического строения – наиболее распространенные природные органические соединения. Из них состоят природный и попутный газы, нефть, а также продукты их переработки. В ходе вторичной переработки природного сырья получают непредельные и циклические углеводороды, которые необходимы для улучшения качества топлив и производства полимерных изделий. Ароматические углеводороды, получаемые, в частности, из циклоалканов, играют ключевую роль в процессах горения в двигателях, определяя полноту сгорания, октановое и цетановое числа. Бензолные моноароматические производные с короткими боковыми цепями применяют в качестве антидетонационных присадок для повышения октанового числа бензина, полиядерные циклы используются в реактивных и дизельных топливах. Самовоспламеняемость дизельного топлива улучшают замещенные алкилбензолы с длинными боковыми цепями [1].

Большое количество циклических углеводородов попадает в качестве промышленных и бытовых отходов как продукты переработки нефти и пластических масс на свалки, где под воздействием повышенных температур и кислорода воздуха претерпевает различные химические превращения. Одним из источников винилбензола в местах хранения отходов являются, например, пластмассы на базе полистирола [2, 3].

Все процессы добычи, транспортировки, переработки, потребления, хранения и утилизации циклических углеводородов пожароопасны, большинство этих соединений склонно к самовоспламенению, что может приводить к сильнейшим пожарам и нарушению экологической обстановки, т. к. их горение сопровождается образованием токсичных продуктов и дыма.

Скорость горения и стойкость компонентов горючих смесей при повышенных температурах к цепным процессам радикального окисления определяется их способностью к самовоспламенению. Склонность к самовоспламенению и кинетика процесса для изученных циклических углеводородов на сегодняшний день значительно отстают от числа используемых соединений, что создает чрезвычайные ситуации в ходе их эксплуатации.

Определить свойства всех веществ, которые теоретически могут быть полезны в тех или иных процессах практически невозможно поэтому особую актуальность в научном сообществе приобрело направление, получившее название «Поиск количественных соотношений структура-свойство» (QSPR), которое направлено на разработку методов способных заменить эксперимент и позволяющих прогнозировать свойства веществ, в частности, температуру самовоспламенения ($t_{\text{свс}}$). Однако, анализ работ показал, что точность вычислений по выведенным формулам часто не соответствует данным эксперимента [1, 4, 5].

Согласно справочным данным температура самовоспламенения циклоалканов за счет образования более прочной циклической структуры выше, чем у алканов. При увеличении количества атомов углерода в цикле она падает и так же, как у алканов, и возрастает при переходе от жидкого к твердому состоянию. Разветвление в боковой цепи заместителя приводит к упрочнению структуры и росту $t_{\text{свс}}$. (Табл. 1.) [1, 6].

Ароматические соединения представляют собой наиболее прочные структуры с самыми высокими температурами самовоспламенения. Например, при увеличении длины алкильного радикала, присоединенного к кольцу, температура самовоспламенения падает от циклогексана (260⁰С) до октилциклогексана (235⁰С), оставаясь на 20–30 градусов выше $t_{\text{свс}}$ алканов с тем же числом атомов углерода. Температура самовоспламенения гомологов бензола падает от 560⁰С у бензола до 430⁰С у амилбензола, что почти в два раза выше, чем у подобных по строению циклоалканов с тем же числом атомов углерода (Табл. 1, 2).

Методики, позволяющие рассчитать $t_{\text{свс}}$ через среднюю длину молекул ($l_{\text{ср}}$), (формулы 1,2) и по методу групповых инкрементов (формулы 3,4) описаны в справочнике А.Я. Корольченко и в руководстве ВНИИПО [6, 7].

$$t_{\text{свс}} = 300 + 116 \sqrt{5 - l_{\text{ср}}}, ^\circ\text{C}, \text{ при } l_{\text{ср}} \leq 5 \quad (1)$$

$$t_{\text{свс}} = 300 - 38 \sqrt{l_{\text{ср}} - 5}, ^\circ\text{C}, \text{ при } l_{\text{ср}} > 5 \quad (2)$$

$$t_{\text{свс}} = 300 + 100 \sqrt{8 - \beta} + \sum_{j=2}^n a_j \cdot l_j, ^\circ\text{C}, \text{ при } \beta < 8 \quad (3)$$

$$t_{\text{свс}} = 300 - 10 \sqrt{\beta - 8} + \sum_{j=2}^n a_j \cdot l_j, ^\circ\text{C}, \text{ при } \beta > 8 \quad (4)$$

где a_j – коэффициенты, характеризующие вклад j -х структурных групп в величину $t_{\text{свс}}$, $^\circ\text{C}$.

l_j – число структурных групп в молекуле вещества;

β – коэффициент перед кислородом (воздухом) в реакции горения.

Для аренов в справочной литературе дополнительно приводятся таблицы «Температура самовоспламенения ароматических углеводородов в зависимости от средней длины углеродной цепи». По данному методу, атомы углерода ароматического ядра не

включаются в расчет средней длины цепи. При наличии в цепи бензольного кольца ее длина уменьшается на единицу по сравнению с фактической длиной. Температура самовоспламенения определяется по таблице, исходя из значения l_{cp} [8].

Заявленная погрешность расчета по формулам 1,2 для углеводородов составляет 70 градусов, а в интервале температур самовоспламенения 300–400 °С не должна превышать 40 градусов, по формулам 3,4 не превышает 40 градусов [7].

Кроме методов, основанных на строении молекулы, ВНИИПО предлагает использовать формулы для расчета температуры самовоспламенения, базирующиеся на принадлежности соединения к определенному классу органических веществ. Так, для аренов предлагается формула (5):

$$t_{свс} = 0,6412 t_{свс}^{(алк)} + 252,9 \quad (5)$$

где $t_{свс}^{(алк)}$ – температура самовоспламенения алкана, соответствующего присоединенному к бензольному кольцу радикала. Заявленная погрешность расчета по данному методу 15% [7].

Расчеты, проведенные по предлагаемым методикам для циклоалканов и ароматических соединений, были сведены в таблицу и сопоставлены с экспериментальными данными из справочной литературы (Табл. 1,2) [6].

Таблица 1

**Экспериментальная и расчетная температура самовоспламенения
циклоалканов различного строения**

Незамещенные циклоалканы	Температура самовоспламенения, °С			Алкилциклогексаны различного строения	Температура самовоспламенения, °С		
	Экспер имента льная	Расчетная по методу			Экспер имента льная	Расчетная по методу	
		1*	2**			1*	2**
Циклпропан	500	483	466	Метилциклогексан	260	253	289
Циклопентан	320	382	336	1,1-диметилциклогексан	250	249	345
Циклогексан	260	273	248	Этилциклогексан	260	240	258
Циклогептан	280	253	235	Пропилциклогексан	250	229	268
Циклооктан	275	240	224	Изопропилциклогексан	280	262	322
Циклододекан	350	203	185	Бутилциклогексан	246	219	274
				Изобутилциклогексан	274	250	328
				Третбутилциклогексан	342	281	395
				Амилциклогексан	240	211	248
				Октилциклогексан	235	189	220

Результаты расчета температуры самовоспламенения свидетельствуют о том, что предлагаемые методики для циклических углеводородов не всегда соответствуют заявленным погрешностям.

Значения близкие к экспериментальным для циклоалканов получаются для циклов до C_8 , при переходе к твердым алициклическим углеводородам формулы не учитывают рост температуры самовоспламенения, и ошибка достигает 100%. (У циклооктана, плавящегося при 14,8°С, $t_{свс} = 275^\circ\text{С}$, а у циклододекана, имеющего температуру плавления 62,0°С, $t_{свс} = 350,0^\circ\text{С}$, расчетные же значения показателя от C_8 к C_{12} продолжают уменьшаться) [6]. Для замещенных циклоалканов значения, соответствующие заявленной точности, получаются при расчете через среднюю длину молекул по методике ВНИИПО. Метод групповых инкрементов можно использовать только при определении $t_{свс}$ замещенных алкилциклоалканов с одной неразветвленной боковой цепью. При разветвлении заместителя ошибка достигает 50 градусов, как у изо- и третбутилциклогексана, а при появлении второго заместителя у углерода кольца возрастает до 100 градусов (1,1-диметилциклогексан) (Табл. 1).

Расчет температуры самовоспламенения ароматических соединений по предлагаемым методикам показывает, что заявленной точности соответствует методика ВНИИПО (формулы 1, 2), если длина радикала, присоединенного к ароматическому кольцу не более четырех атомов углерода. При увеличении длины алкильной цепи, например, у амилбензола, отличие от экспериментального значения становится очень значительным, т. к. на результат расчета в значительной степени начинает оказывать влияние слабый алкильный радикал.

Таблица 2

**Экспериментальная и расчетная температура самовоспламенения
ароматических соединений различного строения**

Вещество	Температура самовоспламенения, °С				
	Экспериментальная	Расчетная по методу			
		1*	2**	3***	4****
Бензол, C ₆ H ₆	560	546	561	562	-----
Толуол, C ₇ H ₈	535	517	480	546	596
1,2-диметилбензол, C ₈ H ₁₀	460	483	464	501	-----
1,3-диметилбензол, C ₈ H ₁₀	530	506	474	501	-----
1,4-диметилбензол, C ₈ H ₁₀	530	506	474	501	-----
Этилбензол, C ₈ H ₁₀	430	483	467	439	583
Пропилбензол, C ₉ H ₁₂	450	442	456	430	554
Изопропилбензол, C ₉ H ₁₂	424	477	510	432	-----
1,2,3-Триметилбензол, C ₉ H ₁₂	480	477	440	460	-----
1,2,4-Триметилбензол, C ₉ H ₁₂	500	490	470	460	-----
1,3,5-Триметилбензол, C ₉ H ₁₂	550	501	470	460	-----
1-Метил-2-этилбензол, C ₉ H ₁₂	440	457	453	439	-----
1-Метил-3-этилбензол, C ₉ H ₁₂	480	483	463	439	-----
1-Метил-4-этилбензол, C ₉ H ₁₂	475	483	463	439	-----
1,2-Диэтилбензол, C ₁₀ H ₁₄	395	427	443	432	-----
1,3-Диэтилбензол, C ₁₀ H ₁₄	450	456	453	432	-----
1,4-Диэтилбензол, C ₁₀ H ₁₄	430	456	453	432	-----
Бутилбензол, C ₁₀ H ₁₄	400	382	446	424	513
Вторбутилбензол, C ₁₀ H ₁₄	418	430	500	428	-----
Изобутилбензол, C ₁₀ H ₁₄	430	430	500	428	548
Третбутилбензол, C ₁₀ H ₁₄	450	472	567	430	548
1,2,4,5-Тетраметилбензол, C ₁₀ H ₁₄	425	483	467	450	-----
Амилбензол, C ₁₁ H ₁₆	430	273	436	423	436
Пентаметилбензол, C ₁₁ H ₁₆	430	476	394	445	-----
1-метил-3,5-диэтилбензол, C ₁₁ H ₁₆	455	464	450	434	-----
1-третбутил-4-метилбензол, C ₁₁ H ₁₆	502	470	564	431	-----
Винилбензол, C ₈ H ₈	490	483	496	----	-----
1-винил-2-метилбензол, C ₉ H ₁₀	495	457	481	----	-----
Дифенил, C ₁₂ H ₁₀	566	532	464	570	-----
Нафталин, C ₁₀ H ₈	520	517	470	570	-----
1-Метилнафталин, C ₁₁ H ₁₀	520	483	467	562	-----
2-Этилнафталин, C ₁₂ H ₁₂	480	483	457	546	-----
Антрацен, C ₁₄ H ₁₀	470	483	461	----	-----

1* метод расчета по формулам 1, 2; 2** метод расчета по формулам 3, 4; 3*** – метод расчета с использованием справочной таблицы «Температура самовоспламенения ароматических углеводородов в зависимости от средней длины углеродной цепи»; 4**** – метод расчета с использованием формулы (5).

Метод групповых инкрементов дает неточные результаты, особенно при разветвлении алкильных заместителей (ошибка при расчете $t_{\text{свс}}$ изомеров бутилбензола достигает 80 градусов), и определении показателя для соединений с несколькими бензольными кольцами (для дифенила ошибка около 100 градусов, а для гомологов нафталина 50–80 градусов).

Использование формулы (5) для расчета температуры самовоспламенения аренов нецелесообразно ввиду неточности получаемых значений (ошибка более 100 градусов).

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что использовать существующие методики расчета температуры самовоспламенения циклических углеводородов следует с учетом особенностей строения соединений. Предварительная оценка пожарной опасности веществ без проведения дорогостоящих и сложных экспериментов должна осуществляться с использованием нескольких возможных методов расчета, и сравнения полученных значений с известными показателями аналогичных по строению веществ.

Список источников

1. Свидзинская Г.Б. Влияние строения циклических углеводородов на температуру самовоспламенения // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2024. № 2. С. 19–25.
2. Demirbas A. Pyrolysis of municipal plastic wastes for recovery of gasoline-range hydrocarbons // J. Anal. Appl. Pyrolysis. 2004. V. 72. P. 97–102.
3. Sarker M., Rashid M., Rahman, M., Molla, M. A New Kind of Renewable Energy: Production of Aromatic Hydrocarbons Naphtha Chemical by Thermal Degradation of Polystyrene (PS) Waste Plastic // American Journal of Climate Change. 2012. № 1. P. 145–153.
4. Иванова М.А., Свидзинская Г.Б. Оценка методов расчета температуры самовоспламенения алканов и влияние на этот показатель особенностей строения изомеров // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы: Материалы международного форума, СПб., 24 октября 2024 г. СПб.: Санкт-Петербургский ун-т ГПС МЧС России, 2024. – С. 60–65.
5. Свидзинская Г.Б., Иванова М.А. Анализ применимости методов расчета температуры самовоспламенения для оценки пожарной опасности линейных непредельных углеводородов // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: Материалы Всероссийской науч.-пр. конф., СПб., 18 апреля 2024 г. СПб.: Санкт-Петербургский ун-т ГПС МЧС России, 2024. С. 117–121.
6. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник в 2-х ч. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Асс. «Пожнаука», 2004.
7. Расчет основных показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов: Руководство. М.: ВНИИПО, 2002. 77 с.
8. Свидзинская, Г.Б., Королева Л.А. Техносферная безопасность. Применение химической номенклатуры при оценке пожарной опасности органических веществ и материалов: учебное пособие. СПб.: Санкт-Петербургский ун-т ГПС МЧС России, 2024. 168 с.

УДК 614.841.12

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

ПЕРФТОР-1,2-ДИМЕТИЛЦИКЛОБУТАНА В КАЧЕСТВЕ ГАЗОВОГО ОГNETУШАЩЕГО ВЕЩЕСТВА

Копылов Павел Сергеевич¹; Копылов Сергей Николаевич²; Лучкин Сергей Алексеевич³

^{1,2,3}Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, Москва, Россия

¹pskopylov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3829-0512>

²firetest@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7576-6276>

³Luchkin.sergey@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2313-6309>

Аннотация. Сформулирована новая концепция поиска газовых огнетушащих веществ среди соединений с напряженной химической связью (связями) в молекуле. Предложено новое огнетушащее соединение – перфтор-1,2-диметилциклобутан. Определено, что данное вещество полностью удовлетворяет современным экологическим требованиям и низкотоксично. Экспериментально показано, что перфтор-1,2-диметилциклобутан является негорючим и обладает минимальной огнетушащей концентрацией $3,7 \pm 0,1$ % об.

Ключевые слова: газовое огнетушащее вещество, эффективность, ингибитор

PROSPECTS FOR THE USE OF

PERFLUORO-1,2-DIMETHYLCYCLOBUTANE AS A GAS EXTINGUISHING AGENT

Kopylov Pavel S.¹; Kopylov Sergey N.²; Luchkin Sergey A.³

^{1,2,3}All-Russian Scientific Research Institute of Fire Protection of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

¹pskopylov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3829-0512>

²firetest@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7576-6276>

³Luchkin.sergey@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2313-6309>

Abstract. A new concept of searching for gas extinguishing agents among compounds with a strained chemical bond(s) in a molecule is formulated. A new fire extinguishing compound, perfluoro-1,2-dimethylcyclobutane, has been proposed. It was determined that this substance fully meets modern environmental requirements and is low toxic. It has been experimentally shown that perfluoro-1,2-dimethylcyclobutane is nonflammable and has a minimum extinguishing concentration of $3.7 \pm 0.1\%$ vol.

Keywords: gas extinguishing agent, effectiveness, inhibitor

Обеспокоенность многих стран проблемой глобального потепления, привела к подписанию в 2016 году Кигалийской поправки к Монреальскому протоколу о веществах, разрушающих озоновый слой Земли [1]. Согласно [1], под ограничение производства попадают широко применяемые в настоящее время газовые огнетушащие хладоны (23, 125, 227ea и пр.), поскольку они обладают большим временем жизни в атмосфере (под временем жизни химического соединения в атмосфере принято считать время, за которое концентрация вещества в атмосфере уменьшится в e (2,7) раз, если данный показатель меньше 181 дня, то вещество относят к короткоживущим [2]) и являются парниковыми газами.

До недавнего времени разработка новых газовых огнетушащих веществ (ГОТВ) базировалась на подходах, изложенных в работах Стефани Скаггс [3], Дага Мэттера и Роберта Тэпскотта [4]. Согласно [3], наиболее перспективные ГОТВ должны удовлетворять

следующим требованиям по составу и структуре их молекулы: наличие двойной связи для уменьшения времени жизни в атмосфере, наличие атомов F для предотвращения горючести вещества, количество атомов углерода в молекуле – не более трех, наличие атомов I или Br для обеспечения высокой огнетушащей эффективности. Однако, несмотря на реализацию масштабных исследовательских программ, в настоящее время из всех галогенсодержащих газовых огнетушащих веществ низким потенциалом глобального потепления обладают: хладоны 13I1 (CF_3I) и 217I1 ($\text{C}_3\text{F}_7\text{I}$); фторированный кетон ФК-5-1-12; трифторбромпропен.

В работе [5] рассматривался принципиально новый класс газовых огнетушащих веществ – перфторизогексены: перфтор-4-метилпентен-2 ($((\text{CF}_3)_2\text{CF}=\text{CFCF}(\text{CF}_3)_2$, соединение с неактивной двойной связью) и перфтор-2-метилпентен-2 ($((\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{CFCF}_2\text{CF}_3$, соединение с активной двойной связью). Данные соединения обладают низкой токсичностью [6], озонобезопасны и не являются парниковыми газами [7], обладают коротким временем жизни в атмосфере – около 17 суток [8], удовлетворяют всем современным экологическим требованиям. Оба вещества, рассмотренные в [5] являются не горючими и обладают минимальными огнетушащими концентрациями при тушении n-гептана ($3,3 \pm 0,1$) % (об.) для перфтор-2-метилпентена-2 и ($3,5 \pm 0,1$) % (об.) для перфтор-4-метилпентена-2.

Газовые огнетушащие вещества, рассмотренные в работе [1], были определены исходя из того, что наличие двойной связи в структуре молекулы может обеспечивать не только уменьшение времени жизни вещества в атмосфере, но и высокую ингибирующую эффективность веществ по отношению к газофазному горению. Однако, еще одним возможным направлением обнаружения новых ГОТВ, обладающих коротким временем жизни в атмосфере, является поиск среди соединений с напряженной химической связью (связями) в молекуле. Такими соединениями, в частности, могут быть некоторые циклические соединения, например, фторзамещенные циклоалканы. Рассмотрим данный подход более подробно.

Перфторциклопропан (C_3F_6) – простейший циклоалкан, трехчленный цикл которого обладает значительной энергией напряжения [9]. C_3F_6 легко раскрывает кольцо в различных реакциях, в том числе легко разрушается в процессах гидролиза, что делает вещество нестойким при хранении, а его дальнейшее рассмотрение в качестве перспективного ГОТВ нецелесообразным.

В отличие от молекулы перфторциклопропана, имеющей форму равностороннего треугольника, молекула перфторциклобутана (C_4F_8) – квадрат, что делает данную молекулу менее напряженной, чем молекула C_3F_6 [10]. В результате молекула перфторциклобутана значительно менее охотно вступает в реакции с раскрытием кольца и оказывается более стабильной, что позволяет использовать C_4F_8 и как ГОТВ. Однако, относительная инертность перфторциклобутана сказывается и на его экологических свойствах: при времени жизни в атмосфере более 3000 лет и $\text{GWP}=10300$ [11] C_4F_8 является парниковым газом и попадет под ограничения производства, согласно Кигалийской поправки к Монреальскому Протоколу [1].

Следующее соединение в гомологическом ряду – перфтор-1,2-диметилциклобутан (C_6F_{12}). Структурная формула вещества представлена на рисунке 1.

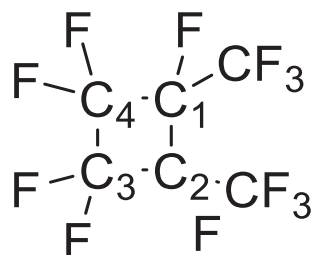


Рис. 1. Структура молекулы перфтор-1,2-диметилциклобутана

Относительные энергии разрыва С-С-связей (ΔE_0) в перфтор-1,2-диметилциклобутане оказываются больше, чем значение ΔE_0 для перфторциклопропана, но меньше, чем значение ΔE_0 для перфторциклобутана, и можно ожидать, что перфтор-1,2-диметилциклобутан окажется достаточно стабильным при хранении, проявляя при этом высокую огнетушащую эффективность при низком значении времени жизни этого вещества в атмосфере. Данное предположение позволяет продолжить дальнейшее рассмотрение перфтор-1,2-диметилциклобутана в качестве огнетушащего.

С точки зрения физических свойств перфтор-1,2-диметилциклобутан может применяться в качестве ГОТВ, так как его температура кипения составляет 43 °С. Данных по токсичности этого вещества обнаружить не удалось, однако, учитывая низкую токсичность ближайшего гомолога рассматриваемого вещества – перфторциклобутана, а также отсутствие влияния перфтор-1,2-диметилциклобутана на токсичность промышленно выпускаемого ФОЛ-62, в состав которого он входит в качестве примеси [12], можно заключить, что перфтор-1,2-диметилциклобутан имеет класс опасности не ниже 4.

На установке «Вариант», предназначенной для определения концентрационных пределов распространения пламени газовых смесей, было экспериментально установлено, что перфтор-1,2-диметилциклобутан не имеет концентрационных пределов распространения пламени, и значит, в соответствии со стандартом [13], является негорючим.

На установке «Цилиндр», предназначенной для определения огнетушащих концентраций ГОТВ с высокой точкой кипения были проведены эксперименты по определению минимальной огнетушащей концентрации перфтор-1,2-диметилциклобутана по отношению к горению n-гептана. Как следует из представленных на рисунке 2 данных, минимальная огнетушащая концентрация перфтор-1,2-диметилциклобутана составляет $3,7 \pm 0,1$ % об. На рисунке 2 также представлены результаты, полученные в работе [1] по определению огнетушащих концентраций перфторизогексена с активной и неактивной двойной связью в молекуле.

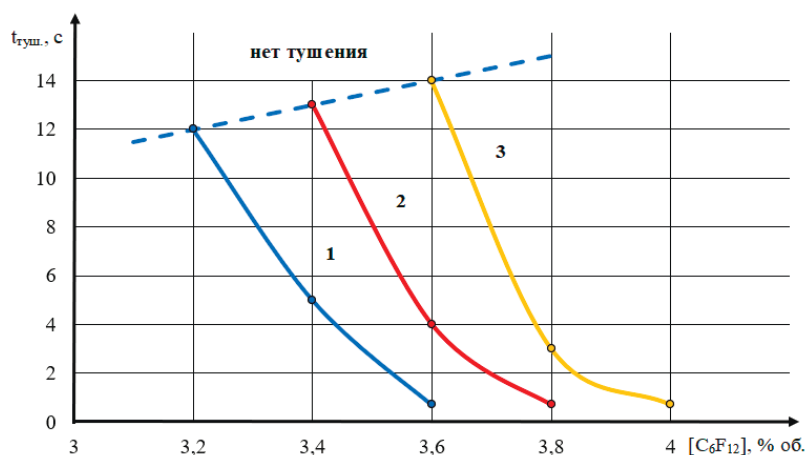


Рис. 2. Огнетушащая концентрация C_6F_{12} по отношению к горению n-гептана
 1 - перфтор-2-метилпентен-2; 2 - перфтор-4-метилпентен-2; 3 - перфтор-1,2-диметилциклобутан

Из рисунка 2 также видно, что, чем больше ингибирующая активность исследуемого ГОТВ, тем сильнее смещена кривая тушения влево, то есть при одинаковой концентрации огнетушащих веществ для тушения более эффективным газовым огнетушащим веществом требуется меньшее время тушения. Из полученных результатов следует также, что различие в воздействии перфтор-2-метилпентена-2, перфтор-4-метилпентена-2 и перфтор-1,2-диметилциклобутана на процесс газофазного горения определяется особенностями их химического превращения в пламени, так как при одинаковой общей формуле – C_6F_{12} – разница их теплоемкостей невелика.

Различие в воздействии перфтор-2-метилпентена-2, перфтор-4-метилпентена-2 и перфтор-1,2-диметилциклобутана на процесс газозафного горения определяется особенностями их химического превращения в пламени, то есть химической активностью исходного вещества по отношению к ответственным за распространение пламени свободным атомам и радикалам, возможностью регенерации исходного вещества в пламени и его стойкостью к термическому разрушению.

Перфтор-1,2-диметилциклобутан и перфторизогексены эффективны ближайшего аналога – фторированного кетона ФК 5-1-12 (минимальная огнетушащая концентрация которого составляет $4,5 \pm 0,1$ %об. [14]) на 20,9 – 29,5 % в пересчете на массовые величины. При этом, при незначительной разнице в огнетушащей концентрации, применение на практике перфтор-1,2-диметилциклобутана предпочтительнее, поскольку его молекула наиболее прочная.

Выводы

1. Определено новое направление разработки ингибиторов газозафного горения, обладающих коротким временем жизни в атмосфере, среди соединений с напряженной химической связью (связями) в молекуле.

2. Согласно новому подходу показана перспективность применения нового газозафного огнетушащего вещества – перфтор-1,2-диметилциклобутана.

3. Экспериментально определено, что предлагаемое новое вещество является не горючим и обладает минимальной огнетушащей эффективностью $3,7 \pm 0,1$ % об. относительно горения n-гептана. Данное ГОТВ является более эффективным чем ближайший аналог – фторированный кетон ФК 5-1-12.

Список источников

1. The Kigali Amendment (2016): The amendment to the Montreal Protocol agreed by the Twenty-Eighth Meeting of the Parties (Kigali, 10-15 October 2016) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ozone.unep.org/treaties/montreal-protocol/amendments/kigali-amendment-2016-amendment-montreal-protocol-agreed>. (дата обращения: 07.04.2025).

2. Tapscott, R.E. Tropodegradable Bromocarbons as Halon Replacements / R.E. Tapscott, E.W. Heinonen, J.L. Lifke, et. al. // Halon Alternatives Technical Working Conference 1991 Proceedings, University of New Mexico; New Mexico Engineering Research Institute, Albuquerque, NM. – 1997. – P. 178–185.

3. Skaggs, S.R. Second Generation Halon Replacements. Halon Alternatives Technical Working Conference 1993 Proceedings / S.R. Skaggs // Albuquerque, NM: University of New Mexico. – NMERI, 1993. – p. 239–249.

4. Mather, J.D. Tropodegradable and Other Environmentally Acceptable Flame Extinguishants / J.D. Mather, R.E. Tapscott // Papers from 1991-2003 Halon Option Technical Working Conferences. – Gaithersburg: NIST, NIST SP 984-1, 2003. – 13 p.

5. Копылов, П.С. Огнетушащая эффективность перфторизогексенов / П.С. Копылов // Пожарная безопасность. 2021. № 1(102). – С. 47-53. – DOI 10.37657/vniipo.pb.2021.67.54.005.

6. Промышленные фторорганические продукты / Б.Н. Максимов, В.Г. Барабанов, И.Л. Серушкин [и др.]. СПб.: Химия. – 1996. – 544с.

7. Продукт ФОЛ-63Д, ФОЛ-62. URL: <http://ftor-vniinp.ru/produkt-fol-63d-fol-62/> (дата обращения: 07.04.2025 г.).

8. Kopylov, S.N. Characteristics of Impact on the Atmosphere of Perfluorohexenes – Promising Components of Gas Extinguishing Compositions / S.N. Kopylov, P.S. Kopylov, I.P. Eltyshv, I.R. Begishev // Journal of Physics: Conference Series – V. 2389. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2389/1/012003/meta>. – DOI 10.1088/1742-6596/2389/1/012003

9. Яновская, Л.А. Циклопропаны с функциональными группами / Л.А. Яновская, В.А. Домбровский, А.Х. Хусид. – М.: Наука. – 1980. – 223 с.

10. Рахимов, А.И. Циклоалканы / А.И. Рахимов, А.В. Мирошниченко. – Волгоград: ВГТУ. – 2011. – 32 с.
11. Oram, D.E. Long-term tropospheric trend of octafluorocyclobutane (C₄F₈ or PFC318) / D.E. Oram, F. Mani, J.C. Laube et al. // Atmospheric Chemistry and Physics. – 2011. – V. 11. – P. 19089–19111.
12. Продукт ФОЛ-63Д, ФОЛ-62 / ПКФ «Спецнефтепродукт» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ftor-vniinp.ru/produkt-fol-63d-fol-62/> (дата обращения 08.04.2025).
13. ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения (утв. Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартами от 12.12.1989 № 3683). [Электронный ресурс]: Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
14. Carnazza B.P., Owens J.G., Rivers P.E., Schmeer J.S. FK-5-1-12 Performance Characteristics: Recent Developments. – Papers from 1991–2004 Halon Option Technical Working Conferences – Gaithersburg: NIST, NIST SP 984-2. – 2004. – 11 p.

УДК 614.841.49

РАЗМЕРНАЯ ВЕЛИЧИНА ПОЖАРНОГО РИСКА КАК ПРИЗНАК ИДЕНТИФИКАЦИИ НАРУЖНЫХ УСТАНОВОК ОБЪЕКТОВ НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ ПО ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Хорошев Андрей Александрович¹; Фомин Александр Викторович²

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹andrey.horoshev@list.ru, <https://orcid.org/0009-008-1127-5516>

²fomin.a@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6093-1446>

Аннотация. В статье представлены результаты анализа нормативных документов по пожарной безопасности и нормативных правовых актов МЧС России, содержащих различные методики определения величин пожарного риска. Пожарный риск рассмотрен в качестве идентификационного признака наружных установок объектов нефтяной отрасли по пожарной опасности.

Ключевые слова: пожарный риск, наружные установки, пожарная безопасность, идентификация, пожарная опасность, методика расчета пожарного риска

DIMENSIONAL VALUE OF FIRE RISK AS A SIGN FOR IDENTIFYING OUTDOOR INSTALLATIONS OF OIL INDUSTRY FACILITIES BASED ON EXPLOSION AND FIRE HAZARD

Khoroshev Andrey A.¹; Fomin Alexander V.²

^{1,2}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹andrey.horoshev@list.ru, <https://orcid.org/0009-008-1127-5516>

²fomin.a@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6093-1446>

Abstract. The article provides an analysis of regulatory documents on fire safety and regulatory legal acts of the Ministry of Emergency Situations of Russia, which contain various methods for determining fire risk values. Fire risk is considered as an identification feature of outdoor installations of oil industry facilities for fire hazard.

Keywords: fire risk, outdoor installations, fire safety, identification, fire hazard, fire risk calculation methodology

К особенностям производственных объектов нефтяной отрасли следует отнести взрывопожарную и пожарную опасность этого вида промышленной деятельности. Безусловно, скопление большого количества горючей жидкости влечет за собой опасность возникновения пожара и возможного взрыва, при этом следует учитывать, что такой сценарий может иметь место лишь при наличии всего треугольника пожара.

Исследование существующих методик определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах [1, 2] (далее Методика-1, Методика-2) показывает следующее:

– вопрос учета в расчете пожарного риска вероятностной величины возникновения источника зажигания вблизи горючей среды при возникновении аварийной ситуации раскрывается опосредованно;

– результат численной реализации методик ведет к принципиально схожему результату в общем к определению размерных величин пожарного риска.

Определение вероятности появления источника зажигания в горючей среде, окислителя в объём с горючим веществом содержится в государственном стандарте [3]. В то же время Методикой-1 такие вероятности не учитываются, а используются усредненные показатели вероятности возникновения взрыва, возгорания смеси, тем самым понижая точность результата расчета. В основе определения вероятности возникновения пожароопасной ситуации в Методике-1 приняты вероятности аварийного образования горючей среды – разгерметизация и разрушение оборудования, наружных установок.

Также можно отметить, что Методикой-1 и Методикой-2 представлены различные подходы к определению размерных величин пожарного риска. Это связано с разностью целей, преследуемых методиками.

Так, в результате реализации Методики-1 в отношении производственного объекта можно определить расчетную величину пожарного риска, показывающего последствия для людей пожарной опасности производственного объекта, выражаемого количественной мерой реализации такой опасности.

Методика-2 позволяет определить величину пожарного риска, показывающую пожарную опасность отдельно взятой наружной установки на расстоянии 30 метров от этой установки, с тем чтобы определить какие требования пожарной безопасности необходимо установить для предотвращения пожара и обеспечить противопожарную защиту людей и имущества при пожаре на наружной установке. Важность определения пожарной опасности наружной установки обусловлена тем, что это является существенным признаком, позволяющим идентификацию объекта защиты [4].

Это показывает более узкий смысл результата расчета пожарного риска, выполненного по Методике-2, позволяет более широко оценить последствия реализации взрывопожароопасного сценария проектной аварии на производственном объекте.

Следует предположить, что применение в расчете пожарного риска математических соотношений, позволяющих определить вероятность возникновения источника зажигания в горючей среде, будет способствовать точности расчета, а значит и повышению объективности картины взрывопожарной опасности производственного объекта нефтяной отрасли, получаемой в результате расчета пожарного риска.

Важность точности результата расчета пожарного риска заключается в необходимости баланса между требовательностью к уровню пожарной безопасности и степенью предпринимательской свободы, вытекающих в экономическую целесообразность хозяйственной деятельности производственного объекта нефтяной отрасли [5, 6].

Из вышеизложенного следует вывод о необходимости разработки методики определения расчетных величин пожарного риска для производственных объектов нефтяной отрасли, учитывающей, помимо вероятности аварийного образования горючей среды, вероятность появления в аварийной горючей среде источника зажигания.

Принципиальную последовательность проведения такого расчета можно представить следующим образом:

- определение вероятности возникновения аварийной горючей среды;
- определение вероятности возникновения источника зажигания в аварийной горючей среде;
- вычисление вероятности наступления неблагоприятных последствий (взрыва, вспышки, пожара) из совокупности вероятностей возникновения аварийной горючей среды и появления в ней источника зажигания;
- вычисление опасных полей в результате наступления неблагоприятных последствий аварий;
- вычисление потенциального риска;
- определение вероятности нахождения в зоне опасных полей людей;
- вычисление вероятности травмирования и гибели людей в результате наступления неблагоприятных последствий аварий (пожарного риска, индивидуального и социального пожарных рисков).

При этом в ходе проведения расчета пожарного риска можно для каждой из наружных установок определить размерную величину пожарного риска в поле вокруг отдельно взятой наружной установки радиусом 30 метров для отнесения последней к определенной категории риска.

При таких условиях к категории АН по пожарной опасности будет относиться наружная установка, которая характеризуется повышенной взрывопожарной опасностью при условии, что в этой установке осуществляется хранение, переработка, либо транспортировка

горючих газов или легковоспламеняющихся жидкости, температура вспышки которой не превышает 28 °С, или вещества (материалы), взаимодействие с водой, кислородом воздуха и (или) друг с другом вызывают горение при том, что величина пожарного риска в результате сгорания указанных веществ с образованием волн давления составляет 10^{-6} в радиусе 30 м от наружной установки.

К категории БН по пожарной опасности будет относиться наружная установка, которая также будет характеризоваться повышенной взрывопожарной опасностью при условии, что в этой установке осуществляется хранение, переработка, либо транспортировка горючих пылей, волокон легковоспламеняющаяся жидкость, температура вспышки которой превышает 28 °С, при том, что величина пожарного риска в результате сгорания указанных веществ с образованием волн давления составляет 10^{-6} в радиусе 30 м от наружной установки.

Таким образом, реализация предложенного подхода к определению расчетной величины пожарного риска, в рамках которого будет осуществляться определение категорий наружных установок по пожарной опасности на основе единой методики, позволит:

- оптимизировать нормативную базу, поскольку сократит количество применяемых документов;
- исключить необходимость разработки и внедрения нормативного документа по пожарной безопасности, устанавливающего порядок оформления расчета по определению категории пожарной опасности наружной установки, отсутствующего в настоящий момент;
- оптимизировать работу по проектированию производственных объектов нефтяной отрасли, поскольку сократит количество проводимых расчетов;
- станет предпосылкой к появлению документа, позволяющего идентификацию производственных объектов нефтяной отрасли.

Список источников

1. Приказ МЧС России от 26 июня 2024 г. № 533 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_485176/ (дата обращения: 07.04.2025).
2. Свод правил СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий, наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_89061/ (дата обращения: 07.04.2025).
3. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.004-91. «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования». URL: <https://base.garant.ru/3922226/> (дата обращения: 07.04.2025).
4. Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями). URL: <https://base.garant.ru/12161584/> (дата обращения: 07.04.2025).
5. Хорошев А.А., Фомин А.В. О критериях добросовестности для производственных объектов и наружных установок//Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXXV Междунар. науч.-практ. конф. Москва, 31 мая 2023 г. М.: ВНИИПО, 2023. С 378-389.
6. Хорошев А.А. Фомин А.В. Правовые особенности определения категории риска для производственных объектов нефтяной и газовой промышленности//Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XVIII Междунар. науч.-практ. конф. Иваново, 23 ноября 2023 г.: ИПСА ГПС МЧС России, 2023. С. 305–307.

УДК 629.373.3

**МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ КОЛЕСНЫХ ВЕЗДЕХОДНЫХ
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ МЧС РОССИИ
В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Брусянин Дмитрий Владимирович

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России», Санкт-Петербург, Россия

brusyanin@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1145-8394>

Аннотация. В статье представлена методика оценки возможности применения стоящих на вооружении МЧС России и перспективных отечественных образцов техники в Арктической зоне Российской Федерации, прошедших апробацию и сравнительные функциональные комплексные испытания в ходе экспедиции, состоявшейся в рамках межведомственного опытно-исследовательского учения сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации.

Ключевые слова: колесные вседорожные транспортные средства, Арктическая зона, показатели климатической безопасности, эксплуатационные показатели, показатели проходимости; показатели использования; аварийно-спасательные формирования, аварийно-спасательная техника

**TEST PROCEDURE FOR WHEELED ALL-TERRAIN VEHICLES
FOR TECHNICAL SUPPORT OF EMERGENCY RESCUE UNITS
OF THE RUSSIAN MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS
IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION**

Brusianin Dmitrii V.

Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

brusyanin@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1145-8394>

Abstract. The article presents a methodology for assessing the possibility of using the Russian Ministry of Emergency Situations and promising domestic models of equipment in the Arctic zone of the Russian Federation, which were tested and compared functional complex tests during an expedition conducted as part of an interdepartmental experimental research exercise of the forces and means of the unified state system for the prevention and elimination of emergencies in the Arctic zone of the Russian Federation.

Keywords: wheeled all-terrain vehicles, Arctic zone, climate safety indicators, operational indicators, cross-country performance; usage indicators; emergency rescue units, emergency rescue equipment

В ходе экспедиции, состоявшейся в рамках межведомственного опытно-исследовательского учения сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации в 2023 году была проведена сравнительная оценка стоящих на вооружении МЧС России и перспективных отечественных образцов колесных вседорожных транспортных средств. Методологической основой исследования послужили эмпирический и теоретический методы изучения.

Научно обоснованные критерии методики проведения сравнительных испытаний рассмотрены в данной статье.

Сравнительные испытания образцов отечественных колесных вездеходных ТС проводились по их наиболее значимым показателям:

- показатели проходимости ТС;
- показатели использования ТС;
- показатели климатической безопасности ТС.

Сравнение образцов проводили по нескольким критериям, в основе сравнительных алгоритмов предложено решение задачи многокритериальной оптимизации.

Широко применяемыми методами решения многокритериальных задач является метод объединения векторного критерия, свертывание критериев может осуществляться аддитивным, мультипликативным и средне степенным способом.

Эмпирические показатели вносят неравномерный вклад в обобщенный критерий, возникает необходимость определения весовых коэффициентов. Для расчёта коэффициентов весомости принят метод экспертных оценок, метод оценок регрессионных зависимостей.

Алгоритм вычисления показателя подвижности включает в себя несколько основных этапов. На первом этапе был произведен отбор простейших оценочных критериев, которые вносят определенный вклад в комплексную оценку подвижности. Показатели, характеризующие транспортное средство качественным образом, на этом этапе преобразуются в количественные с использованием метода анализа иерархий.

Среди полного перечня эксплуатационных показателей техники для получения показателя подвижности и живучести в условиях Арктической зоны вездеходных машин были приняты наиболее значимые критерии технической эффективности и климатической безопасности [1-3], представленные в табл. 1.

Таблица 1

Наиболее значимые показатели ТС и их значимость

№ п/п	Объект регламентации	Оцениваемый эмпирический показатель (свойство)	Значение/ вес показателя
Показатели проходимости ТС [2]			
1	ТС в целом	Удельная мощность АТС (N_y), как показатель запаса мощности двигателя, влияющий на опорную проходимость.	
Показатели использования ТС [3]			
2	ТС в целом	1. Коэффициент технической готовности (КТГ) как показатель надежности АТС. 2. Коэффициент использования массы η_v как показатель экономичности эксплуатации АТС.	
Показатели климатической безопасности ТС [4]			
№ п/п	Объект регламентации	Оцениваемый эмпирический показатель (свойство)	Значение/ вес показателя
3	ТС в целом	1. Надежность и эксплуатационная безопасность при внешних низких температурах. 2. Наличие указаний в руководстве по эксплуатации об особенностях эксплуатации ТС в условиях низких температур. 3. Оборудование средствами от обморожения кожного покрова и медицинскими средствами. 4. Контрастная окраска ТС (красный, оранжевый и т.д.), хорошо заметная на белом покрове	

№ п/п	Объект регламентации	Оцениваемый эмпирический показатель (свойство)	Значение/ вес показателя
4	Тормозные системы	Наличие приспособлений, предотвращающих попадание влаги и масла из компрессора в пневматическую часть тормозной системы, приводящих к замерзанию в ней конденсата влаги.	
5	Двигатель. Система пуска	1. Оснащение средствами утепления (одеяло) и облегчения пуска (ЭФУ). 2. Возможность установки средств предпускового подогрева (ПЖД). 3. Время прогрева двигателя до рабочей температуры. (В минутах, среднее время из дневников испытателей за время экспедиции).	
6	Система питания	1. Возможность размещения воздухозаборника выше корпуса ТС. 2. Запас хода по топливу не менее чем на 600 км. 3. Наличие средств, обеспечивающих запуск двигателя при температуре топлива ниже температуры парофинизации дизельного топлива.	
7	Система выпуска	Направление выпуска отработавших газов	
8	Обитаемое помещение (кабина, салон, отделение для перевозки людей)	1. Эффективность теплоизоляции кабины / кузова. 2. Эффективность системы отопления. 3. Обеспечение защиты остекления от обмерзания. 4. Для открывающихся боковых окон (форточек) – возможность их открывания. 5. Наличие салонного пылевого фильтра. 6. Комплектация устройством обогрева подушки сиденья. 7. Оснащение системой кондиционирования. 8. Наличие резервной системы отопления кузова (кабины). 9. Наличие отсеков для хранения и размещения комплектов арктической одежды и обуви, необходимой при покидании ТС и работе вне ТС. 10. Конструкция ограждений рабочего места (кабины) водителя. 11. Расчетная площадь поверхности обитаемого помещения S, м ² . 12. Количество мест для сидения.	
9	Электрооборудование, освещение, сигнализация	1. Обеспечение заряда АКБ. 2. Дополнительные средства обеспечения работоспособности АКБ (подогрев отсека, утепление, применение специальных, морозостойких типов аккумуляторов). 3. Способность генераторной установки и аккумуляторного отсека обеспечивать тепловой режим АКБ в соответствии с требованиями РЭ. 4. Оснащение дополнительными средствами освещения и световой сигнализации. 5. Наличие дополнительного звукового сигнала повышенной мощности.	
10	Трансмиссия	Наличие систем блокировки мостов и колес для повышения проходимости ТС.	

№ п/п	Объект регламентации	Оцениваемый эмпирический показатель (свойство)	Значение/ вес показателя
11	Эвакопригодность	Оснащение передним сцепным устройством (возможность установки без подготовительных операций).	
12	Удобство обслуживания (ежедневное обслуживание, ТР)	Удобство и безопасность доступа к подкапотному пространству и обслуживания двигателя.	
13	Дополнительная комплектация	Наличие оборудованных мест хранения средств повышения проходимости, емкостей резерва топлива и других технических жидкостей, тросов, буксировочных устройств, ЗИПа, шансового инструмента.	

Сравнение образцов ТС по показателям проведено путем сложения суммы рангов показателей конкретных марок ТС, причем, чем выше сумма рангов показателей, тем предпочтительней вариант [4–14].

Оценка показателей климатической безопасности проведена на основе экспертных оценок. Для оценивания параметров климатической безопасности было привлечено 11 экспертов.

Для оценки параметров климатической безопасности ТС были разработаны «Дневники испытателя», в которых определены 26 параметров, (по 13 параметров для базового шасси и обитаемого помещения (кабины) ТС). Эксперты провели оценку (ранжирование) качества показателя параметров климатической безопасности образцов ТС, присвоив им соответственно ранги от 1 до 5, причем 1 – показатель отсутствует/не работает; 2 – плохо работает/часто выходит из строя; 3 – удовлетворительно/средние показатели надежности; 4 – хорошо/работает, но есть недостатки; 5 – отлично/работает надежно. В случае если эксперт считает показатели равнозначными, их ранг определяется как среднее их суммы, например $(2+3)/2 = 5/2 = 2,5$.

Результаты оценки показателей качества параметров климатической безопасности колесной вездеходной техники экспертами были сведены в единую таблицу. По результатам этих данных было проведено попарное сравнение образцов ТС по всем параметрам климатической безопасности. В случае превосходства одного типа ТС перед другим, лучшему образцу ТС присваивался ранг «1», а худшему «0», при равнозначной оценке эксперта, образцам ТС присваивался ранг «0,5». Попарное сравнение образцов колесных ТС по качеству параметров климатической безопасности базового шасси показало на превосходство одних образцов над другими. Для упорядочения результатов попарного сравнения было вычислена сумма рангов всех образцов ТС по всем параметрам. Образец ТС, имеющий наибольшую сумму рангов, являлся наиболее предпочтительным.

Полученные результаты попарного сравнения выражены в порядковой шкале, то есть получены результаты, показывающие приоритет одного типа ТС над другими. Но такое выражение не в состоянии показать, на сколько один тип ТС приоритетнее другого. Для решения этой задачи эксперты провели ранжирование значимости параметров климатической безопасности. Итоговый «вес» параметра определялся как среднее арифметическое рангов параметра по методу средних арифметических и методу медиан рангов. Применение одновременно обоих методов находится в согласии с общенаучной концепцией устойчивости, рекомендующей применять различные методы для обработки одних и тех же данных с целью выделить выводы, получаемые одновременно при всех методах. Результаты итоговой оценки сравнительных испытаний образцов ТС представлены в таблице 2.

Табл. 2

Итоговая оценка сравнительных испытаний отечественных колесных вездеходных ТС

Наименование рангов	Тип колесного ТС										
	«Трэкол» – 39445	«Трэкол» – 39445Д	«Петрович» 204-60 4x4	«Трэкол» – 39294Д	«Петрович» 35460 6x6	«Феникс» ШС-04-02	«Бурлак» 6x6 02.002»	«Бурлак» 6x6 02.001»	«Феникс» ШС-04-02	«Трэкол» – 39294Д	«Русак» К-8
Ранг по показателю климатической безопасности	3	4	11	1	8	5,5	9,5	9,5	5,5	2	7
Ранг по показателю проходимости	8,5	8,5	7	2,5	6	4,5	10,5	10,5	4,5	2,5	1
Ранг по показателю использования	2	1	9,5	3,5	9,5	7	7	7	5	3,5	11
Сумма рангов	13,5	13,5	27,5	7	23,5	17	23	23	15	8	19
Итоговый ранг	3,5	3,5	11	1	10	6	8,5	8,5	5	2	7

Результаты оценки сравнительных испытаний показывают существенное превосходство одних образцов над другими, так, например, вездеход на шинах низкого давления «Петрович» имеет сумму рангов по показателям, превышающую почти в три раза сумму рангов вездехода «Трэкол».

Оценка сравнительных испытаний отечественных колесных вездеходных ТС позволяет сделать следующие выводы:

- результаты попарного сравнения качества и средневзвешенной оценки параметров климатической безопасности базового шасси и обитаемого помещения выделяют превосходство вездехода «Петрович» 204-60 на шинах низкого давления с колесной формулой 4x4;

- результаты расчета показателей проходимости, использования образцов ТС показывают превосходство вездеходов «Феникс» ШС-04-02 на шинах низкого давления;

- результаты попарного сравнения качества, средневзвешенной оценки параметров климатической безопасности базового шасси и обитаемого помещения, а также расчета показателей проходимости, использования образцов ТС выделяют среднее качество показателей у колесных вездеходных транспортных средств «Бурлак» 6x6 02.002» с прицепом П-02.051, «Бурлак» 6x6 02.001» с прицепом П-02.051 и «Русак К-8» 3994;

- результаты попарного сравнения качества, средневзвешенной оценки параметров климатической безопасности базового шасси и обитаемого помещения, а также расчета показателей проходимости, использования образцов ТС выделяют наихудшим образцом колесные вездеходы «Трэкол».

Результаты оценки сравнительных испытаний отечественных колесных вездеходных ТС разных производителей показывают, что в целом образцы вездеходной техники подтвердили свою способность выполнять задачи по назначению в арктических условиях Российской Федерации.

Образцы вездеходов на шинах низкого давления «Петрович», стоящие на вооружении в подразделениях ГУ МЧС России по Тюменской области продемонстрировали самые высокие результаты по всем показателям, но сняты с производства и больше не выпускаются производителем, в связи с чем не могут быть рекомендованы к принятию на снабжение.

Вездеход на шинах низкого давления «Бурлак» 6x6 02.001» с прицепом П-02.051 имеет наиболее высокие показатели, из ныне выпускаемых, и рекомендован к принятию на снабжение в системе МЧС России.

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 50992–2019. Автомобильные транспортные средства. Климатическая безопасность. Технические требования и методы испытаний. М.: Стандартиформ, 2019. 16 с.
2. ГОСТ 33557–2015. Автомобильные транспортные средства. Документальное оформление результатов испытаний на соответствие требованиям технических регламентов. – М.: Стандартиформ, 2019. 18 с.
3. ГОСТ 34065–2017. Снегоболотоходы. Технические требования методы испытаний. – М.: Стандартиформ, 2017. 24 с.
4. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархии. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.
5. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию: постановление Правительства Рос. Федерации от 16. февр. 2008 г. № 87 (в ред. от 27 мая 2022 г.) // Гарант: информ.-правовая система. Электрон. Дан. М., 2022.
6. Анализ нечисловых данных в системных исследованиях: сб. трудов. М.: ВНИИСИ, 2002. Вып. 10. 155 с.
7. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Экспертные оценки. М.: Наука, 2003. 79 с.
8. Китаев Н.Н. Групповые экспертные оценки. М.: Знание, 2005. 64 с.
9. Кузьмин В.Б., Орлов А.И. Статистические методы анализа экспертных оценок. М.: Наука, 2007. – С. 220–227.
10. Методы анализа данных, оценивания и выбора: сб. трудов. М.: ВНИИСИ, 2008. Вып. 11. 92 с.
11. Методы анализа данных, оценивания и выбора в системных исследованиях: сб. трудов. М.: ВНИИСИ, 2006. Вып. 14. 124 с.
12. Райхман Э.П., Азгальдов Г.Г. Экспертные методы в оценке качества товаров. М.: Экономика, 2007. 151 с.
13. Статистические методы анализа экспертных оценок. М.: Наука, 2007. 384 с.
14. Экспертные оценки в системных исследованиях: сб. трудов. М.: ВНИИСИ, 2007. Вып. 4. 120 с.

УДК 614/614.8

ПРОБЛЕМЫ НОРМАТИВНО - ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

Косарев Иван Владимирович¹; Бобровская Алла Александровна²

¹Оренбургский филиал ВНИИПО МЧС России, г. Оренбург, Россия

²Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹kosarev_iv@vniipo.ru

²a.bobrovskaya@igps.ru

Аннотация. Статья посвящена проблемам *нормативно - технического регулирования* экспериментально – исследовательских установок при оценке аварийных сценариев технологий эксплуатации сжиженного природного газа (СПГ). Выявлены нормативные пробелы в российских стандартах (ГОСТ Р 71103-2023, СП 326.1311500.2017, ГОСТ Р 55892-2013), которые не учитывают специфику совместной работы с криогенными температурами (минус 160 °С) и высокими значениями тепловых потоков (до 220 кВт/м²). Обоснована необходимость разработки специальных технических условий (СТУ) для проектирования подобных установок на исследовательских полигонах, включая моделирование рисков, адаптацию систем защиты и применение криогенно-стойких материалов. Подчеркивается роль экспериментальных исследований в валидации методов тушения (пена, порошки, водяные завесы), совершенствовании нормативной базы и снижении рисков каскадных аварий.

Ключевые слова: пожар, сжиженный природный газ, специальные технические условия, экспериментальные установки

PROBLEMS OF REGULATORY AND TECHNICAL REGULATION OF EXPERIMENTAL STUDIES OF THE FIRE HAZARD OF LIQUEFIED NATURAL GAS

¹Kosarev Ivan V.¹; Bobrovskaya Alla Al.²

¹Orenburg branch VNIIPo EMERCOM of Russia, Orenburg, Russia

²Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹kosarev_iv@vniipo.ru

²a.bobrovskaya@igps.ru

Abstract. The article is devoted to the problems of ensuring fire safety of experimental installations in the study of emergency scenarios for the operation of liquefied natural gas (LNG) technologies. Regulatory gaps have been identified in Russian standards, which do not take into account the specifics of joint work with cryogenic temperatures (-160°C) and high heat flows (up to 220 kW/m²). The necessity of developing special technical conditions (STS) for the design of such installations at research sites, including risk modeling, adaptation of protection systems and the use of cryogenically resistant materials, is substantiated. The role of experimental research in the validation of extinguishing methods (foam, powders, water curtains), improving the regulatory framework and reducing the risks of cascading accidents is emphasized.

Keywords: fire, liquefied natural gas, special technical conditions, experimental installation

На сегодняшний день, сжиженный природный газ является перспективным энергоносителем, однако его использование сопряжено с высокими рисками взрывов и пожаров. Целью прикладных исследований пожарной опасности сжиженных газов является определение эффективных огнетушащих веществ (ОТВ) и их нормативной интенсивности

при подаче в очаг пожара с СПГ, для определения условий локализации и ликвидации пожаров сжиженных газов. Актуальность подобных экспериментальных исследований обусловлена тем, что объекты с обращением СПГ, как и любые другие производственные объекты хранения и переработки горючего газа, является взрывопожароопасным объектом. Нарушения технологических режимов эксплуатации на таких объектах могут привести к производственным инцидентам и техногенным авариям, характеризующимся взрывами газопаровоздушных облаков, выбросами паровой и жидкостной фаз, разливами сжиженного газа и его горением. По сравнению с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, при аварийных разливах и выбросах СПГ возникают сопутствующие опасные факторы аварии, такие как:

- быстро распространяющиеся взрывоопасные облака, способные вызвать отравление или удушье человека;
- высокая среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени (для пожара пролива СПГ – до $220 \text{ кВт} \times \text{м}^{-2}$);
- высокотемпературный горящий факел, возникающий при истечении паровой и (или) жидкостной фазы СПГ;
- несоблюдение баланса тепло- и массообмена при хранении, приеме и выдаче СПГ, приводящее к частичному или квазимгновенному разрушению оболочек резервуара, и как следствие, к каскадной аварии;
- криогенные температуры, способные вызвать при аварийных выбросах, обморожение и гибель человека;
- низкие температуры, при определенных условиях приводящие к потере прочности и функционального назначения материалов и конструкций резервуаров и технологического оборудования, что может привести к увеличению масштабов аварии.

Ввиду отсутствия соответствующей экспериментальной инфраструктуры, в отрасли возникают сложности с отсутствием достоверных, научно обоснованных данных. По этой причине вопросы обеспечения производственной безопасности объектов с обращением СПГ недостаточно изучены. Нормативные документы, регламентирующие требования пожарной безопасности объектов СПГ, в части эффективности огнетушащих веществ (ОТВ) сформированы на исследованиях с сжиженными углеводородными газами, проведенными в 60-80 годах прошлого столетия, а физико-химические свойства различных сжиженных газов имеют существенные отличия. Для определения эффективного ОТВ и нормативной интенсивности их подачи требуется проведение практических экспериментальных исследований, что в свою очередь требует основательной экспериментальной базы и проведения соответствующих экспериментов. В действующих нормативных документах по пожарной безопасности отсутствуют научно-обоснованные значения нормативной интенсивности подачи огнетушащих веществ для локализации и ликвидации пожаров с участием СПГ. Поиск и валидация эффективных технологий пожаротушения, отвечающих современным вызовам этой отрасли промышленности составляют научную новизну подобных исследований с СПГ. В разработке эффективных методов тушения пожаров ключевую роль играют экспериментальные установки для исследований аварийных ситуаций с СПГ, однако проектирование подобных объектов требует учета специфики работы с криогенными веществами и открытым огнем.

Анализ текущей нормативной базы Российской Федерации обнаружил некоторые пробелы в действующих российских стандартах (ГОСТ Р 7.1.103-2023, СП 326.1311500.2017, ГОСТ Р 55892-2013), в части применения их требований к экспериментальным исследовательским установкам СПГ. В настоящее время в России отсутствуют универсальные нормативные документы, регламентирующие требования к таким исследовательским установкам.

Так, ГОСТ Р 71103-2023 «Полигоны испытательные, учебно-тренировочные пожарного и аварийно-спасательного назначения» устанавливает общие требования к инфраструктуре полигонов, включая зоны для тренировок и испытаний. Однако стандарт не

содержит технических требований к объектам, работающим с СПГ. В документе отсутствуют:

- критерии противопожарных расстояний для резервуаров с криогенными жидкостями;
 - нормы проектирования систем охлаждения и локализации проливов СПГ;
 - требования к материалам, устойчивым к экстремально низким температурам.
- СП 326.1311500.2017 регламентирует требования пожарной безопасности для объектов малотоннажного производства и потребления СПГ, однако его область применения ограничена. Из сферы его применения исключены установки с открытыми источниками огня там, где СПГ намеренно воспламеняется для исследований.

Следует акцентировать внимание на том, что ГОСТ Р 55892-2013 «Объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа. Общие технические требования», устанавливает нормы для проектирования, строительства и эксплуатации объектов СПГ, однако его положения также имеют ограничения, поскольку он ориентирован на стационарные объекты. Стандарт регулирует работу резервуаров, трубопроводов и систем безопасности для стабильных производственных процессов, но не учитывает динамику экспериментальных установок, где СПГ намеренно подвергается аварийным сценариям. ГОСТ Р 55892-2013 предписывает использование материалов, устойчивых к криогенным температурам, таких как нержавеющая сталь 12Х18Н10Т, однако он не регламентирует защиту от теплового излучения при открытом горении, что актуально для экспериментальных установок на испытательных пожарных полигонах.

Учитывая изложенное, требования действующих национальных стандартов и сводов правил Российской Федерации, лишь частично покрывают технические аспекты нормативных требований на испытательных полигонах пожарного и аварийно-спасательного назначения, но не учитывают специфику проектирования и эксплуатации экспериментальных исследовательских установок, что требует адаптации их положений через процедуру разработки специальных технических условий для каждого конкретного проекта.

В контексте исследуемой проблематики проектирования исследовательских установок СПГ, возможно отметить следующие ключевые сложности:

1. Установление нормативных противопожарных расстояний. Существующие нормы – ст. 73 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности, устанавливают нормативные расстояния для сжиженных углеводородных газов, но не для СПГ, чья температура кипения (минус 160°C) и требует иного обоснования. Нормативные противопожарные расстояния возможно определить на основе моделирования сценариев аварий, а не универсальных стандартов.

2. Оснащение установок комбинированными системами активной противопожарной защиты, с увеличенными расходами воды для сдерживания теплового потока.

3. Специфические организационные меры обеспечения пожарной безопасности, такие как обеспечение экспериментальных исследований сотрудниками профессиональной пожарной охраны, с использованием специальных прикладных знаний и профессиональной пожарно-спасательной техники.

В свете вышеизложенного, при использовании типовых проектных решений для экспериментальных установок СПГ, возникают риски применения действующих стандартов Российской Федерации. Юридическим основанием для разработки СТУ в рассматриваемом случае, являются положения части 2 статьи 78 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности, регламентирующие необходимость проектирования подобных объектов по СТУ, содержащих комплекс необходимых инженерно-технических мероприятий и специфику обеспечения пожарной безопасности экспериментальных установок. Разработкой подобных СТУ будет призвано определить требования к составу, содержанию, порядку разработки, оформления, согласования и утверждения проекта исследовательской установки. В круг решаемых вопросов этого проекта надлежит включить:

– моделирование сценариев всевозможных аварий (пожар, взрыв, утечка) и анализ рисков для определения критических параметров и нормируемых противопожарных расстояний, с учетом теплового излучения и скорости распространения паров СПГ;

– интеграцию и адаптацию общих требований пожарной безопасности применительно к объекту, в том числе ГОСТ Р 55892-2013, ГОСТ Р 71103-2023, СП 326.1311500 с учетом особенностей исследовательского полигона;

– внедрение специальных технических решений, таких как использование материалов с криогенной стойкостью (сталь 12х18Н10Т и т.п.).

Резюмируя сказанное, разработка СТУ, не типовое проектирование и реализация исследований на экспериментальных исследовательских установках СПГ, построенных на испытательных пожарных полигонах оказывают значительное влияние на совершенствование технологий локализации и ликвидации пожаров, связанных с обращением СПГ. Это влияние найдёт свое отражение в следующих аспектах, представляющих научную ценность:

1. Моделирование реальных аварийных сценариев на экспериментальных стендах позволит воспроизводить специфические условия аварий с СПГ, включая уникальное сочетание высоких тепловых потоков (до 220 кВт/м²) с сверхнизкими температурами (минус 160°C) и воздействия подобного сочетания на исследуемые конструкции, в том числе тестирование эффектов «ледяных взрывов» при использовании воды, в качестве ОТВ.

2. Валидация новых огнетушащих технологий. На экспериментальных установках возможно апробировать различные огнетушащие составы, в том числе комбинированные методы тушения, такие как подача пены высокой кратности (300–500) для изоляции проливов СПГ с последующим применением огнетушащих порошков, для выявления достаточной нормативной огнетушащей концентрации.

3. Верификация эффективности действия охлаждающих преград для снижения теплового излучения и рассеивания паров СПГ, таких как водяные завесы.

4. Исследование рисков каскадного развития аварий с СПГ.

5. Совершенствование методов активной противопожарной защиты.

6. Отработки тактики тушения пожаров пожарными подразделениями, с целью повышение уровня их подготовки.

7. Тестирования средств индивидуальной защиты (теплоотражательные костюмы, изолирующие дыхательные аппараты).

8. Совершенствования учебных программ, учитывающих специфику работы с СПГ (например, действия при быстром фазовом переходе).

9. Формирование предложения для внесения в нормативно – правовую базу Российской Федерации.

Внедрение экспериментальных стендовых установок исследования СПГ на специализированных пожарно-спасательных полигонах, спроектированных и построенных по специальным нормам, позволит снизить риски каскадных аварий и создать научную основу для определения эффективных методов тушения сжиженных природных газов.

Список источников

1. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

2. СП 326.1311500.2017 «Объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа. Требования пожарной безопасности».

3. ГОСТ Р 71103-2023 «Полигоны испытательные, учебно-тренировочные пожарного и аварийно-спасательного назначения».

4. ГОСТ Р 55892-2013 «Объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа. Общие технические требования».

УДК 614.849

ПРОБЛЕМАТИКА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ И ВАРИАТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ В ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИИ

Беспалов Александр Владимирович¹; Фомин Александр Викторович²

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹bespalov.a.v@78.mchs.gov.ru, <https://orcid.org/0009-0001-9623-2185>

²fomin.a@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6093-1446>

Аннотация. Пожары являются одним из наиболее серьезных угроз для объектов культурного наследия, так как они могут привести к разрушению и утрате ценных и исторических объектов. Обеспечение их пожарной безопасности является крайне важным заданием, требующим оценки способов предотвращения, обнаружения и тушения пожаров. В отношении объектов культурного наследия следует проводить всесторонний анализ и аргументацию степени пожарной защищенности, установление мер, гарантирующих безопасность пребывающих в них людей.

Ключевые слова: пожарная безопасность, объекты культурного наследия, технический регламент, контрольные (надзорные) и профилактические мероприятия, предупреждение пожаров.

THE PROBLEM OF FIRE SAFETY OF CULTURAL HERITAGE SITES AND VARIABLE SOLUTIONS IN ITS PROVISION

Bespalov Aleksandr V.¹; Fomin Aleksandr V.²

^{1,2}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹bespalov.a.v@78.mchs.gov.ru, <https://orcid.org/0009-0001-9623-2185>

²fomin.a@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6093-1446>

Abstract. Fires are one of the most serious threats to cultural heritage sites, as they can lead to the destruction and loss of valuable and historical sites. Ensuring their fire safety is an extremely important task that requires an assessment of ways to prevent, detect and extinguish fires. In relation to cultural heritage sites, a comprehensive analysis and argumentation of the degree of fire protection should be carried out, and measures should be taken to ensure the safety of people staying in them.

Keywords: fire safety, cultural heritage sites, technical regulations, control (supervisory) and preventive measures, fire prevention

Одной из первоочередных задач государства является охрана и защита жизни и здоровья граждан, а также целостности имущества. Пожары являются одним из наиболее серьезных угроз для объектов культурного наследия (далее – ОКН), так как они могут привести к разрушению и утрате ценных и исторических объектов. Обеспечение пожарной безопасности на таких объектах является крайне важным заданием, требующим тщательной оценки способов предотвращения, обнаружения и тушения пожаров. В связи с тем, что ОКН в большинстве своём характеризуются массовым пребыванием людей, обеспечение их безопасной эксплуатации является одной из основных задач, требующей особого внимания со стороны органов государственной власти всех уровней и подведомственных им эксплуатирующих организаций.

Нарушения требований пожарной безопасности, зачастую, носят капитальный характер и их устранение возможно только при изменении облика или интерьера ОКН.

Например, Санкт-Петербург относится к числу наиболее красивых и цельных в художественном отношении городов мира. Его планировка отличается логичностью пространственной композиции, включающей строгие прямые улицы, просторные площади, а также многочисленные каналы, мосты (более 400), набережные, сады и парки. Его застройка богата выдающимися памятниками дворцового и церковного зодчества, монументальной скульптуры, которые в большинстве случаев представляют собой уникальные архитектурные ансамбли. Все это, в первую очередь, относится к историческому центру города, а также к дворцово-парковым комплексам его пригородов, которые включены в Список всемирного наследия ЮНЕСКО.

На территории Санкт-Петербурга расположено около 2000 ОКН федерального и регионального значения, такие как Государственный Эрмитаж, Петропавловская крепость, Русский музей, Мариинский театр, государственные музеи-заповедники Царское Село, Петергоф и другие [1].

Пожары, произошедшие на ОКН наносят значительный ущерб, а иногда и безвозвратную потерю тех культурных ценностей, которые в них находятся, или уничтожения объекта в целом. Например, с начала 2012 года на указанных объектах в Санкт-Петербурге произошло порядка 30 пожаров, из которых около 15 пришлось на театрально-зрелищные учреждения и 4 – на культовые. Причиной пожаров в большинстве случаев послужил человеческий фактор. Благодаря своевременному обнаружению и умелым действиям пожарных, данные происшествия обошлись без жертв и значительного материального ущерба. Вместе с тем, современная история знает и более трагические случаи.

В целях предупреждения возможных пожаров на объектах защиты данной категории в МЧС России проводится плановая и целенаправленная работа по выполнению государственной функции по надзору за соблюдением требований пожарной безопасности.

Планирование и проведение контрольных (надзорных) и профилактических мероприятий на ОКН, осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации о государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле [2, 3].

Результаты проведенных контрольных (надзорных) мероприятий свидетельствуют о том, что основными нарушениями требований пожарной безопасности являются:

- несоответствие эвакуационных путей и выходов в части, касающейся их количества, используемых отделочных материалов и применяемых объемно-планировочных решений (около 60 % от общего количества объектов);
- несоответствие объемно-планировочных решений и пределов огнестойкости несущих и ненесущих конструкций, с учетом назначения, этажности и площадей пожарных отсеков, зданий (около 60 % от общего количества объектов);
- отсутствие, либо неисправность (несоответствие) автоматических систем противопожарной защиты (около 50 % соответственно);
- неисправность электрических сетей (около 10 % соответственно).

Характеристика нарушений основана, на особенностях исторического центра Санкт-Петербурга, будучи построенными в XVII – XIX веках, являются памятниками архитектуры. Кроме того, функциональное назначение некоторых объектов со временем подверглось кардинальному изменению. Данные нарушения, зачастую, носят капитальный характер и их устранение возможно только при изменении облика или интерьера ОКН.

Научно-исследовательские, проектные и производственные работы, проводимые в целях создания условий для современного использования ОКН без изменения его особенностей, составляющих предмет охраны, в том числе реставрация представляющих собой историко-культурную ценность элементов ОКН, не всегда могут в полной мере учесть требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами и нормативными документами по пожарной безопасности.

При выявлении нарушений требований пожарной безопасности, государственные инспектора по пожарному надзору обязаны вручить организации Акт проверки, Предписание и привлечь нарушителей к административной ответственности.

Правообладатели ОКН по результатам проверок выполнения требований пожарной безопасности обращаются в **Комитет по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры** (далее – КГИОП) о согласовании работ и возможности устранения выявленных нарушений. КГИОП, в свою очередь дает им отказ.

Имеет место случаи, когда руководители замалчивают информацию о наличии у них каких-либо охранных обязательств и появляются они при обжаловании предписаний или постановлений о привлечении к административной ответственности.

Сложившаяся судебная практика также показала, что позиция судей по данному вопросу тоже не однозначна [4, 5].

В целях однообразного применения требований пожарной безопасности к ОКН, при проведении работ по их сохранению, МЧС России сформулирована следующая позиция [6]. На основании части 5 статьи 55.24 Градостроительного кодекса Российской Федерации эксплуатация зданий должна осуществляться в соответствии с требованиями технических регламентов, нормативных правовых актов Российской Федерации, нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации и муниципальных правовых актов, а также в соответствии с проектной документацией, исполнительной документацией [7].

В соответствии со статьей 37 Федерального закона от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» руководители организации обязаны разрабатывать и осуществлять меры пожарной безопасности. При этом, под мерами пожарной безопасности понимаются действия по обеспечению пожарной безопасности [8].

Пожарная безопасность объекта защиты может быть обеспечена вариативными решениями при выполнении условий его соответствия требованиям пожарной безопасности, установленных статьей 6 Технического регламента [9].

На основании статьи 40 Федерального закона от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» (далее - Федеральный закон № 73-ФЗ) к мерам по сохранению ОКН отнесены меры, предусматривающие в том числе приспособление ОКН для современного использования и включающие в себя изыскательские, проектные и производственные работы [10].

Положения Технического регламента обязательны для исполнения при проектировании, капитальном ремонте, реконструкции, техническом перевооружении, изменении функционального назначения, разработке технической документации на объекты защиты. При этом в отношении объектов защиты, на которых были проведены капитальный ремонт, реконструкция или техническое перевооружение, требования Технического регламента применяются в части, соответствующей объему работ по капитальному ремонту, реконструкции или техническому перевооружению.

Кроме того, на основании части 3 статьи 80 Технического регламента при изменении функционального назначения зданий, сооружений или отдельных помещений в них, а также при изменении объемно-планировочных и конструктивных решений должно быть обеспечено выполнение требований пожарной безопасности, установленных в соответствии с Техническим регламентом применительно к новому назначению этих зданий, сооружений или помещений.

Таким образом, к существующим ОКН, запроектированным и построенным в соответствии с ранее действовавшими нормативными требованиями, при их вовлечении в хозяйственный оборот, в том числе после завершения работ по их сохранению, применимы требования Технического регламента при наличии оснований, предусмотренных статьями 1, 4, 6 и 80 (в части объема работ по сохранению).

В свою очередь, содержание ОКН, в том числе выявленного ОКН, должно осуществляться в соответствии с положениями Правил противопожарного режима в Российской Федерации [11].

Также следует учитывать, что согласно части 1 статьи 47.3 Федерального закона № 73-ФЗ при содержании и использовании ОКН, в том числе выявленного ОКН, в целях поддержания в надлежащем техническом состоянии без ухудшения физического состояния и

(или) изменения предмета охраны данного ОКН уполномоченные лица обязаны, в том числе: не проводить работы, изменяющие предмет охраны ОКН либо ухудшающие условия, необходимые для сохранности ОКН; не проводить работы, изменяющие облик, объемно-планировочные и конструктивные решения и структуры, интерьер ОКН, в том числе выявленного ОКН, в случае, если предмет их охраны не определен.

В связи с этим, при проведении работ по сохранению ОКН, в том числе при проектировании системы обеспечения пожарной безопасности ОКН положения нормативных документов по пожарной безопасности следует применять в части не изменяющей предмет охраны ОКН либо в случае, если предмет охраны ОКН, в том числе выявленного ОКН не определен, в части не изменяющей облик, объемно-планировочные и конструктивные решения и структуры, интерьер ОКН.

При этом отмечается, что согласно части 1 статьи 6 Технического регламента применение положений нормативных документов по пожарной безопасности является одним из способов подтверждения соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности.

Таким образом, законодателем предусмотрены разные способы обеспечения пожарной безопасности на объекте защиты. Выбор того или иного способа решения данного вопроса, в том числе и с учётом охранных обязательств, является правом правообладателя объекта и определяется им самостоятельно. В случае невозможности исполнения прямого требования соответствующего свода правил, правообладатель вправе самостоятельно выбрать другой способ обеспечения пожарной безопасности, предусмотренный Техническим регламентом.

Вместе с этим, обязанность учитывать особенности обеспечения пожарной безопасности ОКН возложена не на административный орган при назначении административного наказания, а на правообладателя соответствующего объекта защиты при выборе возможного в конкретной ситуации способа обеспечения его пожарной безопасности.

В связи с наличием права правообладателя объекта защиты самостоятельно принимать решение о выборе того или иного способа обеспечения пожарной безопасности на объекте защиты, административный орган не вправе требовать выполнения конкретного действия, направленного на устранение нарушения. Орган ГПН констатирует факт наличия нарушения требований пожарной безопасности и требует его устранить любым доступным способом, будь то непосредственное устранение нарушения (например, расширение дверного проёма) или подтверждение допустимости его эксплуатации в существующем состоянии путём расчёта индивидуального пожарного риска, который не должен превышать нормативного значения, установленного Техническим регламентом.

Кроме того, при обеспечении пожарной безопасности объектов защиты, построенных в отсутствие каких-либо требований пожарной безопасности и находящихся под охраной КГИОП, существует возможность разработки специальных технических условий, являющихся своего рода частными нормами проектирования [12].

Делая вывод по данной работе, необходимо указать на необходимость сохранения зданий ОКН и размещённых в них экспонатов - уникальных предметов истории и культуры, является важной задачей государства. Обеспечение безопасности пребывания людей в зданиях-памятниках имеет первостепенное значение. Для решения задач объектов охранного статуса научному сообществу необходимо комплексно изучать различные аспекты защиты таких зданий, в том числе проводить соответствующие исследования пожароопасных свойств горючих материалов, применённых при эксплуатации объектов. Такой подход поможет дополнить существующие базы данных параметров горючей нагрузки, что повлияет на точность проводимых расчетов величины пожарного риска исторических зданий в проектной практике реконструкции и проведении работ в рамках приспособления ОКН к современному использованию.

Пожарная безопасность на ОКН должна быть всесторонней и предприняты все необходимые меры для минимизации риска возникновения пожара и ущерба, который он может причинить. Регулярные анализы и обновления мер безопасности помогут поддерживать защиту ОКН от пожаров.

Оценка способов обеспечения пожарной безопасности ОКН включает анализ рисков, создание плана пожарной безопасности, установку и регулярное обслуживание соответствующего оборудования и систем противопожарной защиты, разработку эвакуационных мер. Все эти шаги вместе помогут минимизировать риск пожара и сохранить индивидуальные ценности культурного наследия, обеспечивая их безопасность на долгие годы.

Список источников

1. Указ Президента РФ от 20.02.1995 № 176 «Об утверждении Перечня объектов исторического и культурного наследия федерального (общероссийского) значения» // Справочно-поисковая система «Консультант Плюс».
2. Федеральный закон «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» от 31.07.2020 № 248-ФЗ // Справочно-поисковая система «Консультант Плюс».
3. Постановление Правительства РФ от 10.03.2022 № 336 «Об особенностях организации и осуществления государственного контроля (надзора), муниципального контроля» // Справочно-поисковая система «Консультант Плюс».
4. Постановление 13-го арбитражного апелляционного суда от 13.09.2013 № А56-25623/2013 // материалы сайта <https://kad.arbitr.ru/>.
5. Постановление Федерального арбитражного суда Северо-Западного округа от 29.05.2014 № А56-60506/2013 // материалы сайта <https://kad.arbitr.ru/>.
6. Письмо МЧС России от 10.12.2024 № 43-7915-19 «О применении требований пожарной безопасности к объектам культурного наследия при проведении работ по их сохранению» // Справочно-поисковая система «Консультант Плюс».
7. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 190-ФЗ // Справочно-поисковая система «Консультант Плюс».
8. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» // Справочно-поисковая система «Консультант Плюс».
9. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // Справочно-поисковая система «Консультант Плюс».
10. Федеральный закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» // Справочно-поисковая система «Консультант Плюс».
11. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» // Справочно-поисковая система «Консультант Плюс».
12. Приказ МЧС России от 28.11.2011 № 710 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий предоставления государственной услуги по согласованию специальных технических условий для объектов, в отношении которых отсутствуют требования пожарной безопасности, установленные нормативными правовыми актами Российской Федерации и нормативными документами по пожарной безопасности, отражающих специфику обеспечения их пожарной безопасности и содержащих комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению их пожарной безопасности» // Справочно-поисковая система «Консультант Плюс».

УДК 614.8.086.5; 681.572

НЕОБХОДИМОСТЬ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ЭБУ РТКП

Башаричев Алексей Владимирович¹; Сиротюк Виктор Ярославович²

^{1,2}НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ, Гатчина, Россия

^{1,2}nckb@pnpi.nrcki.ru

Аннотация. Создание методик проверки радиационной стойкости электронных блоков управления (ЭБУ) мобильных робототехнических комплексов пожаротушения (РТКП) продиктовано требованиями межгосударственного стандарта (ГОСТ 35035-2023) по тушению пожаров на радиационных опасных объектах в случае возникновения крупномасштабных чрезвычайных ситуаций (ЧС). Методика определения работоспособности полупроводниковых приборов и микросхем в заданных ГОСТом параметрах в режиме влияния ионизирующих излучений является важнейшей задачей.

Ключевые слова: ГОСТ 35035-2023, мобильные робототехнические комплексы пожаротушения, радиационное излучение, радиационная стойкость электронных блоков управления, методические разработки, электронная компонентная база, безопасность

THE NEED TO DEVELOP A METHODOLOGY FOR DETERMINING THE RADIATION RESISTANCE OF RTCP ECUS ACCORDING TO GOST 35035-2023

Basharichev Alexey V.¹, Sirotyuk Viktor Ya.

^{1,2}NRC «Kurchatov Institute» - PNPI, Gatchina, Russia

^{1,2}nckb@pnpi.nrcki.ru

Abstract. The creation of methods for testing the radiation resistance of electronic control units (ECUs) of mobile robotic fire extinguishing systems (RTCs) is dictated by the requirements of the interstate standard (GOST 35035-2023) for extinguishing fires at radiation-hazardous facilities in the event of large-scale emergencies. The technique of determining the operability of semiconductor devices and microcircuits in the parameters specified by GOST in the mode of influence of ionizing radiation is the most important task.

Keywords: GOST 35035-2023, mobile robotic fire extinguishing systems, radiation emission, radiation resistance of electronic control units, methodological developments, electronic component base, safety

Атомная наука и техника таит в себе огромные возможности, но вместе с тем и большую опасность для людей и окружающей среды, о чем свидетельствуют аварии на атомных производствах в США, Англии, Франции, Японии и России.

Для повышения безопасности личного состава подразделений пожарной охраны, осуществляющих тушение пожаров в условиях повышенного радиационного фона, а также эффективности тушения объектов в зоне радиационного заражения, наиболее актуально применение инженерно-технических решений, в том числе робототехнических средств (РТС). Трагедия в Чернобыле наиболее остро поставила вопрос о развитии безлюдных технологий для выполнения аварийно-спасательных и других неотложных работ в чрезвычайных ситуациях (ЧС) на радиационно опасных объектах (РОО) [1].

Воздействие высокого уровня радиации приводило к отказам систем управления РТС вследствие того, что радиационное излучение вызывало помехи в электронных схемах. Большинство радиоуправляемых машин через сутки вышли из строя из-за слишком высокого уровня радиации. Практическое использование этих РТС показало их неэффективность вследствие низкой защищённости от ионизирующего излучения.

Роботы, применяемые при ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС. (Рисунки 1,2)
Эксплуатировались при уровнях гамма-фона до 3000 Р/ч.

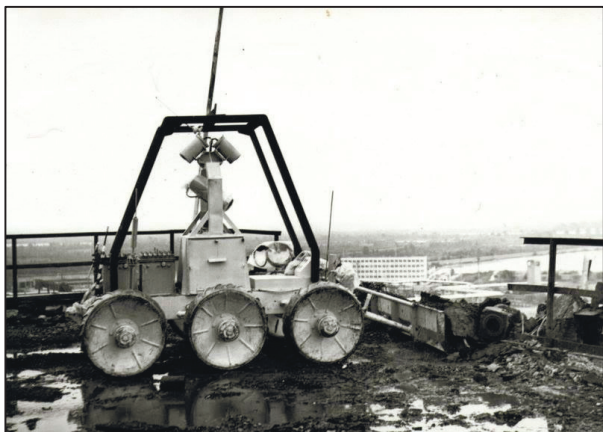


Рис. 1. Специализированный транспортный

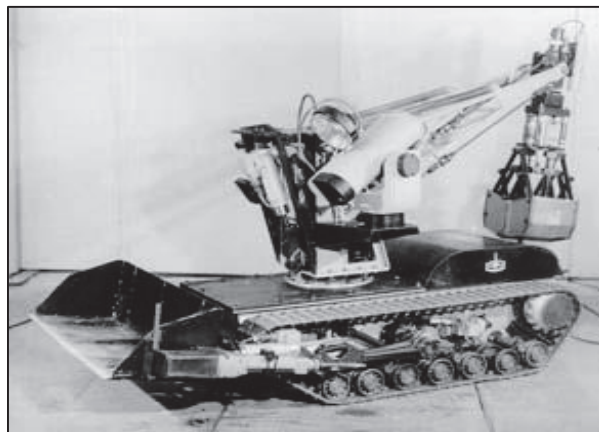


Рис. 2. Мобильный робот
«Мобот-Ч- ХВ» робот (СТР-1)

Воздействие высокого уровня радиации приводило к отказам электронных блоков управления (ЭБУ) РТС вследствие того, что радиационное излучение вызывало помехи в электронных схемах.

Подобного рода поломки случались и с робототехническими комплексами (РТК) при ликвидации аварии на АЭС Фукусима-1 [2].

Роботы, применяемые при ликвидации аварии на ФАЭС (Рисунки 3, 4).

Радиационный фон при замерах на 6 день после аварии на первом реакторе составлял от 10 до 49 мЗв/ч, на третьем - 28-57 мЗв/ч.



Рис. 3. Робот PackBot 510



Рис. 4. Робот Super-Giraffe

По требованиям к надежности роботы сравнимы с устройствами, используемыми в военном деле и космических исследованиях. Широкое внедрение мобильных РТКП является наиболее перспективным направлением в совершенствовании техники тушения пожаров на радиационно опасных объектах и обеспечении безопасности личного состава при ликвидации таких ЧС с условием соблюдения требований ГОСТ 35035-2023 (далее – ГОСТ), вводимого в действие с 01.07.2025 с правом досрочного его применения.

Согласно п. 6.1.2 ГОСТ, мобильный РТКП должен обеспечивать работу в условиях радиационного загрязнения на РОО:

– сверхлегкий, легкий - время работы не менее 1 ч при излучении с мощностью дозы не менее 15 Гр/ч, защита внутреннего блока управления должна обеспечивать гамма-облучение электроники управления не более 1 Гр/ч;

– средний, тяжелый - время работы не менее 2 ч при излучении с мощностью дозы не менее 5 Гр/ч, защита внутреннего блока управления должна обеспечивать гамма-облучение электроники управления не более 1 Гр/ч.

Испытания РТКП в условиях радиационного загрязнения должны быть проведены в аккредитованных специальных лабораториях, имеющих лицензию на радиационные работы 1-го класса [3].

На сегодняшний день производство и применение робототехники стремительно набирает обороты, что обуславливает разработку как новых технических решений для существующей робототехники, новых образцов мобильной робототехники, так и методической базы, связанной с технологией применения робототехники для тушения пожаров и ликвидации ЧС в том числе в зоне радиационного заражения.

Для адаптации методик испытаний ЭБУ РТКП под конкретное техническое задание возможно использование существующих стандартных методик оценки и подтверждения радиационной стойкости электронной компонентной базы и радиоэлектронной аппаратуры.

НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ обладает материально-технической базой, специалистами и возможностью проводить работы, связанные с испытаниями на радиационную стойкость ЭБУ РТКП, на основании которых принимается решение о соответствии/несоответствии защиты проверяемой электронной аппаратуры требуемым параметрам. Работы проводятся при наличии разработанных методик и порядка проведения испытаний. При необходимости и по согласованию с заказчиком специалисты НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ готовы принять участие в разработке методики определения радиационной стойкости на конкретный ЭБУ РТКП в рамках соответствующего технического задания.

Приглашаем к сотрудничеству всех заинтересованных юридических лиц.

Список источников

1. Сарипов И.М., Носков С.С. Применение робототехнических средств при ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Применение робототехнических комплексов специального назначения: сборник трудов XXVIII Международной научно-практической конференции. «Предотвращение. Спасение. Помощь». Новгородск, 2018. С. 80–87.

2. Шульга И. Атомботы// Журнал «Атомный эксперт» № 6, 2019.

3. ГОСТ 35035-2023. Межгосударственный стандарт. Техника пожарная. Мобильные робототехнические комплексы пожаротушения. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний (введен в действие Приказом Росстандарта от 14.03.2024 № 311-ст).

УДК 614.841.3

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ЖИЛОГО СЕКТОРА МЕРАМ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Фирсов Александр Георгиевич¹; Загуменнова Марина Викторовна²;

Надточий Олег Витальевич³; Матюшин Юрий Александрович⁴

^{1,2,3,4}ВНИИПО МЧС России, Московская область, Балашиха, Россия

¹otdel-16@vniipo.ru, <https://orcid.org/000-0003-3272-1972>

²otdel-16@vniipo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7867-8175>

³otdel-16@vniipo.ru, <https://orcid.org/0009-0002-2062-5131>

⁴otdel-16@vniipo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1595-1074>

Аннотация. Статья посвящена обучению населения мерам пожарной безопасности. Приведены результаты статистического анализа пожаров и их социальных последствий в жилье. Рассмотрена структура погибших при пожаре по их социальному положению. Приведены основные причины возникновения пожаров и гибели людей на них, основные результаты деятельности органов государственного пожарного надзора, связанные с обучением населения жилого сектора мерам пожарной безопасности в 2023-2024 гг. Авторами предложено использовать блочно-групповой метод обучения населения жилого сектора. Даны предложения по совершенствованию процесса обучения населения жилого сектора мерам пожарной безопасности.

Ключевые слова: пожар, погибший при пожаре, причина пожара, обучение мерам пожарной безопасности, категории обучающихся, блочно-групповой метод обучения

TOPICAL ISSUES OF TRAINING THE POPULATION OF THE RESIDENTIAL SECTOR IN FIRE SAFETY MEASURES

Firsov Alexander G.¹; Zagumennova Marina V.²; Nadtochiy Oleg V.³; Matyushin Yuriy A.⁴

^{1,2,3,4}VNIIPo EMERCOM of Russia, Moscow region, Balashikha, Russia

¹otdel-16@vniipo.ru, <https://orcid.org/000-0003-3272-1972>

²otdel-16@vniipo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7867-8175>

³otdel-16@vniipo.ru, <https://orcid.org/0009-0002-2062-5131>

⁴otdel-16@vniipo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1595-1074>

Abstract. The article is devoted to the training of the population in fire safety measures. The results of statistical analysis of fires and their social consequences in housing are presented. The structure of those killed in the fire according to their social status is considered. The main causes of fires and deaths in them, the main results of the activities of the state fire supervision bodies related to the training of the population of the residential sector in fire safety measures in 2023-2024 are given. The authors propose to use the block-group method of teaching the population of the residential sector. Proposals are given to improve the process of training the population of the residential sector in fire safety measures.

Keywords: fire killed in a fire, cause of fire, fire safety training, categories of students, block-group method of teaching

Обучение населения мерам пожарной безопасности — это одно из главных направлений всей системы обеспечения пожарной безопасности в России. Оно включает в себя «формирование знаний, умений, навыков граждан в области обеспечения пожарной безопасности» [1]. В соответствии с федеральным законом № 69-ФЗ [2] обучение мерам пожарной безопасности осуществляется в системе профессионального и дополнительного образования, в период осуществления гражданами своей трудовой и служебной

деятельности, а также в их повседневной жизни и быту. То есть процесс обучения пожарной безопасности должен быть непрерывным на всем своем временном континууме от места работы (учебы) до места постоянного пребывания (жительства).

По данным пожарной статистики за 2019-2024 гг. около 30 % всех пожаров и более 90 % всех погибших при пожарах регистрируется в зданиях и сооружениях жилого сектора [3]. Из рисунка 1 видно, что основная причина возникновения пожара – это неосторожное обращение с огнем. С данной причиной связано более 67 % пожаров и 54 % погибших при пожарах людей. На рисунке 2 приведено долевое распределение количества погибших при пожарах людей по их социальному статусу.



Рис. 1. Долевое распределение количества пожаров (а) и количества погибших при пожарах людей (б) по причинам возникновения пожаров за период 2019-2024 гг.



Рис. 2. Долевое распределение количества погибших при пожарах людей по их социальному статусу за период 2019-2024 гг.

Из анализа приведенных выше статистических данных следует, что почти 35 % всех погибших людей при пожарах составляют пенсионеры, 14 % безработные граждане, 5,4 % инвалиды и 0,18% домашние работники. В общей сложности 54,6% всех погибших людей при пожарах составляет группа людей, которые в силу своих возрастных, медицинских, социальных и профессиональных особенностей постоянно находятся дома. В эту группу также можно добавить детей дошкольного возраста, не посещающих дошкольные учреждения, детей, обучающихся на дому, самозанятых и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих свои профессиональные функции в домашних условиях. По экспертным оценкам такая группа людей может составлять еще до 5 %. То есть на пожаре погибает около 60 % людей, постоянно находящихся в жилых помещениях. При этом основная причина возникновения пожара и соответственно гибели людей является неосторожное обращение с огнем.

Обучение лиц, осуществляющий свою учебную, трудовую и служебную деятельность вне рамок жилого сектора ведется по месту их нахождения по специальным программам

обучения в зависимости от их социального статуса, профессиональной подготовки, возраста и существующей пожарной опасности процесса производства. Обучение мерам пожарной безопасности с данной категорией населения осуществляется специально подготовленными для этой цели лицами, обладающими определенной совокупностью необходимых знаний, подтвержденных соответствующим документом, а также нередко с привлечением сотрудников пожарной охраны. Что касается неработающего населения (находящегося, как правило, дома), то его обучение мерам пожарной безопасности должно осуществляться в форме инструктажей, бесед, лекций и просмотра учебных фильмов. Данная группа населения может также привлекаться при проведении учений и тренировок, организуемых по месту жительства. Их обучение может сопровождаться мероприятиями, проводимыми по противопожарной пропаганде. При этом надо обязательно учитывать, что данная категория людей имеет существенные различия не только по возрасту, но и уровню образования и мобильности. В таблице 1 приведены основные результаты деятельности органов государственного пожарного надзора МЧС России, связанные с обучением населения жилого сектора мерам пожарной безопасности за период статистического наблюдения 2023-2024 гг. [4].

Таблица 1

Основные результаты деятельности органов государственного пожарного надзора МЧС России, связанные с обучением населения жилого сектора мерам пожарной безопасности в 2023-2024 гг.

Наименование показателя	Единица измерения	Период статистического наблюдения		Прирост, %
		2023 г.	2024 г.	
Кол-во кинозалов, в которых перед началом сеансов демонстрируются видеосюжеты о порядке действий в случае возникновения пожара	ед.	3780	3640	-3,8
Кол-во практических отработок	тыс.ед.	267	293	9,0
Охват практических отработок	тыс.чел.	13877	12069	-15,0
Организовано проведение рейдов по местам проживания многодетных семей	тыс.ед.	1021	986	-3,6
Организовано проведение рейдов по местам одиноко проживающих пенсионеров и инвалидов	тыс.ед.	1057	813	-30,1
Организовано проведение рейдов по местам проживания социально неадаптированных граждан с представителями ОВД	тыс.ед.	617	570	-8,1
Всего направлено информации по вопросам пожарной безопасности жилого сектора	тыс.ед.	81	87	7,0
Кол-во мест проживания категорий населения, имеющих право на соц. поддержку, оборудованных автономными дымовыми пож.извещателями	тыс.ед.	866	1029	15,9
в т.ч. мест проживания многодетных семей, семей, находящихся в трудной жизненной ситуации	тыс.ед.	564	676	16,7
Отремонтировано участков электропроводки	ед.	4239	4311	1,7
Отремонтировано печей, имеющих неисправности	ед.	3556	3772	5,7
Отремонтировано газового оборудования	ед.	5716	7267	21,3
Кол-во несовершеннолетних, проживавших в жилищах, имеющих признаки потенциальной пож. опасности, временно размещенных в учреждениях соц. обслуживания с дальнейшим приведением жилищ в пожаробезопасное состояние	чел.	207	409	49,4

Наименование показателя	Единица измерения	Период статистического наблюдения		Прирост, %
		2023 г.	2024 г.	
Кол-во жилищ с несовершеннолетними, имеющих признаки потенциальной пож. опасности, с временно размещенными несовершеннолетними в учреждениях соц. обслуживания с дальнейшим приведением жилищ в пожаробезопасное состояние	ед.	122	176	30,7

Анализ информации, приведенный в таблице 1, показывает, что при обучении населения мерам пожарной безопасности основной вектор проводимых мероприятий направлен в отношении социально незащищенных слоев населения. В основном это пенсионеры и инвалиды, многодетные семьи и несовершеннолетние, проживающие в местах с признаками потенциальной пожарной опасности. Что касается др. слоев населения жилого сектора (например, домохозяйки и самозанятые), то четкой дифференциации в этом вопросе не наблюдается. А каждая группа населения, как уже отмечалось выше, имеет свои особенности, которые необходимо учитывать при обучении мерам пожарной безопасности.

Обучение – это сложный, кропотливый, поступательный и непрерывный процесс, который должен основываться на современных методах и технологиях обучения. По мнению авторов, обучение мерам пожарной безопасности в жилье должно строиться по блочно-групповому признаку. Первый блок обучаемых – это несовершеннолетние дети, разбитые на три возрастных группы: дети дошкольного возраста, учащиеся младших классов и учащиеся старших классов. Подача материала для детей дошкольного возраста и младших классов должна осуществляться в виде игр, красочных картинок, мультипликационных видеороликов, простых загадок или сказок с известными им персонажами. Для детей более старшего возраста целесообразнее для обучения использовать квест-игры, комиксы и компьютерные игры. Во всех случаях обучение детей должно осуществляться только через игровую форму.

Второй блок обучаемых – это уже взрослые люди. Их обучение целесообразно проводить с использованием Интернет-ресурсов и видео-контента, лекций, специальной литературы, буклетов, листовок и памяток.

Третий блок обучаемых – это возрастное поколение людей (в основном пенсионеры и инвалиды). Здесь также можно использовать групповой принцип обучения. Например, используя деление на мобильные и немобильные категории граждан. Их обучение должно строиться с использованием традиционных форм обучения в доступной разговорной форме и с показом видеоконтента, предоставлением простых буклетов, листовок и памяток с крупным шрифтом.

Главный вопрос – это конечно как организовать процесс обучения населения мерам пожарной безопасности в жилом секторе. Одним из таких решений может стать привлечение управляющей компании для обучения людей мерам пожарной безопасности в быту. Например, ее ресурсы могут быть использованы при организации учебной эвакуации людей из здания, сбора людей на придомовой территории для проведения инструктажа (обучения) правилам пожарной безопасности. Также можно широко использовать существующие клубы по интересам или осуществлять обучение в рамках программы долголетия. Для обучения возрастных пенсионеров и маломобильных инвалидов можно привлекать органы социальной защиты населения, а для обучения детей – органы опеки. Использование любой формы обучения подразумевает подачу интересного, красочного и исчерпывающего по тематике материала.

В дальнейшем необходимы более серьезные и глубокие научные исследования в данной области и внесение соответствующих поправок в законодательство Российской Федерации. Использование рассмотренного выше подхода позволит существенно повысить уровень «пожарной» грамотности населения в быту и соответственно сократить не только количество пожаров, но и гибель и травмирование людей при пожарах.

Список источников

1. Пожарная безопасность. Энциклопедия. 5-е изд. испр. и доп. М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2017. 582 с.
2. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «О пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2025) / Интернет ресурс. КонсультантПлюс URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (дата обращения 27.03.2025).
3. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информационно-аналитический сборник / В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина, В.И. Сибирко [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. – 110 с. – EDN BSONFO.
4. 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.

УДК 347.426.34

СРАВНЕНИЕ ЗАРЕГИСТРИРОВАННОГО И РАСЧЕТНОГО ПРЯМОГО МАТЕРИАЛЬНОГО УЩЕРБА ОТ ПОЖАРОВ В РОССИИ НА ОБЪЕКТАХ ЗАЩИТЫ (НАДЗОРА) В 2024 Г.

Сибирко Виталий Иванович¹; Гончаренко Валентина Сергеевна²; Чечетина Татьяна Алексеевна³; Мартынов Владимир Алексеевич⁴; Арсланов Артем Минирович⁵

^{1,2,3,4,5}ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Балашиха, Московская область, Россия

¹otdel-16@vniipo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5319-6823>

²otdel-16@vniipo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8543-4128>

³otdel-16@vniipo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3505-9371>

⁴otdel-16@vniipo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4621-7611>

⁵otdel-16@vniipo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8469-8658>

Аннотация. Проведено сравнение абсолютных и величин зарегистрированного и расчетного прямого материального ущерба в расчете на 1 пожар, произошедший в Российской Федерации в 2024 г. на 16 видах объектов защиты (надзора), подлежащих отнесению к определенной категории риска. Расчетный прямой материальный ущерб вычислен в соответствии с методическими рекомендациями об организации расчета материального ущерба от пожаров должностными лицами органов государственного пожарного надзора, утвержденными приказом МЧС России от 28 января 2022 г. № 43. Определено, что одни из самых больших значений как абсолютных, так и относительных значений ущерба характерны для пожаров на объектах производственного назначения, торговли и складского назначения.

Ключевые слова: пожар, объект пожара, объект защиты (надзора), объект строительства, категории риска, зарегистрированный материальный ущерб, расчетный материальный ущерб, методические рекомендации

COMPARISON OF REGISTERED AND CALCULATED DIRECT MATERIAL DAMAGE FROM FIRES IN RUSSIA AT PROTECTED (SUPERVISED) FACILITIES IN 2024

Sibirko Vitaly I.¹; Goncharenko Valentina S.²; Chechetina Tatyana A.³; Martynov Vladimir A.⁴; Arslanov Artem M.⁵

^{1,2,3,4,5}FGBU VNIIPo EMERCOM of Russia, Balashikha, Moscow region, Russia

¹otdel-16@vniipo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5319-6823>

²otdel-16@vniipo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8543-4128>

³otdel-16@vniipo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3505-9371>

⁴otdel-16@vniipo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4621-7611>

⁵otdel-16@vniipo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8469-8658>

Abstract. A comparison of the absolute values and the values of registered and calculated direct material damage per 1 fire that occurred in the Russian Federation in 2024 at 16 types of protected (supervised) facilities subject to classification into a certain risk category was made. The calculated direct material damage was calculated in accordance with the methodological recommendations on the organization of the calculation of material damage from fires by officials of state fire supervision bodies, approved by order of EMERCOM of Russia No 43 dated 28 Jan 2022. It has been determined that some of the largest values of both absolute and relative damage are characteristic of fires at industrial, retail and warehouse facilities.

Keywords: fire, object of fire, protected (supervised) facility, structural object, risk categories, registered material damage, calculated material damage, methodological recommendations

При отнесении объектов защиты (надзора) к определенной категории риска в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации [1] с 1 апреля 2025 г. должна применяться величина материального ущерба от пожаров.

В соответствии с приказом МЧС России [2], которым определен порядок формирования информации в электронной базе данных учета пожаров и их последствий (далее – электронная БД учета пожаров) информационной системы «Автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России» (далее – ААС КНД), зарегистрированный прямой материальный ущерб (далее – зарегистрированный ущерб) в электронных карточках учета пожаров (далее – ЭКУП) регистрируется только на основании следующих документов, представляемых пострадавшими (или лицами, представляющими их интересы): справка об ущербе от пожара, выданная организацией на основании документов бухгалтерской отчетности организации, на объектах которой произошел пожар; справка об ущербе или страховом возмещении от пожара, выданная страховой организацией; выписки из решений судебных органов; документы собственников, подтверждающие стоимость уничтоженного и (или) поврежденного личного имущества.

Таким образом, зарегистрированный документально подтвержденный ущерб в ЭКУП может составлять от 0 до 100% от реального ущерба, нанесенного пожаром. В результате, зарегистрированный ущерб в ЭКУП за 2024 г. оказался заполнен в 12,3% случаев пожаров на объектах надзора (табл. 1).

Одновременно, приказом [2] определено, что расчетный прямой материальный ущерб от пожара (далее – расчетный ущерб):

- определяется в соответствии с методическими рекомендациями об организации расчета материального ущерба от пожаров должностными лицами органов государственного пожарного надзора (далее – методические рекомендации), утвержденными приказом МЧС России от 28 января 2022 г. № 43 [3];

- вычисляется в модуле учета пожаров и их последствий (далее – МУП) ААС КНД и заносится в электронную БД учета пожаров.

Приказом МЧС России [4] утвержден перечень из 16 групп объектов надзора, подлежащих отнесению к категориям риска (табл. 1). На сегодняшний день в МУП ААС КНД реализована возможность расчета ущерба, нанесенного объектам строительства, только расчетно-аналитическим методом [3]. Для 2 групп объектов из 16 рассматриваемых методическими рекомендациями не предусмотрен расчет ущерба расчетно-аналитическим методом (расчет ведется только прямым расчетным методом): объекты религиозного назначения и наружные установки. Поэтому в данной работе приведены данные о зарегистрированном ущербе от пожаров на 16 группах объектов надзора и о расчетном ущербе от пожаров на 14 группах объектов надзора, произошедших в 2024 г.

Общий зарегистрированный ущерб от пожаров на рассматриваемых объектах в 2024 г. составил 7 млрд 427,5 млн руб. Наибольший ущерб причинен пожарами на объектах производственного назначения – 2 424,6 млн руб. (32,6% от общего ущерба) (табл. 1). Значение показателя, соответствующее объектам торговли, составило 1 822,7 млн руб. (24,5%), объектам складского назначения – 1 249,6 млн руб. (16,8%). В результате, доля ущерба от пожаров на объектах, входящих в данные 3 группы, составила 74,0%.

Средний ущерб на 1 пожар с зарегистрированным ущербом, большим нуля, на всех поднадзорных объектах за 2024 г. составил 5 501,9 тыс. руб. Наибольшим ущербом на 1 пожар характеризовались пожары на наружных установках: значение показателя, рассчитанное по 13 пожарам, составило 19 792,9 тыс. руб. Это вызвано пожаром в г. Уфе, произошедшем 02.11.2024 на установках замедленного коксования (УЗК) топливного производства филиала «Башнефть-Уфанефтехим» - ПАО АНК «Башнефть», ущерб от которого составил 137,2 млн руб.

На втором месте по величине ущерба на 1 пожар в 2024 г. находились объекты производственного назначения – 9 545,7 тыс. руб., на третьем – объекты складского

назначения – 9 121,3 тыс. руб. Значение показателя, соответствующее объектам сельскохозяйственного назначения – 8 972,1 тыс. руб., культурно-досугового назначения – 7 762,8 тыс. руб. В работе [5] указывалось, что по данным за 2017-2021 гг. на первом месте среди объектов защиты, однородных по видам экономической деятельности и классам функциональной пожарной опасности [4], по величине ущерба на 1 пожар находились объекты производственного назначения, на втором - складского. В целом, распределение значений показателя за 2024 г. сходно с распределением за 2017-2021 гг. Необходимо при этом отметить, что в работе [5] анализировались пожары как на объектах надзора, так и на объектах защиты, не относящихся к объектам надзора.

Таблица 1

**Число пожаров и зарегистрированный материальный ущерб от пожаров
в Российской Федерации, произошедших в 2024 г. на объектах надзора**

№ п/п	Объект пожара (надзора)	Всего пожаров, ед.	Пожары с зарегистрированным ущербом (большим нуля)				
			Кол-во пожаров с зарегист. ущербом, ед.	Доля числа пожаров с зарегист. ущербом, %	Зарегист. ущерб, млн руб.	Доля от общего ущерба, %	Зарегист. ущерб на 1 пожар с ущербом, тыс. руб.
1	Объекты образования и объекты, на которых осуществляется деятельность детских лагерей	347	46	13,3	25,0	0,3	542,9
2	Объекты здравоохранения	244	35	14,3	30,1	0,4	859,1
3	Объекты социальной защиты	41	8	19,5	1,3	0,02	164,9
4	Объекты религиозного назначения	50	13	26,0	10,2	0,1	787,9
5	Объекты культурно-досугового назначения	321	58	18,1	450,2	6,1	7 762,8
6	Объекты временного размещения людей, туризма и отдыха	327	41	12,5	32,6	0,4	796,1
7	Объекты торговли	2 166	381	17,6	1 822,7	24,5	4 783,9
8	Объекты общественного питания	723	81	11,2	224,3	3,0	2 769,0
9	Объекты бытового обслуживания и предоставления услуг населению	290	49	16,9	40,3	0,5	822,5
10	Объекты транспортной инфраструктуры	475	41	8,6	147,7	2,0	3 602,0
11	Объекты административного назначения	846	94	11,1	216,2	2,9	2 299,9
12	Объекты жилого назначения (поднадзорные помещения многоквартирных жилых домов высотой 28 м и более)	1 844	47	2,5	28,9	0,4	614,0
13	Объекты производственного назначения	1 975	254	12,9	2 424,6	32,6	9 545,7
14	Объекты складского назначения	958	137	14,3	1 249,6	16,8	9 121,3
15	Объекты сельскохозяйственного назначения	235	52	22,1	466,6	6,3	8 972,1

№ п/п	Объект пожара (надзора)	Всего пожаров, ед.	Пожары с зарегистрированным ущербом (большим нуля)				
			Кол-во пожаров с зарегист. ущербом, ед.	Доля числа пожаров с зарегист. ущербом, %	Зарегист. ущерб, млн руб.	Доля от общего ущерба, %	Зарегист. ущерб на 1 пожар с ущербом, тыс. руб.
16	Наружные установки	108	13	12,0	257,3	3,5	19 792,9
	Всего	10 950	1 350	12,3	7 427,5	100,0	5 501,9
	Всего (кроме объектов религиозного назначения и наружных установок)	10 792	1 324	12,3	7 160,0	96,4	5 407,8

В таблице 2 приведены значения количества пожаров и расчетный ущерб от пожаров на объектах надзора, в карточках учета которых проставлен расчетный ущерб как объектам строительства, так и имуществу на объектах строительства [3]. Количество таких ЭКУП составило 69,0% от общего числа, несмотря на то, что в соответствии с приказом [2] значения данного показателя должны быть внесены во все рассматриваемые ЭКУП.

Расчетный ущерб от пожаров на объектах, входящих в 14 групп, за 2024 г. в абсолютном значении составил 48 млрд 29,3 млн руб., что в 6,7 раза выше величины зарегистрированного ущерба. Максимальный расчетный ущерб причинен пожарами, объектами которых стали объекты производственного назначения – 14 672,4 млн руб. - 30,5% от общего расчетного ущерба. Практически такое же значение соответствует объектам торговли – 14 578,2 млн руб. (30,4%), третье - объектам складского назначения – 5 270,1 млн руб. (11,0%). То есть, на данные 3 группы объектов пришлось 71,9% от общей величины расчетного ущерба.

Расчетный ущерб на 1 пожар, рассчитанный по пожарам на всех 14 группах объектов, оказался равным 6 447,8 тыс. руб., что в 1,2 раза больше, чем для зарегистрированного ущерба. Наибольшие величины расчетного ущерба на 1 пожар соответствуют объектам: производственного назначения – 10 517,8 тыс. руб., торговли – 9 738,3 тыс. руб., культурно-досугового назначения – 9 027,0 тыс. руб., транспортной инфраструктуры – 8 216,2 тыс. руб., складского назначения – 7 960,9 тыс. руб. Таким образом, распределение за 2024 г. несколько отличается от распределения за 2017-2021 гг.

Для 11 из 14 групп объектов надзора значения расчетного ущерба превысили значения зарегистрированного ущерба. Для 3-х групп объектов расчетный ущерб оказался меньше зарегистрированного: объекты жилого назначения (поднадзорные помещения многоквартирных жилых домов высотой 28 м и более), для которых отношение расчетного к зарегистрированному ущербу на 1 пожар составило 0,34; объекты складского назначения (0,87), объекты сельскохозяйственного назначения (0,45).

Наибольшая величина отношения расчетного к зарегистрированному ущербу на 1 пожар отмечается для объектов временного размещения людей, туризма и отдыха – 5,1, объектов бытового обслуживания и предоставления услуг населению – 4,6.

Таблица 2

**Количество пожаров и расчетный материальный ущерб от пожаров
в Российской Федерации, произошедших в 2024 г. на объектах надзора**

Объект пожара (надзора)	Кол-во пожаров, ед.	Пожары с расчетным ущербом (большим нуля)					
		Кол-во пожаров с ущербом, ед.	Доля числа пожаров с ущербом, %	Расчетн. ущерб, млн руб.	Доля от общего ущерба, %	Расчетн. прямой ущерб на 1 пожар с ущербом, тыс. руб.	Отношение расчетн. к зарегистр. ущербу на 1 пож., безразм.
Объекты образования и объекты, на которых осуществляется деятельность детских лагерей	347	252	72,6	412,1	0,9	1 635,4	3,01
Объекты здравоохранения	244	184	75,4	412,8	0,9	2 243,7	2,61
Объекты социальной защиты	41	29	70,7	6,2	0,01	215,2	1,30
Объекты религиозного назначения	50	-	-	-	-	-	-
Объекты культурно- досугового назначения	321	224	69,8	2 022,0	4,2	9 027,0	1,16
Объекты временного размещения людей, туризма и отдыха	327	224	68,5	905,0	1,9	4 040,4	5,08
Объекты торговли	2 166	1 497	69,1	14 578,2	30,4	9 738,3	2,04
Объекты общественного питания	723	512	70,8	2 676,6	5,6	5 227,8	1,89
Объекты бытового обслуживания и предоставления услуг населению	290	215	74,1	807,3	1,7	3 755,1	4,57
Объекты транспортной инфраструктуры	475	277	58,3	2 275,9	4,7	8 216,2	2,28
Объекты административного назначения	846	562	66,4	3 079,5	6,4	5 479,5	2,38
Объекты жилого назначения (многокв. жилые дома высотой 28 м и более)	1 844	1 253	68,0	258,7	0,5	206,4	0,34
Объекты производственного назначения	1 975	1 395	70,6	14 672,4	30,5	10 517,8	1,10
Объекты складского назначения	958	662	69,1	5 270,1	11,0	7 960,9	0,87
Объекты сельскохозяйственного назначения	235	163	69,4	652,4	1,4	4 002,4	0,45
Наружные установки	108	-	-	-	-	-	-
Всего (кроме объектов религиозного назначения и наружных установок)	10 792	7 449	69,0	48 029,3	100,0	6 447,8	1,19

Выводы

Одни из самых высоких значений как зарегистрированного, так и расчетного ущерба как в абсолютных значениях, так и в расчете на 1 пожар, отмечаются для объектов производственного назначения, торговли и складского назначения.

Высокие значения как зарегистрированного, так и расчетного ущерба на 1 пожар соответствуют объектам культурно-досугового назначения, зарегистрированного ущерба на 1 пожар – объектам сельскохозяйственного назначения и наружным установкам.

Таким образом, при внесении изменений в порядок и критерии отнесения объектов защиты к определенной категории риска необходимо рассмотрение возможности повышения категории риска данных объектов, в первую очередь, объектов производственного назначения, торговли и складского назначения.

Список источников

1. О внесении изменений в Положение о федеральном государственном пожарном надзоре: постановление Правительства Российской Федерации от 14 сент. 2023 г. № 1502 (в ред. постановления Правительства Российской Федерации от 17 апр. 2024 г. № 485) // КонсультантПлюс: сайт. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=474976&dst=100001#9lsk2iU02ZmaDFpd1> (дата обращения: 24.03.2025).

2. Приказ МЧС России от 2 ноября 2023 г. № 1148 «Об утверждении Регламента работы в информационной системе «Автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России».

3. Приказ МЧС России от 28 января 2022 г. № 43 «Об организации расчета материального ущерба от пожаров должностными лицами органов государственного пожарного надзора».

4. Приказ МЧС России от 14 декабря 2020 г. № 947 «Об организации проведения расчетов значений показателей для отнесения объектов защиты, находящихся во владении и (или) пользовании (эксплуатации) организаций и граждан, к определенной категории риска при осуществлении федерального государственного пожарного надзора».

5. Анализ зарегистрированного и расчетного прямого материального ущерба от пожаров на объектах защиты, однородных по видам экономической деятельности и классам функциональной пожарной опасности / Сибирко В.И., Козырев Е.В., Загуменнова М.В., Гончаренко В.С., Чечетина Т.А. // Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXXV Междунар. науч.-практ. конф. Москва, 31 мая 2023 г. М.: ВНИИПО, 2023. С. 131-143.

УДК 614.84

ПОЖАР КАК ОРУДИЕ ВОЙНЫ

Алексеева Алина Васильевна¹; Титова Елизавета Андреевна²

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹alinka_22.02@mail.ru

²e.titova@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9064-2901>

Аннотация. В статье рассматривается использование разрушительной силы огня в качестве орудия войны, история применения разрушительной силы огня во время ведения боевых действий.

Ключевые слова: огонь, военные конфликты, пожарная безопасность, снаряды

FIRE AS A WEAPON OF WAR

Alekseeva Alina V¹.; Titova Elizaveta A.²

^{1,2}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹alinka_22.02@mail.ru

²e.titova@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9064-2901>

Abstract. This article examines the use of the destructive power of fire as a weapon of war, and the history of the use of the destructive power of fire during combat operations.

Keywords: fire, military conflicts, fire safety, shells

Использование огня всегда было эффективным способом ведения боевых действий с древнейших времен и до настоящего времени. К этому есть несколько предпосылок.

- легкость и доступность использования;
- высокая эффективность;
- сложность борьбы с последствиями применения зажигательного оружия даже с современными техническими возможностями.

При воздействии огня происходит разрушение построек и конструкций из дерева, здания и конструкций из камня, кирпича, бетона теряют свои свойства и разрушаются, металлические конструкции теряют прочность. Огонь уничтожает запасы продовольствия и материальных средств. Высокая температура и загазованность делают невозможной пребывание войск и мирного населения в районе пожара. Если в результате использования боевых зажигательных средств возник пожар, то его жертвами станут и гражданские лица. От использовании зажигательного оружия при пожарах жилых построек, складов, лечебных учреждений пострадает мирное население.

Огонь использовался с древних времен как средство вооруженной борьбы, позволяющее с минимальными затратами и подготовкой нанести поражение противнику.

До изобретения огнестрельного оружия и появления артиллерии практически не было средств поражения, воздействующих на строения, укрепления группы (подразделения) войск противника. Применялись различные виды метательных машин (баллисты, требушеты и т.д.) и ударного оружия (тараны), которые позволяли механически разрушать укрепления, поражать группу людей. Эти устройства были сложны в изготовлении и транспортировке, имели малую скорострельность и низкую точность. Взятие укреплений (крепость, форт, укрепленное здание) с применением такого оружия сводилось к разрушению участка защищенного периметра и обеспечение возможности войскам нанести поражение противнику вступив с ним в боевое соприкосновение живой силой. На то, чтобы механически разрушить обороняемый объект уходило много времени в связи с низкой скорострельностью и малой точностью. Постоянно требовалось доставлять тяжелые снаряды для метательных машин – каменные глыбы или огромные стрелы, зачастую издали [1].

Применение зажигательного оружия не требовало применения большого количества технических устройств. Подобравшись под прикрытием темноты отряд лучников мог за короткое время выпустить большое количество зажигательных стрел и отойти. Зажигательные снаряды могли быть заброшены и метательными машинами с большей дистанции. До недавнего времени (а во многих случаях и сейчас) для строительства гражданских и военных зданий широко использовались горючие материалы. Каменными или кирпичными как правило были только стены. Все материалы были сухие, открыты для действия открытого пламени. Начавшееся возгорание быстро распространялись, разрушая постройки (в том числе оборонительные), дым и высокая температура заставляли людей отходить, огонь уничтожал запасы продовольствия. Тушение ручными средствами большого количества очагов возгорания было малоэффективным, требовало большого количества людей и доступного источника воды.

Появление артиллерии и развитие технологий позволило гораздо эффективнее использовать огонь для вооруженной борьбы. С самого начала использования артиллерии были созданы боеприпасы, предназначенные для создания очагов возгорания, например, такие как брандсугели – раскаленные ядра, которыми обстреливали укрепления, здания, корабли. Скорострельность и дальнобойность артиллерии была в разы выше, чем у механических метательных машин. Прогресс вооружения привел к созданию разрывных снарядов – гранат и бомб, взрыв которых сам по себе являлся источником пламени. Позднее были созданы специализированные зажигательные снаряды (фосфорные, напалмовые, трассирующие) для артиллерии, авиации, в том числе и для стрелкового оружия. В годы Первой мировой войны было создано специализированное зажигательное оружие – огнемёт, показавший высокую эффективность в «окопной войне» [2].

В 1940 году при бомбардировке города Ковентри в Великобритании за 11 часов самолеты люфтваффе сбросили 394 тонны фугасных и 56 тонн зажигательных бомб, а также 127 мин ВМ-1000. Благодаря вовремя объявленной воздушной тревоге число жертв было невелико, но город и военные предприятия были уничтожены. Из-за плотной застройки направленные на промышленные объекты бомбы падали на центр города. В результате сгорели 4330 домов. Повреждения получили около 60 тыс. зданий [3].

Легкость и простота создания и применения огня оказало огромную помощь РККА СССР при отражении попытки блицкрига фашистского вермахта с массированным применением бронетанковых соединений (дивизий, танковых групп) [4]. По опыту испанской и финских войн было быстро налажено массовое производство бутылок с зажигательной смесью в соответствии с постановлением Государственного Комитета Обороны № 43 «О противотанковых зажигательных гранатах (бутылках)» от 7 июля 1941 года [5]. Основа боевого применения этого средства – вызвать пожар в моторном или боевом отделении вражеской техники. Массовое применение этого простого средства позволило отражать танковые атаки вплоть до восстановления выпуска противотанковой артиллерии.

Так же, как и в древние времена огонь массово использовался воюющими сторонами по объектам инфраструктуры – как гражданской, так и военной. С самого начала Великой Отечественной Войны немецко-фашистские агрессоры использовали зажигательные бомбы против городов СССР. Их сбрасывалось огромное количество – если фугасных 100 килограммовых бомб бомбардировщик поднимает 10-15 штук, то зажигательных несколько сотен. Так, Дроздова А.Р. Отмечает, что бомбардировка Ленинграда 8 сентября 1941 года привела к пожару на Бадаевских продовольственных складах, на их территорию было сброшено большое количество зажигательных бомб что привело к потере продовольственных запасов [6]. Это явилось одной из причин огромных потерь от голода в блокадном Ленинграде.

Нельзя оставить без внимания подвиг пожарных блокадного Ленинграда. Зимой 1941-1942 года стояли сильнейшие морозы и город был заснежен сугробами. Воды не было, реки и каналы Ленинграда промерзли до дна. Тогда пожары начали тушить без воды. «Пожарные влезали на крышу и разбирали, шатаясь от голода, вручную горевшие

конструкции, сбрасывали их вниз, на ледяную подушку подвала, и забрасывали снегом. Пожар потухал под белой простыней» [7]. Так, например, в ночь с 13 на 14 января 1942 года бойцы ленинградской пожарной охраны совершили невозможное — разбирая негорящие конструкции, без единой капли воды ликвидировали пожар Гостиного двора. Прибывшему к месту пожара начальнику штаба противопожарной службы города Борису Кончаеву доложили, что воды в канале Грибоедова нет — канал промерз до дна. Чтобы огонь не распространился дальше, было решено разбирать конструкции вручную. Голодные и усталые пожарные перепиливали вручную толстые брёвна перекрытий, разбирали крепко сколоченные полы, подшивку потолков и «чёрные полы» [8].

Позднее английская и американская авиация широко использовала бомбардировки зажигательными бомбами против городов фашистской Германии. Так были стерты с лица земли Кельн и Дрезден. Дрезден до сих пор полностью не восстановлен [9].

С 4 по 22 июня 1943 года Горький подвергся серии массированных ночных атак «Люфтваффе», главной целью которых являлось выведение из строя Горьковского автомобильного завода. Это сорвало выпуск новой модели двигателя для боевой техники РККА [8].

В конце второй мировой войны США использовали в Японии ядерное оружие против городов. Пожары в городах с деревянными зданиями привели к гибели в огне огромного количества их жителей. Бомбардировки имели цель психологического воздействия [10].

Опасность использования зажигательных боеприпасов для создания очагов пожаров актуальна и в наше время. Современные средства доставки и наведения боеприпасов сделали их ещё опаснее. Если раньше использовалась большое количество небольших бомб для создания точечный очагов возгорания или большие боеприпасы, вызывающие возгорания на большой площади, то сейчас может быть использовано оружие самонаводящееся или управляемое. Эффективность их очень высока. Удар может быть нанесён ракетами или БПЛА с большого расстояния без риска для подразделения, осуществляющего запуск. Если в годы Великой Отечественной Войны из большого количества не прицельно сброшенных бомб только некоторые попадали в места, где может развиваться пожар, то сейчас каждый небольшой боеприпас может быть наведён так, что вызовет возгорание и пожар точно в месте наведения.

Список источников

1. Каюмов И.Ф., Комиссаров С.А. Осадная техника // Большая Российская энциклопедия 2004-2017 URL:https://old.bigenc.ru/military_science/text/2695748 (дата обращения: 13.04 2025).
2. Ардашев А.Н. Великая окопная война: позиционная бойня Первой мировой / Алексей Ардашев. - Москва: Эксмо, 2009. - С. 74.
3. Гриднева Д.В. Сталинград и Ковентри: от «УЗ дружбы» к формированию международного движения породненных городов // Материалы IV Международной научной конференции, посвященной 75-летию победы в Сталинградской битве. В 2 частях. Том Часть 2. . – 2017.
4. Иванова Г.П., Киян Т.В. Оценка боеспособности РККА накануне Великой Отечественной войны в отечественной историографии // Молодой ученый. 2019. № 45 (283). С. 225-228.
5. Постановление ГКО СССР № 43 «О противотанковых зажигательных гранатах (бутылках)». 7 июля 1941 г., Москва // РГАСПИ. Ф. 644. Оп. 1. Д. 1. Л. 134-134об.; Оп. 2. Д. 1. Л. 207-211.
6. Дроздова А.Р. Пожар на Бадаевских складах в официальных документах и литературе / А.Р. Дроздова // Теория и практика регионоведения: Избранные статьи участников Анциферовских краеведческих чтений, Санкт-Петербург, 07 декабря 2019 года. Том IV. – Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, 2020. – С. 470-477.

7. Тихонов Н.С. Бойцы огненного фронта / Николай Тихонов. Ленинград: Огиз. Госполитиздат, 1943. С.13.
8. 78 лет назад, 8 сентября 1941 года, началась блокада Ленинграда... Подвигу пожарных осажденного города посвящается... // Главное управление МЧС России по г. Санкт-Петербургу URL: <https://78.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/3788186?ysclid=m9r8k4bs17597133968> (дата обращения: 13.04 2025).
9. К 70-летию бомбардировки Дрездена авиацией Великобритании и США // Историко-документальный департамент МИД России URL: https://idd.mid.ru/informational_materials/k-70-letiyu-bombardirovki-drezdena-aviatsiey-velikobritanii-i-ssha/ (дата обращения: 12.04 2025).
10. Пламя горящего ГАЗа - 80 лет бомбардировке Горьковского автозавода // Коммерсантъ URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6042442> (дата обращения: 10.042025).
11. Пархитко Н.П. Хиросима и Нагасаки: преступление, которого можно было избежать // Вестник МГИМО Университета. 2016. С. 79-87.

УДК 614.842

АСПЕКТЫ И МЕТОДЫ ЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СИЛАМИ И СРЕДСТВАМИ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНОГО ГАРНИЗОНА В РАМКАХ ЗАБЛАГОВРЕМЕННОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СКЛАДЫВАЮЩЕЙСЯ ОБСТАНОВКИ НА ПОЖАРЕ И В ГАРНИЗОНЕ

Дашкевич Евгений Игоревич¹; Лунькова Анастасия Сергеевна²; Юрченко Роман Александрович³

^{1,2,3}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹dashkevich_ei@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3825-1094>,

²lunek150@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-4507-4284>

³ray1981@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0355-3295>

Аннотация. Описывается способ логического управления высылкой сил и средств на пожары и практический положительный результат от подобного способа управления.

В статье раскрывается порядок высылки сил и средств на пожары и для проведения аварийно-спасательных работ в пожарно-спасательном гарнизоне Санкт-Петербурга в соответствии с утвержденными руководящими документами.

Даны рекомендации сотрудникам дежурных смен службы пожаротушения по совместному с дежурной сменой службы оперативного обеспечения ЦУКС управлению силами и средствами пожарно-спасательного гарнизона.

В заключении подчеркивается важность комплексного подхода к эффективному управлению силами и средствами пожарно-спасательного гарнизона в рамках человеческого фактора.

Ключевые слова: тушение, спасение, управление, пожар, силы и средства

ASPECTS AND METHODS OF LOGICAL MANAGEMENT OF FORCES AND MEANS OF THE FIRE AND RESCUE GARRISON IN THE FRAMEWORK OF EARLY FORECASTING OF THE DEVELOPING SITUATION AT THE FIRE AND IN THE GARRISON

Dashkevich Evgeny Ig.¹; Lunkova Anastasia S.²; Yurchenko Roman Alexandrovich³

^{1,2,3}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹dashkevich_ei@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3825-1094>

²lunek150@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-4507-4284>

³ray1981@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0355-3295>

Abstract. The article describes a method of logical management of dispatching forces and resources to fires and the practical positive result of such a management method.

The article discloses the procedure for dispatching forces and resources to fires and for emergency rescue operations in the fire and rescue garrison of St. Petersburg in accordance with the approved guidelines.

Recommendations are given to the duty shift employees of the fire extinguishing service on joint management of the forces and resources of the fire and rescue garrison with the duty shift of the operational support service of the Central Control Center.

The conclusion emphasizes the importance of an integrated approach to the effective management of the forces and resources of the fire and rescue garrison within the framework of the human factor.

Keywords: extinguishing, rescue, management, fire, forces and resources

Актуальность и цели исследования

Эффективное и оперативное управление силами и средствами пожарно-спасательного гарнизона является несомненным залогом успешного спасения людей и материальных ценностей на пожаре, а также его ликвидации в кратчайшие сроки.

Цель исследования заключается в разработке и оптимизации метода управления силами и средствами пожарно-спасательного гарнизона в части заблаговременного прогнозирования возможного развития ситуации на пожаре.

При управлении силами и средствами пожарно-спасательного гарнизона стоит учитывать скоротечность смены оперативной обстановки на пожаре, а также определенные алгоритмы его развития, основанные на анализе практического опыта на примере пожарно-спасательного гарнизона Санкт-Петербурга.

Результаты исследования

В настоящее время в соответствии с требованиями приказа МЧС России от 25.10.2017г. № 467 «Об утверждении положения о пожарно-спасательных гарнизонах» в пожарно-спасательном гарнизоне Санкт-Петербурга приказом начальника Главного управления МЧС России по Санкт-Петербургу от 30.12.2020 г. № 1016 «Об организации тушения пожаров и проведении аварийно-спасательных работ в пожарно-спасательном гарнизоне Санкт-Петербурга» введено в действие Расписание выезда пожарно-спасательных подразделений и аварийно-спасательных формирований пожарно-спасательного гарнизона Санкт-Петербурга для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ на территории Санкт-Петербурга, утвержденное 27.12.2020 г. Губернатором Санкт-Петербурга А.Д. Бегловым, которое предусматривает применение основных сил пожарно-спасательного гарнизона Санкт-Петербурга для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ.

Стоит отметить, что 01.09.2025 г. в действие вводится приказ МЧС России от 13.01.2025 г. № 19 «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах и Порядка привлечения сил и средств подразделений пожарной охраны, пожарно-спасательных гарнизонов для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».

Согласно вышеуказанного руководящего документа основными силами и средствами пожарно-спасательного гарнизона Санкт-Петербурга являются подразделения Государственной противопожарной службы (федеральная противопожарная служба и противопожарная служба субъекта Российской Федерации), силы и средства СПб ГУ «Поисково-спасательная служба Санкт-Петербурга» (ПСС).

Номер (ранг) пожара является условным признаком сложности пожара и определяет количество расчетов (отделений) на основных пожарно-спасательных автомобилях, привлекаемых к его тушению.

Исходя из количества привлекаемых к тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ связанных с ними основных пожарно-спасательных автомобилей, в пожарно-спасательном гарнизоне Санкт-Петербурга устанавливается следующая градация номеров (рангов) пожаров (таблица № 1).

Таблица 1

Вид и номер (ранг) пожара

Вид номера (ранга) пожара	Номер (ранг) пожара
Основной	1
Дополнительный	1БИС
Повышенный	2, 3, 4, 5
Автоматический	1-1БИС, 1-2, 1-3, 1-4

При необходимости привлечения сил и средств гарнизона превышающих количество основных пожарно-спасательных автомобилей, соответствующих номеру (рангу) пожара № 1, устанавливается дополнительный номер (ранг) пожара с индексом «БИС».

Повышение номера (ранга) пожара осуществляется РТП (РЛЧС) непосредственно на месте пожара. РТП (РЛЧС) обязан, повышать номер (ранг) пожара не в порядке

последовательности увеличения номера (ранга) пожара, а в зависимости от обстановки на месте, исходя из требуемого количества сил и средств, необходимых для ликвидации пожара и проведения АСР.

Понижение номера (ранга) пожара осуществляется РТП (РЛЧС), только после объявления локализации пожара, последовательно, по мере понижения номера (ранга) пожара.

Диспетчер гарнизона вправе повышать номер (ранг) пожара до прибытия первых подразделений гарнизона к месту пожара (ЧС), при поступлении большого количества сообщений о пожаре (ЧС), а также с учетом складывающейся обстановки на месте пожара (ЧС).

Вызов пожарно-спасательной, аварийно-спасательной техники в дополнение к объявленному номеру (рангу) пожара, осуществляется по решению РТП (РЛЧС), оперативного дежурного гарнизона или диспетчера гарнизона.

Учитывая требования руководящих документов в части повышения номера (ранга) пожара, а также вызова к месту пожара дополнительной техники особое значение имеет мастерство должностных лиц пожарно-спасательного гарнизона по заблаговременному прогнозированию обстановки на пожаре и вызову дополнительной техники к месту пожара или проведению аварийно-спасательных работ.

Как показывает практический опыт пожарно-спасательного гарнизона Санкт-Петербурга в основном заблаговременным прогнозированием оперативной обстановки на пожаре занимается оперативный дежурный гарнизона (начальник дежурной смены службы пожаротушения или иное лицо возглавляющее дежурную смену) или по его указанию старший помощник начальника дежурной смены службы пожаротушения, являющийся как правило начальником оперативного штаба пожаротушения и диспетчер гарнизона (старший инженер службы оперативного обеспечения ЦУКС или по его указанию сотрудники смены). Заблаговременное прогнозирование обстановки на пожаре осуществляется согласно 3 вариантов:

1. До прибытия пожарно-спасательных подразделений на место пожара принимая во внимание количество и характер заявок от граждан и информации с места пожара от администрации объекта.

2. Получение сообщений от пожарно-спасательных подразделений в ходе следования к месту пожара и визуального наблюдения (зарезо, задымление, взрывы и т.д.).

3. После прибытия пожарно-спасательных подразделений на место пожара учитывая поступающие с места пожара сообщения. Также возможна корректировка действий пожарно-спасательных подразделений в рамках поступления заявок от граждан после прибытия пожарно-спасательных подразделений на место пожара в части нахождения людей в конкретных квартирах и помещениях.

Положительным примером в заблаговременном управлении силами и средствами на пожаре является постоянное поддержание связи смены дежурной службы пожаротушения со службой оперативного обеспечения ЦУКС, в пути следования к месту пожара по вопросам корректировки перечня используемой пожарной техники и предварительного анализа оперативной обстановки.

Методика заблаговременного прогнозирования оперативной обстановки на пожаре в пожарно-спасательном гарнизоне Санкт-Петербурга

В рамках методики заблаговременного прогнозирования оперативной обстановки на пожаре стоит рассмотреть 3 вышеуказанных варианта:

1. До прибытия пожарно-спасательных подразделений. В случае поступления значительного количества заявок с места пожара возможно направление к месту пожара дополнительно отделений на АЦ и АГ, в случае, когда пожар возник в районе с неудовлетворительным противопожарным водоснабжением необходимо к месту пожара дополнительно направить отделения на АР и ПНС. Также в ситуации с

неудовлетворительным противопожарным водоснабжением к месту пожара следует направить АЦ тяжелого типа с большим объемом, вывозимого ОТВ.

2. В случае получения информации от пожарно-спасательных подразделений в ходе следования к месту пожара и визуального наблюдения (зарыв, задымление, взрывы и т.д.) к месту пожара дополнительно направить отделения на АЦ, при неудовлетворительном противопожарном водоснабжении отделения на АР и ПНС или АЦ тяжелого типа с большим объемом, вывозимого ОТВ. При наблюдении взрывов пути следования направить к месту пожара подразделение с бронещитом и в обязательном порядке бригады скорой медицинской помощи.

3. После прибытия пожарно-спасательных подразделений на место пожара учитывая поступающие с места пожара сообщения. При сообщении от РТП о горении ЛВЖ и ГЖ автомобиль АПТ или автомобиль, оснащенный установкой подачи компрессионной пены.

Кроме того, необходимо заблаговременно направлять к месту пожара при отрицательных температурах окружающего воздуха установки парового подогрева пожарных гидрантов. Данное мероприятие позволит существенно сократить время приведения в исправное состояние пожарных гидрантов и, следовательно, подать огнетушащие вещества в кратчайшие сроки.

При использовании значительного количества звеньев ГДЗС к месту пожара необходимо направить передвижную компрессорную станцию. Это позволит создать на месте пожара оперативный запас наполненных воздушных баллонов и не приведет к простоям звеньев ГДЗС по причине отсутствия наполненных воздушных баллонов.

Кроме того, стоит уделять значительное внимание вопросам передислокации пожарной техники в случае, когда в пожарно-спасательном гарнизоне имеет место быть привлечение пожарной техники по одному или нескольким повышенным номерам (рангам) пожара. Передислокация пожарной техники осуществляется по принципу ее направления из районов, наименее задействованных при тушении пожара.

Положительные примеры заблаговременного прогнозирования оперативной обстановки на пожаре в пожарно-спасательном гарнизоне Санкт-Петербурга.

05 июля 2023 г. в 13 час. 01 мин. в службу оперативного обеспечения ЦУКС ГУ МЧС России по Санкт-Петербургу поступило сообщение о пожаре по адресу: Санкт-Петербург, ул. Салова д. 27 литера «АВ», «горит на территории». В соответствии с «Расписанием выезда...» по номеру (рангу) пожара № 1 к месту были 2 отделения на АЦ.

Однако в 13 час. 04 мин. в связи с поступлением, от подъезжающих подразделений сообщений о густом черном дыме в пути следования, к месту пожара дополнительно высылаются 2 отделения на АЦ, отделение на АГ и отделение на АЛ-30.

Данное решение старшего инженера оперативного обеспечения ЦУКС ГУ МЧС России по Санкт-Петербургу позволило в кратчайшие сроки сосредоточить на месте пожара необходимое количество техники и ликвидировать пожар в кратчайшие сроки.

10 июля 2023 г. в 03 час. 53 мин. в службу оперативного обеспечения ЦУКС ГУ МЧС России по Санкт-Петербургу поступило сообщение о пожаре по адресу: Санкт-Петербург, ул. Менделеевская д. 9 «горит склад с краской»

В соответствии с «Расписанием выезда...» по номеру (рангу) пожара № 1 к месту пожара было необходимо направить 2 отделения на АЦ. Однако принимая во внимание ночное время суток и значительное количество заявок о пожаре к месту пожара были высланы 3 отделения на АЦ, 1 отделение на АЛ-30, а также 1 аварийно-спасательное отделение, что позволило оперативно сосредоточить силы и средства на месте пожара на его начальном этапе.

Заключение

Высокий уровень оперативно-тактического мышления должностных лиц пожарно-спасательного гарнизона по заблаговременному прогнозированию обстановки на пожаре в вопросах управления силами и средствами позволит решить следующие задачи:

1. Оперативное сосредоточение основных отделений на месте пожара существенно сократив время их прибытия.
2. Сосредоточение на месте пожара сил и средств для выполнения специальных работ на пожаре учитывая прогнозируемую специфику его развития.
3. Организацию передислокации пожарной техники при одновременном привлечении сил и средств по одному или нескольким повышенным номерам (рангам) пожара.
4. Поддержка управленческими решениями лиц, возглавляющих караулы не имеющих значительного практического опыта тушения пожаров и управления силами и средствами.

Стоит отметить, что данная методика используется должностными лицами пожарно-спасательного гарнизона и имеет свое успешное практическое подтверждение, что позволило эффективно организовать спасение людей и ликвидацию пожара в кратчайшие сроки.

Список источников

1. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ.
2. Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ.
3. Приказ МЧС России от 25.10.2017г. № 467 «Об утверждении положения о пожарно-спасательных гарнизонах».
4. Приказ МЧС России от 13.01.2025 г. № 19 «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах и Порядка привлечения сил и средств подразделений пожарной охраны, пожарно-спасательных гарнизонов для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».
5. Приказ начальника Главного управления МЧС России по Санкт-Петербургу от 30.12.2020 г. № 1016 «Об организации тушения пожаров и проведении аварийно-спасательных работ в пожарно-спасательном гарнизоне Санкт-Петербурга».
6. Крымский В.В., Ильницкий С.В., Гайдукевич А.Е. Автоматизация учета, эксплуатации, испытаний и работы пожарной техники и пожарно-технического вооружения и оборудования // Аудит и финансовый анализ. 2020. № 1. С. 238-242. DOI 10.38097/AFA.2020.16.25.034.

УДК 371.315

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ КОНЦЕПЦИИ РИСКА В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Кулинкович Алексей Викторович¹; Марчук Виктор Леонидович²

¹Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций

им. проф. М.А. Бонч-бруевича, Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹kulinkovich.av@sut.ru, <http://orcid.org/0009-0002-6159-2073>

²marvil71@mail.ru

Аннотация. В статье осуществлен анализ понятия «безопасность», раскрываются недостатки его официальных определений. Рассматриваются количественные показатели, по которым можно судить о промышленной безопасности. В основу разработки методов оценки опасности потенциально опасных промышленных объектов предлагается положить идеи квалиметрии: обосновать иерархию показателей опасности от простейших, до наиболее полных и интегральных, учитывающий реализацию опасности не только в пространстве, но и во времени.

Ключевые слова: промышленная безопасность, потенциально опасные промышленные объекты, техногенные аварии, катастрофы, количественная оценка безопасности, показатели опасности

PROBLEM ISSUES OF MODERN THEORY OF RISK CONCEPT IN THE FIELD OF FIRE SAFETY

Kulinkovich Alexey V.¹, Marchuk Viktor L.²

¹The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications, Saint-Petersburg, Russia

²Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹kulinkovich.av@sut.ru, <http://orcid.org/0009-0002-6159-2073>

²marvil71@mail.ru

Abstract. The article analyzes the concept of «safety» and reveals the shortcomings of its official definitions. It examines quantitative indicators by which one can judge industrial safety. It is proposed to base the development of methods for assessing the danger of potentially hazardous industrial facilities on the ideas of qualimetry: to substantiate the hierarchy of hazard indicators from the simplest to the most complete and integral, taking into account the implementation of danger not only in space but also in time.

Keywords: industrial safety, potentially hazardous industrial facilities, man-made accidents, disasters, quantitative safety assessment, hazard indicators

На население Российской Федерации, как и других стран, постоянно осуществляется воздействие всевозможных поражающих факторов, как при ЧС, так и при различных аварийных ситуациях. Наиболее ярко это прослеживается при различного рода пожарах на промышленных объектах и объектах экономики [1]. В условиях возникновения такого рода ситуаций происходит отклонение параметров окружающей среды от нормальных значений (уровней), что может привести к поражениям, как различных органов человека, так и всего организма в целом.

В целях грамотного обоснования управленческих решений, принятия нужных (целесообразных) технических решений, а также в интересах промышленной безопасности, в настоящее время возникает серьезная необходимость обоснования тех количественных

показателей, которые бы могли охарактеризовать опасности аварий на ПВОО. Также возникает необходимость разработать методы теоретической оценки этих параметров.

Очевидным фактором является необходимость научного описания тех процессов и явлений, в том числе при различных пожарах, прежде чем осуществлять количественное описание характеристик ПФ. Поскольку в нашей статье речь пойдет о таком фундаментальном понятии, как безопасность (в том числе ее различных составляющих – химическая, биологическая, радиационная и т.д.), возникает необходимость более подробно рассмотреть существующие в нормативно-технической документации (НТД) определения этого термина.

Так, например, если рассматривать радиационную безопасность, то можно столкнуться с двумя трактовками этого термина [2]. В первом случае под радиационной опасностью понимается «комплекс мероприятий (административных, технических, санитарно-гигиенических и др.), ограничивающих облучение и радиоактивное загрязнение лиц из персонала и населения и окружающей среды до наиболее низких значений, достигаемых средствами, приемлемыми для общества».

В другом случае под данным термином рассматривается «научно-обоснованная дисциплина, в основе которой лежит разработка способов оценки и прогнозирования радиационной обстановки, изучающая конкретные случаи возникновения сложной радиационной обстановки и направленная на выработку рекомендаций для ее приведения в соответствие с установленными существующими нормативами». Оба рассмотренных определения в явном виде не определяют, что такое радиационная безопасность, а уж тем более не дают возможности ввести количественные показатели для ее измерения.

В 1997 году в Российской Федерации был принят Федеральный закон № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». В данном нормативно-техническом документе термин «промышленная безопасность» трактуется как «состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий» [3]. В связи с этим в дальнейших документах (в том числе Федеральных законах) различные составляющие пожарной безопасности (ПБ) основываются исключительно на приведенном определении. Так, например, в ФЗ № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» (с изменениями на 11 июня 2021 года) под термином «радиационная безопасность населения» уже понимается «состояние настоящего и будущего поколения людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения» [4].

Подобное определение для термина «биологическая безопасность» мы можем встретить в Федеральном законе № 492-ФЗ 2020 года «О биологической безопасности в Российской Федерации», где аналогично термину «промышленная безопасность» понимается такое состояние защищенности персонала и населения, а также окружающей природной среды от опасных биологических факторов (в том числе при аварийных ситуациях), при которых гарантированно обеспечивается допустимый (приемлемый) уровень биологического риска [5]. Аналогичная ситуация наблюдается и в других нормативно-технических и руководящих документах [6,7]. Таким образом, в приведенных определениях безопасность и ее различные составляющие (в том числе пожарная) отождествляются с состоянием защищенности жизненно важных интересов личности и общества, что является некорректным и крайне расплывчатым.

В настоящее время становится достаточно трудным дать отвечающее науке такое определение данному термину «промышленная безопасность», из которого бы вытекали его количественные показатели (параметры) от простейших, до наиболее полных и интегральных. Как правило о безопасности (надежности, устойчивости) судят по уровню (значению) потенциальной или реализованной опасности. Если этот уровень не превышает какого-то директивно заданного параметра, то делают вывод о безопасности рассматриваемого объекта (в том числе пожарной) и населения.

В контексте аварий на ПВОО термину «опасность» согласно [8] можно дать следующее определение: это потенциальная или реализованная возможность получения населением (персоналом) поражений различной степени тяжести, а также разрушения различной степени строений, сооружений, объектов инфраструктуры, повреждения различной степени тяжести техники, технологического оборудования и т.д. Т.е. только через количественную и качественную оценку опасности (как при штатном, так и аварийном функционировании объекта) можно прийти к оценке «уровня» безопасности.

Анализ количественных характеристик опасности техногенных аварий, в том числе при пожарах и взрывах, показывает, что существуют различные подходы для ее оценивания. Так, в последнее время для количественного описания опасности широкое распространение получила так называемая концепция риска. Риск – частота (или количество в рассматриваемый интервал времени) реализации опасностей. Как правило в современной научной литературе риск определяют как отношение числа различного рода неблагоприятных последствий (событий) к их общему возможному числу за какой-то период времени [9].

Рассмотрим основные виды рисков, используемые при анализе опасностей. Первый из них – индивидуальный риск. Согласно [7] он характеризует опасность, которая может воздействовать на определенного вида индивидуума:

$$R_{\text{и}} = \frac{P(t)}{L(t)} \quad (1)$$

где $R_{\text{и}}$ – индивидуальный (персональный) риск;

P – число (количество) пострадавших (погибших) за рассматриваемую единицу времени t при воздействии определенного фактора риска f (например при пожарах или взрывах);

L – численность людей, которые подвергаются соответствующему фактору (типу) риска в единицу (интервал) времени t .

При рассмотрении индивидуального риска источником в производственной сфере может быть профессиональная деятельность, а наиболее часто встречающимся фактором риска – различные производственные факторы. Индивидуальный риск преимущественно определяется квалификацией и способностью индивидуума к правильным и активным действиям в опасной (аварийной) ситуации, а также его защищенностью.

Исходя из определения (1) индивидуального риска непонятно, каким образом рассчитать общее количество подверженных воздействию. Так, например, при пожаре на нефтеперерабатывающем заводе каким образом можно рассчитать общее число людей, которое подвержено воздействию? На тех, кто находится ближе к заводу, уровень воздействия поражающих факторов будет выше, а соответственно вероятность поражения больше. А для тех, кто находится дальше – вероятность меньше? Кроме того, эффекты поражения человека реализуется на определенной площади и, в общем случае, во времени, что не учитывается в рассматриваемом показателе. Помимо этого, одной из количественных характеристик той или иной техногенной аварии является общая площадь поражающего действия S_n , что также не учитывается в анализируемом показателе. Именно через общую площадь поражающего действия можно определить общее количество населения, на которое подействовали поражающие факторы техногенной аварии.

Потенциальный территориальный риск чрезвычайной ситуации согласно ГОСТ Р 55059-2012 [10] определяется как количественный показатель риска чрезвычайной ситуации, определяемый как вероятность возникновения за год на рассматриваемой территории всей совокупности поражающих факторов источников чрезвычайной ситуации с уровнем, который может привести к гибели людей и причинению материального ущерба. В математической форме ПТР можно представить в следующем виде:

$$R_{\text{ПТ}} = \frac{P(t, S)}{L(t, S)}, \quad (2)$$

где $R_{ПТ}$ – потенциальный территориальный риск ЧС;

$P(t, S)$ – число жителей (или персонала объекта), которые могут погибнуть (получить поражение) при возникновении ЧС на рассматриваемой территории за год;

$L(t, S)$ – общее число жителей (персонала) на рассматриваемой территории за год.

Также согласно ГОСТ Р 55059-2012 [10] вводится понятие коллективный риск чрезвычайной ситуации, определяемый как математическое ожидание числа погибших в результате возможного воздействия всей совокупности поражающих факторов источников чрезвычайной ситуации на рассматриваемой территории за год. В математическом виде коллективный риск можно представить следующим образом:

$$M_B(U) = \sum_{i=1}^n M_i(U) W_i$$

$$\sum_{i=1}^n M_i(U) = 1 \quad (3)$$

где $M_i(U)$ – математическое ожидание ущерба на всем поле поражения элементах аварии объекта, развивающейся по i -му сценарию;

W_i – вероятность реализации i -го сценария аварии;

U – ущерб.

Критика концепции риска, не учитывающей многие аспекты реализации опасности промышленных объектов, дана в [8].

Другой подход основан на идеях квалиметрии. В связи с тем, что поражающее действие техногенной аварии, а особенно химически-, биологически-, радиационно- и пожаровзрывоопасных объектов, поэтому в рассмотрение на каждом уровне обобщения введены пространственно-временные показатели опасности от простейших, до наиболее полных и интегральных.

При анализе возможных механизмов развития техногенной аварии должны быть обоснованы образующиеся поражающие факторы и количественные характеристики аварии: мощность взрыва для взрывоопасных объектов, количество выбрасываемого токсичного химического вещества (активность и радионуклидный состав выбрасываемых радиоактивных веществ), скорость выброса, высота выброса и т. д. [11]. Для каждого фактора, продуцируемого при том или ином механизме развития аварии, должны быть определены количественные характеристики, непосредственно определяющие его поражающее действия на различные элементарные объекты: персонал промышленного объекта и население (дети, взрослые и пожилые), однотипные здания, строения, объекты инфраструктуры, оборудование промышленного объекта и т. п. Так, основной количественной характеристикой, определяющей поражающее действие токсичных химических веществ на человека является токсическая доза D , ионизирующих излучений – поглощенная доза излучения D , тепловой импульс u теплового излучения, избыточное давление во фронте воздушной ударной волны ΔP_{ϕ} и длительность фазы сжатия τ^+ и т. д.

Для каждого элементарного объекта должны быть установлены параметры факторных законов поражения, которые должны описывать вероятность наступления эффектов поражения не ниже заданной степени тяжести поражения (для населения и персонала), разрушения (здания, строения, сооружения, объекты инфраструктуры), повреждения (оборудование промышленного объекта) при изолированном и комбинированном действии поражающих факторов техногенной аварии.

Под изолированным понимается действие только одного поражающего фактора, а под комбинированным – одновременное или последовательное действие нескольких поражающих факторов [12].

Анализ состояния вопроса на рассматриваемом уровне анализа опасности техногенных аварий показывает, что для каждого поражающего приводятся крайне

обрывочные сведения. Так, например, наиболее часто для токсичных химических веществ приводится медианная токсодоза D_{50} , в то время как для необратимых (летальных) эффектов поражения необходимо знание пяти токсикологических характеристик, а для обратимых – девяти [12].

Таким образом, проведенный анализ понятия «промышленная безопасность» показал, что она должна характеризоваться на качественном уровне, исходя из потенциальной или реализованной опасности потенциально опасного промышленного объекта. Для этого должны быть обоснованы пространственно-временные показатели опасности техногенных аварий (катастроф) и методы их теоретической оценки.

Список источников

1. Статистика пожаров и их последствий. Сайт МЧС // URL: <https://ptm01.ru/assets/images/biblioteka/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/2023/sbornik-2023-pogary.pdf> (дата обращения: 08.04.2025).
2. Словарь терминов в области радиационной безопасности, ОРБ №9. М.: Секретариат СЭВ, 1980. 102 с.
3. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 20.07.1997 № 116-ФЗ. Доступ из справочно-правовой системы КонсультантПлюс.
4. Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» (с изменениями на 11 июня 2021 года) от 09.01.1996 № 3-ФЗ. Доступ из справочно-правовой системы КонсультантПлюс.
5. Федеральный закон «О биологической безопасности в Российской Федерации» от 30.12.2020 № 492-ФЗ. Доступ из справочно-правовой системы КонсультантПлюс.
6. 6. Указ президента Российской Федерации от 11 марта 2019 года № 97 «Об основах государственной политики РФ в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу». Доступ из справочно-правовой системы КонсультантПлюс.
7. РД 09–167–97 Методические указания. По организации и осуществлению надзора за конструированием и изготовлением оборудования для опасных производственных объектов в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. Утверждены приказом Госгортехнадзора России от 19.12.97 № 221. Доступ из справочно-правовой системы КонсультантПлюс.
8. Гуменюк В. И., Кармишин А. М., Киреев В. А. Проблемные вопросы промышленной безопасности // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. СПб.: изд-во СПбГПУ, 2013. № 3 (178). С. 320–324.
9. ГОСТ Р 22.2.06–2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Оценка риска чрезвычайных ситуаций при разработке паспорта безопасности критически важного объекта и потенциально опасного объекта: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июня 2016 г. № 726-ст. Доступ из справочно-правовой системы КонсультантПлюс.
10. ГОСТ Р 55059–2012 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Термины и определения: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 ноября 2012 г. N 724-ст. Переиздание. Октябрь 2018 г. Доступ из справочно-правовой системы КонсультантПлюс.
11. Гуменюк В. И., Кармишин А. М., Киреев В. А. О количественных показателях опасности техногенных аварий. // НТВ СПбГПУ. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2013. № 2(171). С. 281–288.
12. Кармишин А. М., Киреев В. А. Березин Г. И., Афанасьев Р. В. Математические методы фармакологии, токсикологии и радиобиологии: монография. 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: ООО «АПР», 2011. 330 с.

УДК 614.841.332

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ И СТРОИТЕЛЬНОГО ОСНОВАНИЯ ДЛЯ СТЕН НАРУЖНЫХ С ВНЕШНЕЙ СТОРОНЫ

Горшков Виктор Сергеевич¹; Копылов Павел Сергеевич²;

Лежнев Сергей Тимофеевич³; Лучкин Сергей Алексеевич⁴

^{1,2,3,4}Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, Москва, Россия

¹gorshkov01@mail.ru

²pskopylov@mail.ru

³lezhnev2@mail.ru

⁴luchkin.sergey@yandex

Аннотация. Показывается актуальность исследования перекрестно-клееной древесины с точки зрения пожарной опасности. Было проведено экспериментальное определение показателей горючести, воспламеняемости, дымообразующей способности и токсичности, для строительных материалов фасадных систем и строительного основания из древесины и древесных материалов. Изучались образцы CLT панелей, плит фиброцементной фасадной и фиброцементной с декоративной отделкой, в состав которых входят волокна целлюлозы и плиты цементностружечной. По результатам проведенных исследований можно определить, что образцы, выполненные на основании из деревянных конструкций, а также с деревянными облицовками, соответствуют классу пожарной опасности КЗ (пожароопасные). Применение горючих материалов в фасадных системах создает повышенную пожарную опасность. Чтобы избежать этого, при применении горючих материалов, необходимо учитывать пожарную опасность всей конструкции.

Ключевые слова: перекрестно-клееная древесина, деревянное домостроение, фасадные системы, горючесть, воспламеняемость, дымообразующая способность, токсичность

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE FIRE DANGER OF BUILDING MATERIALS OF FRONT SYSTEMS AND THE BUILDING BASE FOR EXTERIOR WALLS FROM THE OUTSIDE

Gorshkov Viktor S.¹; Kopylov Pavel S.²; Lezhnyov Sergey T.³; Luchkin Sergey A.⁴

^{1,2,3,4}All-Russian Scientific Research Institute of Fire Protection of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

¹gorshkov01@mail.ru

²pskopylov@mail.ru

³lezhnev2@mail.ru

⁴luchkin.sergey@yandex

Abstract. The relevance of the study of cross laminated timber (CLT) from the point of view of fire danger is shown. An experimental determination of the indicators of combustibility, flammability, smoke-forming ability and toxicity was carried out for building materials of facade systems and building foundations made of wood and wood materials. Samples of CLT panels, fiber cement facade and fiber cement slabs with decorative trim, which include cellulose fibers and cement-chipboard, were studied. According to the results of the conducted research, it can be determined that the samples made on the basis of wooden structures, as well as with wooden linings, correspond to the fire hazard class K3 (fire-hazardous). The use of combustible materials in facade systems creates an increased fire hazard. To avoid this, when using combustible materials, it is necessary to take into account the fire hazard of the entire structure.

Keywords: cross laminated timber, wooden house construction, facade systems, combustibility, flammability, smoke-forming ability and toxicity

Здания и сооружения, возведенные с применением деревянных конструкций и элементов, обладают хорошими экологическими и декоративными характеристиками, дерево – возобновляемый ресурс, применение современных технологий в деревопереработке позволяет повышать экономическую эффективность работы лесной отрасли. Данные предпосылки обусловили существенный интерес к деревянному домостроению и привели к тому, что в некоторых странах доля таких построек составляет практически 80% [1].

В настоящее время наблюдается рост этажности возводимых зданий из дерева, одно из самых высоких – 25 этажный жилой дом в США высотой 87 м [2], возведенный из деревянных конструкций. Возможность постройки деревянного домостроения повышенной этажности обуславливается применением современных технологий в строительстве, одна из которых – перекрестно-клееная древесина CLT (Cross Laminated Timber – перекрестно-клееная древесина) [3]. Как показано, например, в работе [4], несущие строительные конструкции из CLT обладают значительными показателями огнестойкости, что и является одной из предпосылок увеличения высоты возводимых деревянных зданий. В Российской Федерации также началось применение перекрестно-клееной древесины в строительстве. Ярким примером того являются возведенные в 2022 году два деревянных 4 этажных многоквартирных дома высотой 15 м [5].

Нельзя недооценивать тот факт, что дерево объективно пожароопасный материал. Одним из элементов строительных конструкций, которые могут способствовать распространению пожара являются фасадные системы. Анализ статистических данных по пожарам, произошедших с 2019 по 2023 гг. [6] показал, что общее количество пожаров, возникших на фасадах, в 2023 году составило значительную величину – 2052 ед., а наличие деревянных конструкций может привести к росту этого показателя.

Новые строительные технологии требуют актуализации нормативной базы, в частности в области пожарной безопасности. Ранее уже была проанализирована существующая нормативная база, устанавливающая требования к обеспечению пожарной безопасности [7] и было показано, что существующая в настоящее время пожарно-техническая классификация в полной мере отражает необходимые критерии оценки пожароопасных свойств строительных конструкций из древесины. В целях проведения дальнейших исследований пожарной опасности стен наружных с внешней стороны жилых и общественных зданий из деревянных строительных конструкций было проведено экспериментальное определение показателей горючести, воспламеняемости, дымообразующей способности и токсичности, для строительных материалов фасадных систем и строительного основания из древесины и древесных материалов.

Испытания проводились со следующими группами образцов: образец CLT панели (далее – образец № 1) – клееная древесина, толщиной 50,0 мм; образцы плит фиброцементной фасадной (далее – образец № 2) и фиброцементной с декоративной отделкой (далее – образец № 3) – материал состоит из цемента, армирующих волокон целлюлозы и минеральных наполнителей, толщина образца № 2 – 8,0 мм; образец № 3 имеет текстуру под кирпич и толщину 10,0 мм; образец плиты цементностружечной ЦСП (далее – образец № 4) – композиционный листовый строительный материал из тонкой древесной стружки, цемента и химических добавок, толщина – 10 мм.

Определение группы горючести проводилась по ГОСТ 30244-94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть» [8] (метод II). Согласно [8], четыре вертикально ориентированных образца размером (1000×190) мм, закреплялись в держателе и подвергались воздействию пламенем газовой горелки со стороны лицевой поверхности в течение 10 минут. В процессе проведения испытаний регистрировались: температура отходящих газов и время самостоятельного горения. После проведения опыта определялась потеря массы образцов и степень повреждения их по длине.

Определение группы воспламеняемости проводилось по ГОСТ 30402-96 «Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость» [9]. Согласно [9], образец размером (165×165) мм, в сочетании с негорючим основанием (асбестоцементным листом толщиной

10 мм), подвергался воздействию лучистого теплового потока. На заданном уровне теплового потока отмечалось наличие или отсутствие пламенного горения при подводе к экспонируемой поверхности образца, с определенной частотой, газовой горелки. В процессе проведения испытания определялись два уровня теплового потока, при которых в одном случае отмечалось наличие пламенного горения, а в другом его отсутствие. На этих уровнях проводилось еще по два испытания. За критическую поверхностную плотность теплового потока принималось минимальное значение поверхностной плотности теплового потока, при котором отмечалось наличие пламенного горения.

Определение коэффициента дымообразования осуществлялось по ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения» (п. 4.18) [10]. Опытный образец размером (40х40) мм помещался в камеру сгорания, оснащенную радиационной панелью, создающую плотность падающего на образец теплового потока до 35 кВт/м². За коэффициент дымообразования принимается показатель, характеризующий оптическую плотность дыма, создаваемую в режиме тления или горения образца в стандартном объеме камеры.

Определение показателя токсичности проводилось по ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения» (п. 4.20) [10]. Образец размером (40х40) мм ориентированный под углом 45° к горизонту, размещался в камере сгорания параллельно радиационной панели на расстоянии 60 мм от ее поверхности, создающей плотность теплового потока до 65 кВт/м². Продукты термоокислительного разложения или горения образца собирались в экспозиционной камере, соединенной с предкамерой, в которую помещались восемь белых мышей массой 20 г, на которых воздействовали продукты сгорания в течение 30 минут. При этом контролировались концентрации CO, CO₂, O₂ в объеме экспозиционной камеры.

За показатель токсичности продуктов горения материала принималось отношение количества материала к единице объема замкнутого пространства, в котором образующиеся газообразные продукты вызывают гибель 50 % подопытных животных. При этом берется меньшее значение из показателей, полученных при горении и термоокислительном разложении образцов материала.

Теплота сгорания определялась по ГОСТ 56025-2014 «Материалы строительные. Метод определения теплоты сгорания» [11]. Согласно [11], опытный образец предварительно кондиционируют при температуре (20±5)°С и относительной влажности (65±5)% не менее 72 ч и далее производят отбор трех образцов непосредственно для испытаний. Отобранный образец помещается в калориметр сгорания, заполняется кислородом при заданном давлении, и поджигается. Количество тепла, выделившегося при горении, пропорционально величине энергии сгорания вещества, т.е. теплота сгорания (теплотворная способность) определяется на основании результатов измерения температуры оболочки бомбы, во время протекания в бомбе реакции.

Результаты проведенных исследований представлены в таблице.

Таблица

Результаты определения пожарной опасности образцов фасадных систем

№ образца	Группа горючести	Группа воспламеняемости	Коэффициент дымообразования	Показатель токсичности
1	Г4	В3	Д3	Т3
2	Г1	В2	Д1	Т1
3	Г1	В1	Д1	Т1
4	Г1	В1	Д1	Т1

Теплота сгорания материала панели CLT составляет 17,75 МДж/кг.

Внешний вид образцов CLT панели (образец № 1), плиты фиброцементной фасадной (образец № 2), плиты фиброцементной с декоративной отделкой (образец № 3) до и после испытания по определению группы горючести показан на рисунках 1–3.



А



Б

Рис. 1. Внешний вид панели CLT (образец № 1) до испытания (а) и после испытания (б) (полное выгорание образцов)



А



Б

Рис. 2. Внешний вид плиты фиброцементной фасадной (образец № 2) до испытания (а) и после испытания (б)



А



Б

Рис. 3. Внешний вид плиты фиброцементной с декоративной отделкой (образец № 3) до испытания (а) и после испытания (б)

Анализ проведенных лабораторных исследований по определению показателей горючести, воспламеняемости, теплоты сгорания строительного основания для стен наружных с внешней стороны показал необходимость применения негорючих материалов или горючих материалов, имеющих группу горючести Г1 (слабогорючие). Применение горючих материалов в фасадных системах создает повышенную пожарную опасность. Чтобы избежать этого, при применении горючих материалов, необходимо учитывать пожарную опасность всей конструкции (наружной стены с выполненными на их внешней поверхности системами внешней теплоизоляции, облицовкой и отделкой) и делать окончательный вывод о возможности применения материала в фасадных системах необходимо после проведения испытаний по ГОСТ 31251-2008 [12]. Таким образом, учитывая деревянное строительное основание фасадных систем, целесообразно нормировать применение в фасадных системах негорючих материалов.

По результатам проведенных исследований можно определить, что образцы, выполненные на основании из деревянных конструкций, а также с деревянными облицовками, соответствуют классу пожарной опасности КЗ (пожароопасные).

Выводы

1. В качестве строительного основания для стен наружных с внешней стороны необходимо применять негорючие материалы или горючие материалы, имеющие группу горючести Г1. Применение горючих материалов в фасадных системах создает повышенную пожарную опасность.

2. Учитывая деревянное строительное основание фасадных систем, целесообразно нормировать применение в фасадных системах негорючих материалов.

3. Образцы, выполненные из деревянных конструкций, а также с деревянными облицовками, соответствуют классу пожарной опасности КЗ (пожароопасные).

Список источников

1. Есауленко, И.В. Перспективы развития высотного деревянного домостроения в России на примере зарубежного опыта / И.В. Есауленко // Архитектура, строительство, транспорт – 2021. – № 4 (98). – С. 17 – 25. DOI: 10.31660/2782-232X-2021-4-17-25.

2. Ilgin, H.E. Tallest Timber Buildings: Main Architectural and Structural Design Considerations / H.E. Ilgin, M. Karjalainen // Wood Industry—Past, Present and Future. – London, UK. – 2022. DOI: 10.5772/intechopen.105072. URL: <https://www.intechopen.com/chapters/81835> (дата обращения 25.03.2025).

3. Мавлюбердинов, А.Р. Технологические особенности возведения многоэтажных жилых зданий из CLT-панелей / А.Р. Мавлюбердинов, Д.Н. Хоцанян // Известия КГАСУ – 2018. – №1(43). – С. 219 – 225. EDN <https://elibrary.ru/uovvcg>.

4. Eremina, T. Fire resistance limit for wood constructions in high-rise buildings / T. Eremina, D. Korolchenko // E3S Web of Conferences – V. 389. – 2023. – 1–16. DOI: 10.1051/e3sconf/202338906005. – URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2023/26/e3sconf_uesf2023_06005.pdf (дата обращения: 14.04.2025).

5. Хабибуллина, А. Доска против бетона: в России построили первую деревянную многоэтажку / А. Хабибуллина // Известия – 2022. – URL: <https://iz.ru/1385202/aigul-khabibullina/doska-protiv-betona-v-rossii-postroili-pervuiu-dereviannuiu-mnogoetazhku> (дата обращения: 25.03.2025).

6. Гончаренко, В.С. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ.-аналитич. сб. / В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина, В.И. Сибирко, О.В. Надточий // Балашиха: ВНИИПО. – 2024. – 110 с.

7. Горшков, В.С. Анализ существующих нормативных требований к обеспечению пожарной безопасности стен наружных жилых и общественных зданий из CLT-панелей / В.С. Горшков, И.П. Елтышев, В.В. Ушанов, С.Т. Лежнев, Н.И. Споров // Актуальные проблемы пожарной безопасности – Материалы XXXVI Международной научно-практической конференции – Балашиха, ВНИИПО. – 2024. – С. 452-457.

8. ГОСТ 30244-94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть».

9. ГОСТ 30402-96 «Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость».

10. ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».

11. ГОСТ 56025-2014 «Материалы строительные. Метод определения теплоты сгорания».

12. ГОСТ 31251-2008 «Стены наружные с внешней стороны. Метод испытаний на пожарную опасность».

УДК614.84

ВАЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Холодкова Татьяна Евгеньевна

Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, Москва, Россия

vniigochs-info@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0580-7159>

Аннотация. В статье подробно анализируется, как искусственный интеллект влияет на современные системы пожарной безопасности, подчеркивая кардинальные изменения в подходах к предотвращению, обнаружению и борьбе с лесными пожарами. Автор уделяет внимание основным аспектам внедрения искусственного интеллекта в сферу пожарной безопасности, рассматривая его возможности и преимущества.

Ключевые слова: пожарная безопасность, лесные пожары, пожароопасный период, ликвидация последствий, база данных, искусственный интеллект, информация

THE IMPORTANCE OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO MONITOR FOREST FIRES IN REAL TIME

Kholodkova Tatyana Ev.

All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russia

vniigochs-info@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0580-7159>

Abstracts. The article analyzes in detail how artificial intelligence affects modern fire safety systems, highlighting fundamental changes in approaches to preventing, detecting and fighting forest fires. The author pays attention to the main aspects of the introduction of artificial intelligence in the field of fire safety, considering its capabilities and advantages.

Keywords: fire safety, forest fires, fire danger period, elimination of consequences, database, artificial intelligence, information

Обеспечение пожарной безопасности – это глобальная проблема, затрагивающая все уровни, от регионального до международного. В России этот вопрос приобретает все большее значение, требуя комплексного подхода, включающего и правовую составляющую. Пожары – это катастрофические события, уносящие человеческие жизни, наносящие огромный и часто непоправимый ущерб природе и материальным ценностям, подрывающие экономику страны и общественные интересы. Современная ситуация усугубляется стремительным научно-техническим прогрессом. Появление новых технологий, техники и материалов, многие из которых легковоспламеняемы и горючи, повышает риск возникновения пожаров и техногенных катастроф. К этому добавляются социально-политические факторы, такие как экономический кризис, рост преступности, обострение социальных противоречий и конфликтов. Все эти факторы, взаимодействуя друг с другом, создают благоприятную почву для распространения пожаров и увеличения масштабов причиняемого ими ущерба. Ситуация усложняется и из-за недостаточной оснащенности пожарных служб, а также не всегда эффективной работы профилактических мер.

Особую тревогу вызывают лесные пожары, представляющие собой серьезнейшую угрозу лесному фонду России [1]. По данным Рослесхоза, ежегодный ущерб от лесных пожаров исчисляется миллиардами рублей [2]. Потери древесины оцениваются в миллиарды, а обесценивание лесных ресурсов достигает сотен миллионов кубометров. Но это лишь вершина

айсберга. Лесные пожары имеют катастрофические последствия для окружающей среды, нарушая хрупкий экологический баланс. Выгорает почва, уничтожаются уникальные экосистемы, гибнут животные и растения, происходит масштабное загрязнение атмосферного воздуха дымом и токсичными веществами, что негативно влияет на здоровье населения и качество жизни в пострадавших регионах. Воздействие дыма распространяется на сотни километров, затрагивая не только лесные массивы, но и близлежащие населенные пункты.

Ущерб, наносимый лесными пожарами, выходит далеко за рамки экономических потерь. Уничтожение лесов приводит к изменению климата, ухудшению качества воды и почвы, потере биологического разнообразия. Восстановление поврежденных экосистем – процесс долгий и сложный, требующий значительных финансовых и временных затрат. Зачастую, восстановление не является полным, и потерянные экосистемы могут быть безвозвратно утрачены. Это влечет за собой не только экологические, но и социальные последствия, например, лишение местного населения традиционных источников средств к существованию, связанных с лесом. Кроме того, лесные пожары могут создавать угрозу для жизни и здоровья людей, проживающих вблизи лесных массивов. Эвакуация населения из зоны пожара – это сложный и дорогостоящий процесс, требующий мобилизации значительных ресурсов.

В Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденной Указом Президента РФ [3], одним из приоритетных направлений обозначено решение проблемы лесных пожаров. Однако, для достижения реальных результатов необходимы комплексные меры, включающие совершенствование системы мониторинга, повышение эффективности мер профилактики, улучшение оснащения пожарных служб, разработка и внедрение современных технологий тушения пожаров, а также повышение уровня экологической культуры населения. Важно также активное взаимодействие различных ведомств и организаций, а также привлечение к решению проблемы общественности. Необходимо разработать и внедрить эффективные механизмы предотвращения поджогов и других умышленных действий, приводящих к возникновению пожаров.

Современные противопожарные системы все чаще используют инновационные технологии, в частности, интеллектуальные модульные системы визуализации и принятия решений. Основой таких систем является искусственный интеллект (далее – ИИ), который анализирует данные, обрабатывает их и формирует рекомендации для пожарных команд. Эти системы отличаются модульной конструкцией, что обеспечивает гибкость и масштабируемость. Модули могут быть адаптированы под специфические требования различных объектов. Важно подчеркнуть, что использование искусственного интеллекта в сочетании с современными коммуникационными технологиями обеспечивает бесперебойный и эффективный обмен информацией между местом пожара и командными центрами. Данные передаются в режиме реального времени, что позволяет оперативно корректировать тактику тушения пожара и координировать действия всех задействованных служб [4].

Использование ИИ для мониторинга лесных пожаров в режиме реального времени важно по нескольким причинам:

1. Обнаружение пожаров на ранних стадиях. ИИ способен распознавать не только явные признаки пожаров, такие как пламя и дым, но и более скрытые признаки, которые могут указывать на начальную стадию возгорания. Это увеличивает шансы на быстрое тушение. Использование искусственного интеллекта для мониторинга лесных пожаров – это не просто технологическое новшество, а критически важный шаг к эффективному управлению лесными ресурсами и обеспечению безопасности населения. Возможность обнаружения пожаров на ранних стадиях, когда площадь возгорания минимальна, и огонь еще не успел набрать силу, несоизмеримо увеличивает шансы на его быстрое и полное тушение. ИИ-системы, анализируя данные со спутников, беспилотников и наземных датчиков (температурных, инфракрасных), способны выявлять аномалии в тепловом излучении, изменения в растительности, даже едва заметные изменения в спектральном составе отраженного света, которые человеческий глаз может упустить. Это позволяет

фиксировать возгорания, находящиеся на начальной стадии, когда они проявляются лишь в виде тлеющих углей или небольшого количества дыма, практически незаметных для традиционных методов мониторинга.

2. Анализ динамики распространения пожаров – это следующий, не менее важный этап. ИИ-модели, используя данные о скорости ветра, влажности воздуха, типе растительности и рельефе местности, строят прогнозные карты распространения огня. Эти карты показывают, как пожар будет развиваться в течение определенного времени, позволяя оперативно принимать решения о наиболее эффективных методах борьбы с ним. Это не просто статическая картинка, а динамическая модель, которая постоянно обновляется в зависимости от изменения погодных условий и фактического распространения пожара. Такой подход позволяет максимально точно прогнозировать зоны риска, определять оптимальные маршруты для эвакуации населения и размещения пожарных расчетов.

3. Рациональное распределение сил – ключевое преимущество ИИ в борьбе с лесными пожарами. Система, имея доступ к прогнозной модели распространения огня и информации о расположении пожарных команд, оптимизирует маршруты их движения, учитывая время прибытия, доступность дорог и другие факторы. Это позволяет сократить время реагирования и максимально эффективно использовать имеющиеся ресурсы. Более того, ИИ может моделировать различные сценарии тушения пожара, оценивая эффективность разных стратегий и выбирая оптимальный вариант. Это минимизирует риски для жизни и здоровья пожарных, а также позволяет более рационально расходовать материальные ресурсы.

4. Возможность удаленного наблюдения значительно повышает безопасность работы пожарных и спасательных служб. Анализ данных с беспилотников и спутников осуществляется из безопасного оперативного центра, позволяя контролировать ситуацию в режиме реального времени, не подвергая сотрудников риску. Это особенно актуально при борьбе с крупными пожарами в труднодоступных районах. Кроме того, удаленное наблюдение позволяет анализировать большие объемы данных, выявляя закономерности и тенденции в распространении пожаров, что способствует разработке более эффективных мер профилактики.

В заключение, стоит подчеркнуть, что использование ИИ в борьбе с лесными пожарами – это не просто замена традиционных методов, а их существенное дополнение и усиление. Объединяя возможности машинного обучения, анализа больших данных и дистанционного зондирования, ИИ позволяет перейти на качественно новый уровень противопожарной безопасности, минимизируя ущерб от пожаров и обеспечивая безопасность людей и окружающей среды. Дальнейшее развитие этих технологий, включая интеграцию с системами раннего предупреждения о пожарах и автоматизированными системами тушения, является неотъемлемой частью стратегии борьбы с увеличивающейся угрозой лесных пожаров в условиях изменения климата.

Список источников

1. Лесные пожары на территории России: состояние и проблемы / Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов; под общ. ред. Ю.Л. Воробьева; МЧС России. М.: ДЭКСПРЕСС, 2004. 312 с.

2. Информация Рослесхоза о лесных пожарах. URL: www.rosleshoz.gov.ru/stat (Дата обращения 10.04.2025).

3. Указ Президента РФ от 19.04.2017 N 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года». URL: <https://www.consultant.ru/> (Дата обращения 10.04.2025).

4. Искусственный интеллект и пожарная безопасность. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intelekt-ipozharnaya-bezopasnost> (Дата обращения 31.03.2025).

УДК 614.8

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ ДЛЯ МЧС РОССИИ

Коваленко Даниил Андреевич

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

79095806150@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-1339-6386>

Аннотация. В статье рассматриваются кадровые проблемы подготовки молодых специалистов в области пожарной безопасности по укомплектованию кадров Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям. Определены основные причины увольнения курсантов из ведомственных образовательных организаций. Предложены варианты решения выявленных проблем.

Ключевые слова: кадровые процессы, высшее образование, образовательные организации, пожарно-технический профиль, молодые специалисты, кадровый потенциал

ANALYSIS OF PROBLEMS IN THE TRAINING OF QUALIFIED PERSONNEL FOR EMERCOM OF RUSSIA

Kovalenko Daniil Andreevich¹

Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

79095806150@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-1339-6386>

Abstract. The article discusses the personnel problems of training young specialists in the field of fire safety for staffing the Ministry of Civil Defense and Emergency Situations of the Russian Federation. The main reasons for the dismissal of cadets from departmental educational organizations have been identified. Solutions to the identified problems are proposed.

Keywords: personnel processes, educational organizations of higher education of fire-technical profile, dismissal of young specialists, personnel potential

Основная задача по укомплектованию кадров Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям (далее – МЧС России) возложена на Образовательные организации Высшего образования пожарно-технического профиля (далее – ОВО).

Увольнение курсантов из ведомственных вузов МЧС России представляет собой актуальную проблему. В условиях современного общества, где безопасность и готовность к чрезвычайным ситуациям становятся все более важными, подготовка квалифицированных специалистов в этой области имеет первостепенное значение.

За последние года статистика увольнения курсантов из ведомственных вузов МЧС России демонстрирует тревожные тенденции, которые требуют тщательного анализа. Увольнение курсантов из вузов МЧС России не только затрагивает личные судьбы молодых людей, но и оказывает негативное влияние на подготовку специалистов, необходимых для обеспечения безопасности и реагирования на чрезвычайные ситуации.

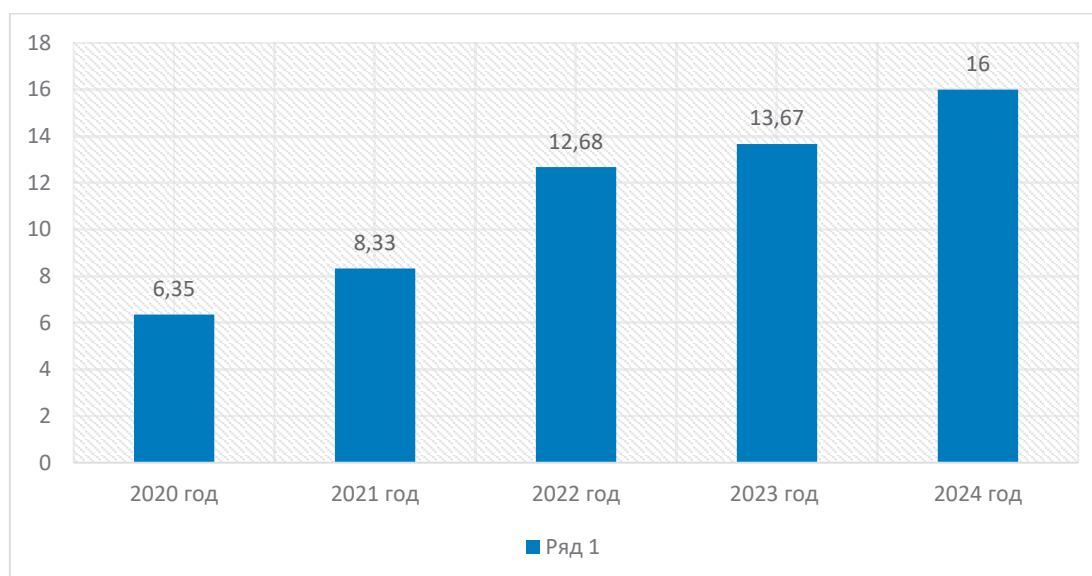


Рис. 1. Статистика увольнений курсантов из ведомственных вузов МЧС России

Проведя анализ, видно, что количество увольнений курсантов ОВО МЧС России начиная с 2020 года набирает обороты, что негативно отражается на Министерстве в целом, что в свою очередь является тревожным сигналом о необходимости выявления причин и факторов, способствующих такому высокому уровню отсева. Это подчеркивает важность анализа факторов, влияющих на решение курсантов покинуть учебное заведение и уволиться со службы.

Анализ причин увольнения показывает, что среди основных факторов выделяются личные обстоятельства курсантов [1]. Курсанты, обучающиеся в ведомственных вузах, сталкиваются с интенсивной учебной нагрузкой и требованиями, которые могут оказаться непосильными для многих. Это приводит к эмоциональному выгоранию и снижению мотивации, что, в конечном итоге, может стать причиной увольнения. Также важным аспектом является отсутствие четкой связи между учебным процессом и реальными условиями работы в системе МЧС, что вызывает у курсантов сомнения в правильности выбора профессии.

Статистика увольнений также подчеркивает, что наибольший уровень отсева наблюдается среди первых курсов, что может быть связано с адаптацией к требованиям служебного поведения и образовательной организации. Курсантам часто не хватает информации о будущей профессии и реальных условиях работы, что приводит к разочарованию и желанию покинуть учебное заведение.

Таким образом, статистика увольнения курсантов из ведомственных вузов МЧС России за последние пять лет показывает необходимость комплексного подхода к решению данной проблемы. Важно не только выявить причины увольнений, но и разработать эффективные меры по улучшению условий обучения, повышению мотивации курсантов и созданию более комфортной образовательной среды [2].

Важным аспектом снижения тенденции увольнений курсантов является и взаимодействие между вузами и практическими подразделениями МЧС. Недостаток сотрудничества может привести к разрыву между теорией и практикой, что затрудняет подготовку курсантов к реальным условиям работы. Установление партнерских отношений между образовательными учреждениями и практическими службами может способствовать более эффективному обучению и повышению уровня готовности курсантов.

В заключение, влияние на кадровое обеспечение МЧС России является многогранным процессом, в котором важную роль играют качество образования, мотивация курсантов и условия их обучения. Комплексный подход к решению этих вопросов позволит не только снизить уровень увольнений, но и подготовить квалифицированных специалистов,

способных эффективно справляться с вызовами в области чрезвычайных ситуаций. Устойчивое кадровое обеспечение – это залог безопасности общества и успешного функционирования системы МЧС России в целом.

Другой важной причиной потери квалифицированных специалистов является недостаток материального и морального стимулирования. Несмотря на значимость работы в системе МЧС, уровень заработной платы и социальные гарантии для сотрудников зачастую не соответствуют их усилиям и ответственности. Это создает ощущение недооценённости и может привести к тому, что курсанты, завершившие обучение, выбирают более привлекательные с финансовой точки зрения предложения в других сферах.

Кроме того, увольнение курсантов может повлиять на моральный климат в учебном заведении. Если курсанты видят, что их коллеги покидают вуз, это может вызвать пессимизм и недовольство среди оставшихся студентов. В результате, учебный процесс может стать менее продуктивным, а уровень успеваемости снизиться.

В ходе проведенного исследования была достигнута основная цель — изучение и анализ причин увольнения курсантов из ведомственных вузов МЧС России, что позволило выявить ключевые факторы, способствующие этому явлению. Статистические данные показали, что уровень увольнений остается высоким, что негативно сказывается на подготовке специалистов в области чрезвычайных ситуаций.

Список источников

1. Балобанов А.А. Управленческие решения при подборе кадров и профессиональная подготовка сотрудников для ликвидации чрезвычайных ситуаций. / Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2016. № 1–2 (5). С. 209–210.
2. Булгаков В.В. Исследование отношения курсантов и преподавателей к образовательному процессу в вузе МЧС // Вестник Мининского университета. 2022. №1 (38).

УДК 614.844.2:614.849

КОНЦЕПЦИЯ «УМНЫХ МАТЕРИАЛОВ» ДЛЯ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ И ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ РОБОТИЗИРОВАННЫХ УСТАНОВОК

Киселева Виктория Сергеевна¹; Иванов Алексей Владимирович²

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

¹s-kiseleva1@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0257-262X>

²ivanov.av@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4854-9321>

Аннотация. Представлена концепция адаптивных огнетушащих и защитных материалов с обратной связью, обеспечивающих повышенную термическую стабильность в роботизированных установках пожаротушения для опасных производственных объектов. Определены ключевые признаки: обратная связь (динамическая адаптация свойств к температурным воздействиям), системность (интеграция в автоматизированные контуры управления) и проактивность (превентивное формирование термостойких барьеров). Данные составы минимизируют вероятность каскадного развития пожара за счет интенсификации теплоотвода, устойчивости пены и пролонгации огнестойкости материалов, позиционируясь как базовые элементы систем противопожарной защиты нового поколения.

Ключевые слова: обратная связь, термическая стабильность, огнетушащие составы, защитные составы, углеродные наноструктуры

THE CONCEPT OF «SMART MATERIALS» FOR FIRE EXTINGUISHING AND THERMAL PROTECTION SYSTEMS OF ROBOTIC INSTALLATIONS

Kiseleva Victoria S.¹, Ivanov Alexey V.²

^{1,2}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹s-kiseleva1@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0257-262X>

²ivanov.av@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4854-9321>

Abstract. The concept of adaptive fire extinguishing and protective materials with feedback, providing increased thermal stability in robotic fire extinguishing installations for hazardous industrial facilities, is presented. The key features are defined: feedback (dynamic adaptation of properties to temperature effects), systemicity (integration into automated control circuits) and proactivity (preventive formation of heat-resistant barriers). These compositions minimize the cascade development of fire due to the intensification of heat removal, foam stability and prolongation of fire resistance of materials, positioning themselves as basic elements of new generation fire protection systems.

Keywords: feedback, thermal stability, fire extinguishing compositions, protective compositions, carbon nanostructures

Водосодержащие и защитные составы получили широкое распространение в системах противопожарной защиты промышленных и транспортных объектов благодаря своей универсальности, доступности и экологической безопасности, что обеспечивает их эффективное применение в роботизированных установках пожаротушения (РУП). Однако при ликвидации возгораний на объектах химической промышленности, нефтедобычи, хранения и транспортировки нефтепродуктов (НП), где высока вероятность каскадного развития пожаров, традиционные составы демонстрируют ограниченную эффективность. Их применение требует значительного увеличения расходных параметров, что становится критическим фактором в условиях динамичного развития пожара, сопровождаемого

тепловой нестабильностью. Данное ограничение актуализирует необходимость разработки адаптивных огнетушащих и защитных составов, способных оперативно изменять свои эксплуатационные характеристики в ответ на изменение температурных, механических и химических условий в зоне пожара.

Ключевым решением является модификация стандартных составов компонентами с функцией обратной связи, реализуемой на уровне вещества и межфазных границ. Экспериментальные исследования демонстрируют, что введение углеродных наноструктур (УНС) в растворы пенообразователей (ПО) позволяет регулировать термодинамические и реологические свойства составов [1, 2]. При стандартных температурах такие системы функционируют аналогично традиционным агентам, изолируя горючее вещество от окислителя посредством пленкообразования и охлаждая поверхности за счет эндотермических процессов. В условиях экстремального теплового воздействия УНС активируют дополнительные механизмы теплоотвода [3]: участие в конвекционном переносе тепла, формирование центров кипения в объеме состава, интенсификацию ПО за счет генерации микропузырьков. Это обеспечивает повышение термической стабильности состава и снижение скорости деградации его огнетушащих свойств (рисунок 1).

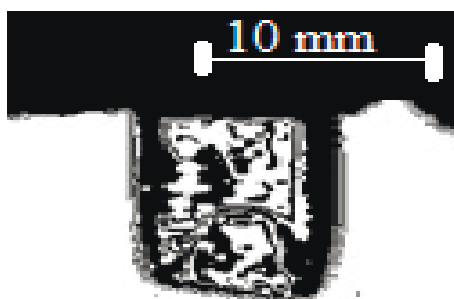


Рис. 1. Фотография микропузырькового кипения в огнетушащем составе, модифицированном УНС, в условиях высокотемпературной нагрузки (высокоскоростная видеосъемка)

Аналогичный принцип обратной связи реализован в защитных материалах на основе неорганических вяжущих, модифицированных УНС [4]. Наноармирование матрицы материала создает сеть микропор, улучшающих теплоизоляционные свойства, а также формирует каркас, замедляющий термическую деформацию конструкции (рис. 2).

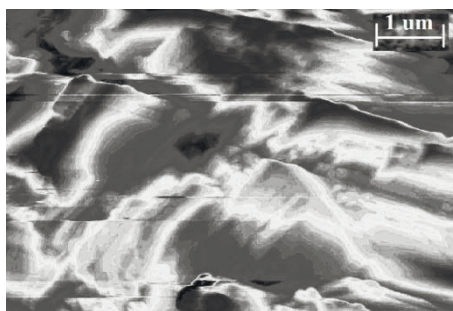


Рис. 2. АСМ-изображение микроструктуры неорганического вяжущего композита интегрированными УНС

В результате достигается пролонгация наступления предельного состояния защищаемых металлических элементов при тепловом воздействии, что критически важно для систем конструктивной теплозащиты.

Концепция «умных» материалов для РУП базируется на трех ключевых признаках:

1. Проактивность – превентивная локализация пожара за счет повышенной теплоемкости и кинетики пенообразования.

2. Обратная связь – динамическая адаптация реологических, теплофизических и барьерных свойств состава в ответ на изменение температуры среды.

3. Системность – интеграция адаптивных огнетушащих и защитных составов в автоматизированные системы управления процессами пожаротушения, обеспечивающая автономное взаимодействие с сенсорными сетями, прогнозированием развития аварийных сценариев и динамическую коррекцию параметров подачи агентов в режиме реального времени.

Таким образом, внедрение «умных» материалов с обратной связью позволяет преодолеть ограничений традиционных методов, обеспечивая масштабируемость огнетушащих и защитных составов для объектов с высокими рисками каскадных аварий.

Список источников

1. Шароварников А.Ф., Мельников А.И. Экспериментальные исследования огнетушащей способности водных пленкообразующих растворов фторированных поверхностно-активных веществ // Пожаровзрывобезопасность. 2015. Т. 24. №. 9. С. 74–81.

2. Киселева В.С. Разработка наномодифицированного огнетушащего состава для роботизированных установок пожаротушения на объектах транспортировки нефтепродуктов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2023. № 3(67). С. 196-203. DOI 10.61260/1998-8990-2023-3-196-203. – EDN ELXBNV.

3. Лен Ж.М. Супрамолекулярная химия // Концепции и перспективы. Новосибирск. 1998. Т. 25.

4. Киселева В.С. Термическая стабильность и эксплуатационные характеристики конструкционных композитных материалов тепловой защиты роботизированных установок пожаротушения // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2024. Т. 13, № 4(68). С. 238-243. EDN WWZUTX.

УДК 620.16

СБОРНО-РАЗБОРНЫЕ МАГИСТРАЛЬНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ВОДОЙ ДЛЯ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПРОВЕДЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ НА УКРАИНЕ

Квашнин Андрей Борисович¹; Пашкова Анастасия Андреевна²

^{1,2}Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, Москва, Россия

¹kvanb77@mail.ru, 8-903- 621-76-68

²pashkovanemoshkova@yandex.ru, 8-915-208-17-65

Аннотация. В статье рассмотрены магистральные современные сборно-разборные трубопроводы, а также трубопроводы нового поколения из композитных материалов для подачи воды и других жидких веществ с целью обеспечения водой населения в условиях боевых действий на Украине, а также предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: трубопровод, перекачка, чрезвычайные ситуации, стеклопластик, аварийно химически опасные вещества

COLLAPSIBLE MAIN PIPELINES TO PROVIDE THE POPULATION WITH WATER FOR PROTECTIVE STRUCTURES IN THE CONDITIONS OF A SPECIAL MILITARY OPERATION IN UKRAINE

Kvashnin Andrey B., Pashkova Anastasia An.

^{1,2}All-Russian Scientific Research Institute on Civil Defense and Emergency Situations of the Russian Ministry of Emergency Situations, Moscow, Russia

¹kvanb77@mail.ru, 8(903) 621-76-68

²pashkovanemoshkova@yandex.ru, 8-915-208-17-65

Abstract. the article considers modern main collapsible pipelines, as well as new generation pipelines made of composite materials for supplying water and other liquid substances in order to provide water to the population in the conditions of hostilities in Ukraine, as well as to prevent emergencies.

Keywords: pipeline, pumping, emergencies, fiberglass, emergency chemical hazardous substances

Боевые действия, ведущиеся в настоящий момент на Украине и вновь приобретённых территориях, ведут к гибели людей, ухудшению здоровья населения, причиняют огромный ущерб экономике, усиливают экологическую деградацию.

Ликвидация последствий и защита территорий и объектов при чрезвычайных ситуациях зачастую связаны с необходимостью подачи значительных объемов энергоресурсов и воды на большие расстояния. Это, в первую очередь, такие мероприятия, как, восстановление жизнедеятельности регионов и населенных пунктов, обеспечение функционирования транспортных коммуникаций и объектов энергетики, тушение лесных пожаров и возгораний торфяников [1].

Как показывает опыт, широкое применение для решения вышеперечисленных задач могут найти полевые магистральные трубопроводы (ПМТ).

Полевые магистральные трубопроводы представляют собой сборно-разборные полевые трубопроводы, предназначенные для быстрого развёртывания в полевых условиях каналов снабжения как горячим, так и питьевой (технической) водой. Могут использоваться

для транспортировки воды к месту лесного пожара. Суммарная протяжённость линий может составлять до 150 километров.

В настоящее время основным полевым магистральным трубопроводом для силовых структур Российской Федерации является трубопровод второго поколения ПМТП-150. Трубопроводы второго поколения не имеют иностранного прототипа. Это эксклюзивная советская разработка, выполненная на базе ФАУ «25 ГосНИИ по химмотологии Минобороны СССР». Основным отличием от трубопроводов первого поколения являются применение полуавтоматического замкового соединения типа «Раструб-Конус» ГОСТ 20772-81 (рис. 1).

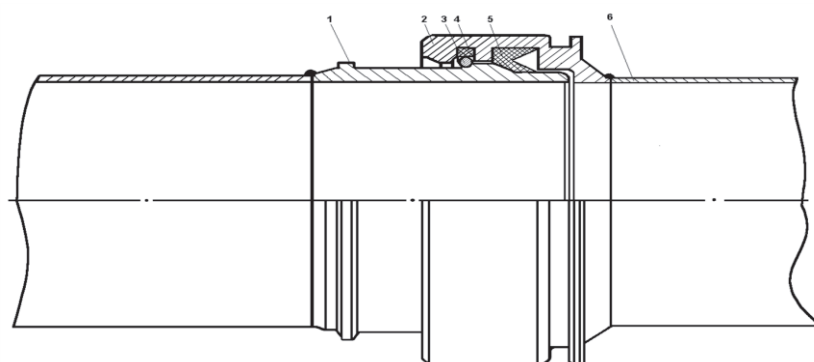


Рис. 1. Соединение типа «Раструб-Конус» 1-манжета трубы; 2-раструб трубы; 3-стальное запорное кольцо; 4-резиновая микропористая подкладка; 5-резиновое уплотнительное кольцо; 6-тело трубы

Такой подход обеспечил:

- возможность механизированной сборки соединений трубоукладочными машинами;
- повышение прочности соединения примерно в 2 раза, что позволило поднять давление до 6,0 МПа и повысить производительность;

В комплект металлического сборно-разборного трубопровода входят:

- передвижные подпорные установки;
- передвижные насосные установки и компрессорные станции;
- линейное, вспомогательное, аварийное оборудование, запорная арматура, контрольно-измерительные приборы и монтажный инструмент.

Основное предназначение трубопроводов в рамках задач, выполняемых МЧС России, является: подача значительных объемов воды при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и транспортирование горючего и агрессивных химических веществ на дальние расстояния.

Общие тактико-технические характеристики трубы представлены в таблице 1 [2].

Таблица 1

ТТХ трубопровода ПМТП-150

Показатель	Значение
Производительность перекачки, т/сут.	3000
Рабочее давление, МПа	6,0
Тип соединения	«Раструб-Конус»
Способ монтажа трубы	Ручной или машинный
Внутренний диаметр трубы, мм	145,6
Угловая подвижность труб в соединении, град.	1,5-2,0
Масса трубы, кг	81,6

На рисунке 2 представлен общий вид трубы.



Рис. 2. Общий вид сборно-разборного трубопровода ПМТП-150 и его сборка

Наиболее важные технические качества металлических сборно-разборных трубопроводов, обуславливающие эффективность их применения в различных условиях чрезвычайных ситуациях являются следующие:

- высокая надежность применения трубы, основанная на результатах применения в Великой Отечественной войне, в военных конфликтах: Афганистане, Чеченских компаниях, Грузинском конфликте, Сирии;
- высокие темпы сооружения линейной части трубы;
- способность к прокладке и эксплуатации в любых природно-климатических условиях, на местности с рельефом различной сложности при минимуме воздействия строительства на окружающую среду.
- автономность эксплуатации вне зависимости от наличия внешних источников энергоснабжения;
- высокая надежность и экологическая безопасность;
- модульность конструкции, обеспечивающая возможность сооружения трубопроводных линий различной протяженности, а также целых трубопроводных систем различного начертания;
- низкая себестоимость транспортной работы и другие.

Впервые в отечественной практике полевые магистральные трубопроводы были широко использованы при тушении массовых лесных пожаров на европейской территории страны летом и осенью 1972 г., когда их размеры приобретали масштабы экологической катастрофы.

Высокая эффективность полевых магистральных трубопроводов как средства подачи на значительное расстояние больших объемов воды, полученный трубопроводными соединениями и частями практический опыт предопределили их использование для аналогичных задач в 1976, 1980, 1981, 1991, 2001, 2002, 2010 гг. в различных регионах страны.

Значительную роль полевые магистральные трубопроводы сыграли при ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г., землетрясения в Армении в 1987 г., в боевых действиях в Афганистане и Чеченской республике.

Неоднократно полевые магистральные трубопроводы успешно использовались для подачи питьевой и технической воды: на Южном Урале (г. Миасс) в 1976 г., в Уфе в 1980 г., в Севастополе в 1984 г., в Североморске в 1987 г., в Крыму в 2020-2021 гг.

В последние годы в ФАУ «25 ГосНИИ химмотоогии Минобороны России» при консультативном участии сотрудников и организаций МЧС России разработаны сборно-разборные трубопроводы марок СРТ и ТСП-МК-100 с диаметром трубы 100 мм, что связано с технической и экономической составляющей при разработке этой продукции [2].

Исследования показали, что в настоящее время из всего многообразия композиционных материалов для изготовления труб указанных марок целесообразно использовать стеклопластики, стоимость которых относительно невелика, а прочностные характеристики достаточно велики. Как видно на рисунке 3 трубопровод СРТ изготовлен из стеклопластика полностью, а ТСП-МК-100 имеет металлостеклопластиковую структуру.

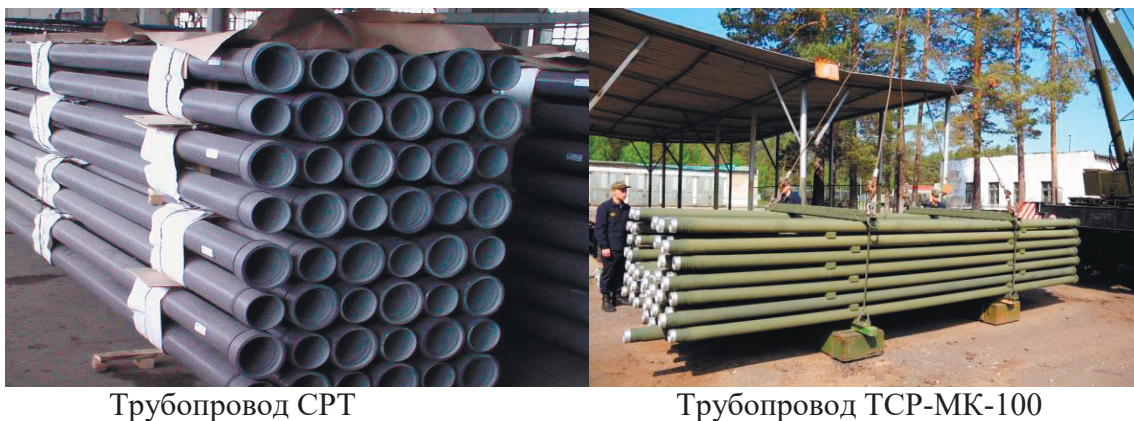


Рис. 3. Сборно-разборные полевые магистральные трубопроводы нового поколения

Особенность трубопровода ТСП-МК-100 заключается в конструкции металлокомпозитного трубопровода, в которой линейный элемент содержит герметизирующий слой из высокодеформативного алюминия марки АД31, силовую стеклопластиковую оболочку, а также раструб и манжету, выполненные из высокопрочного дюралюминия марки Д16Т (рисунок 4) [3].

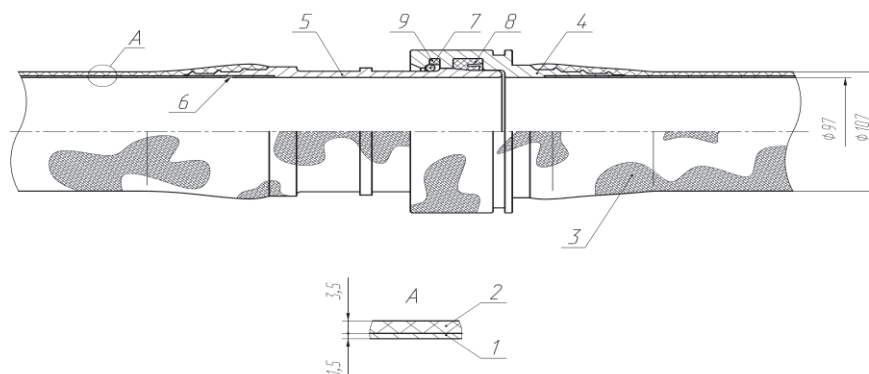


Рис. 4. Линейный элемент металлокомпозитного трубопровода ТСП-МК-100
 1 – герметизирующий слой; 2 – силовая оболочка; 3 – маскировочный слой;
 4 – раструб; 5 – манжета; 6 – зона клеевого соединения; 7 – стальное запорное кольцо;
 8 – резиновое уплотнительное кольцо; 9 – микропористая подкладка

Преимущества стеклопластиковых трубопроводов заключаются в следующем:

- уменьшение массы трубы в 3 раза и более;
- повышение производительности труда при монтаже трубы;
- экономия стратегических материалов (сталь, цинк, алюминий);
- возможность повышения рабочего давления в трубе до 12 МПа;
- увеличенный срок эксплуатации до 50 лет, что в 4 раза больше, чем у стальных;
- увеличение пропускной способности на 10-12 %.

Сборка линейных элементов разработанных трубопроводов может проводиться как механизированным способом, так и с использованием известных типов трубомонтажных машин, а также вручную с помощью стандартного монтажного инструмента, что немаловажно в районах специальной военной операции на Украине.

Разработанные стеклопластиковые трубопроводы апробированы на учениях «Запад-2017» и «Запад-2021», в т.ч. и при имитации устранения последствий радиационного и химического заражения местности. В результате испытаний наиболее совершенным с точки зрения применения при устранении ЧС оказался сборно-разборный трубопровод ТСП-МК-100, основные ТТХ которого представлены в таблице 2 [4].

ТТХ трубопровода ТСП-МК-100

Показатель	Значение
Производительность перекачки, т/сут.	Не менее 1200
Рабочее давление, МПа	До 10,0
Тип соединения	«Раструб-Конус»
Способ монтажа трубы	Ручной или машинный
Условный диаметр трубы, мм	100,0
Угловая подвижность труб в соединении, град.	1,5-2,0
Масса трубы, кг	23,4

В результате проведения исследований и испытаний сформулированы основные задачи сборно-разборных трубопроводов для применения в структуре МЧС России:

- обеспечение работы пунктов специальной обработки техники и санитарной обработки населения при авариях на радиационно и химически опасных предприятиях;
- восстановление водоснабжения населенных пунктов в зонах стихийных бедствий при выходе из строя стационарных систем;
- обеспечение проведения противоэпидемических мероприятий в районах массовых эпидемий;
- откачка воды из локальных зон затоплений на промышленных предприятиях и объектах при наводнениях и авариях на гидротехнических сооружениях
- обеспечение неотложных ирригационных работ при катастрофических засухах;
- предупреждение и ликвидация массовых пожаров и возгораний торфяников, крупных пожаров на промышленных предприятиях.

В итоге, анализ возможных вариантов использования полевых магистральных трубопроводов в условиях боевых действий специальной военной операции на Украине и Донбассе показывает, что они способны наиболее эффективно решать в чрезвычайных ситуациях, особенно в условиях боевых действиях, для обеспечения населения водой, а также по принципу общности технических и технологических решений: подача в зоны бедствия больших объемов воды и перекачка химически опасных и агрессивных жидких веществ.

Технико-экономические расчеты подтверждают более высокую эффективность и безопасность полевых магистральных трубопроводов для доставки воды в районы боевых действий, чрезвычайных ситуаций, по сравнению с другим транспортом.

Таким образом, полевые магистральные трубопроводы играют в настоящее время и должны играть в будущем существенную роль в общей системе МЧС России при ведении боевых действий. Необходимо более широкое внедрение сборно-разборных металлических и композитных трубопроводов в подразделения и структуры (организации) МЧС России для обеспечения безопасности населения.

Список источников

1. Техногенные чрезвычайные ситуации/ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). – М: Буки Веди, 2014. 320 с.
2. Новые материалы для сборно-разборных трубопроводов / В.В. Середа [и др.] // Труды 25 ГосНИИ МО РФ – тезисы докладов Международной научно-технической конференции «50 лет химмотологии». М. 2014. С. 329–333.
3. Шеин К.Г., Середа В.В., Данильченко И.Г. Трубопроводным войскам 50 лет / под ред. Очеретина. – М.: ООО «Грاليا М», 2005. 792 с.
4. Елькин А.В., Елькин Ал.В., Середа В.В. Сборно-разборные трубопроводы третьего поколения на основе труб из композиционных материалов// Химия и технология топлив и масел. 2015. Вып. № 6А.

УДК 614.841.48

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ И ИХ ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ

Астахина Юлия Анатольевна¹; Королева Людмила Анатольевна²

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹yulya_astahina@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-1074-9704>

²lyudamil@mail.ru

Аннотация. Электромобили с литий-ионными аккумуляторами перестают быть технологическим трендом, превращаясь в полноценную замену автомобилей с двигателями внутреннего сгорания. Проблема безопасности литий-ионных аккумуляторов, такая как пожары и взрывы, считается серьезной угрозой при их эксплуатации. В статье рассматриваются основные особенности аккумуляторов, провоцирующие и осложняющие процесс горения.

Ключевые слова: литий-ионный аккумулятор, возгорание, тепловой разгон, внутренняя структура

DESIGN FEATURES OF LITHIUM-ION BATTERIES OF ELECTRIC VEHICLES AND THEIR FIRE HAZARD

Astahina Yulia Anatolyevna¹; Koroleva Lyudmila Anatolyevna²

^{1,2}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹yulya_astahina@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-1074-9704>

²lyudamil@mail.ru

Abstract. Electric vehicles with lithium-ion batteries are no longer a technological trend, becoming a full-fledged replacement for vehicles with internal combustion engines. The safety issue of lithium-ion batteries, such as fires and explosions, is considered a serious threat during their operation. The article discusses the main features of batteries that provoke and complicate the combustion process.

Key words: lithium-ion battery, fire, thermal runaway, internal structure

За всю историю наблюдений 2024 год был признан самым жарким годом в истории, так как глобальная средняя температура увеличилась на 0,12 °C по сравнению с 2023 годом [1]. Также наблюдается повышение концентрации парниковых газов (рис. 1), в особенности углекислого газа, метана и закиси азота. В 2023 году они достигли новые рекордные показатели, обрекающие Землю на повышение температуры на годы вперед.



Рис. 1. Состав парниковых газов

(URL: <https://autosprite.ru/foto/kakoe-veshestvo-yavlyaetsya-parnikoviyim-gazom>)

Сжигание угля, природного газа и нефти для получения тепла и электроэнергии – вся эта деятельность сопровождается выбросами парниковых газов в атмосферу, которые поглощают и переизлучают инфракрасное излучение. Данная проблема обсуждается на мировом уровне, предпринимаются действия по инвестированию в возобновляемые источники энергии и постепенному отказу от использования ископаемого топлива. На основе опубликованных данных российского национального кадастра в Российской Федерации на долю транспорта ежегодно приходится 11 % выбросов парниковых газов (примерно 225 млн т в эквиваленте CO₂) [2]. Таким образом складывающаяся обстановка вынуждает к поиску альтернативных энергетических ресурсов и экологически чистого транспорта.

Одним из возможных решений стало производство электротранспорта, в частности электромобилей с литий-ионными аккумуляторами. Но взрывной скачок популярности электромобилей проявил серьезную проблему – их пожарную опасность, которая зависит от химического состава, внутренней структуры, теплового разгона и существующих рисков повторного возгорания.

Химическая составляющая. Химический состав литий-ионного аккумулятора играет решающую роль в определении пожарной опасности. В большинстве литий-ионных аккумуляторов применяются легковоспламеняющиеся и горючие жидкие электролиты, представляющие собой растворы солей лития в апротонных органических растворителях. В Таблице указаны виды и свойства некоторых компонентов, входящих в состав электролита.

Таблица

Виды и свойства компонентов, входящих в состав электролита [3]

Компонент электролита, молекулярная формула	Теплота сгорания, кДж/мл	Температура, °C			
		кипения	вспышки	плавления	самовоспламенения
Диметилкарбонат C ₃ H ₆ O ₃	-15,9	91	18	2	458
Диэтилкарбонат C ₅ H ₁₀ O ₃	-20,9	126	25	-43	445
Пропиленкарбонат C ₄ H ₆ O ₃	-20,1	242	135	-49	455
Этиленкарбонат C ₃ H ₄ O ₃	-17,2	248	145	36	465
Этил метил карбонат C ₄ H ₈ O ₃	-	107	25	-14	440

Внутренняя структура. Для получения необходимой мощности и энергии в электромобиль интегрируется множество аккумуляторных ячеек. Целью такого проектирования выступает достижение максимально возможного размера аккумулятора, сохраняя при этом соответствующий уровень безопасности [4].

Распространенным подходом является установка литий-ионного аккумулятора внутри усиленных областей, которые в случае дорожно-транспортного происшествия будут минимально повреждены. Такая «безопасная зона» обычно охватывает район в центре шасси, между колесной базой [4] (рис. 2).

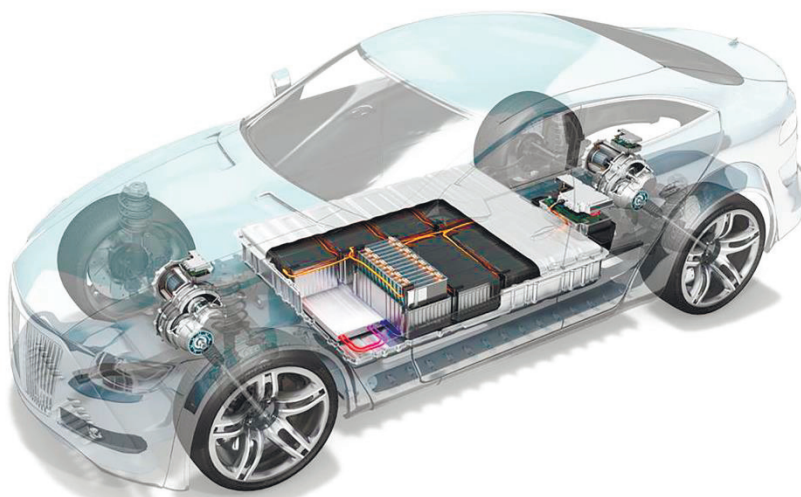


Рис. 2. Расположение литий-ионного аккумулятора в электромобиле

(URL: <https://www.qovoltis.com/wp-content/uploads/2021/06/BATTERIES-FOR-PEOPLE-1-scaled.jpg>)

Однако в случае возгорания аккумулятора реагирующим подразделениям не так просто обеспечить подачу огнетушащих веществ в очаг пожара.

Тепловой разгон. Кратко процесс теплового разгона возможно описать следующим образом: обычно он начинается с внутреннего или внешнего короткого замыкания. Внутреннее короткое замыкание преимущественно начинается с деформации сепаратора по причине внешнего механического воздействия (удар, проникновение и др.) или повреждения дендритом (маленьким жестким древовидным образованием, растущим внутри батареи), образованным из-за перезарядки, высокой плотности зарядного тока, низких температур [5] (рис. 3).



Рис. 3. Дендриты в аккумуляторе

Внешнее короткое замыкание провоцируется деформацией структуры батареи, погружением в воду, старением проводника и нарушением режима эксплуатации [5]. В дальнейшем высокий внутренний ток проходит через батарею, способствуя быстрому повышению внутренней температуры аккумулятора. При достижении примерно 100 °C компоненты электролитной интерфазы начинают разлагаться, запуская цикл экзотермических реакций, еще больше повышающих температуру внутри [5].

Повторное возгорание. На практике есть зарегистрированные случаи повторного возгорания литий-ионных аккумуляторов после их тушения. Это связано с тем, что внутри литий-ионного аккумулятора сохраняется остаточное тепло или есть тлеющие очаги. Такие

особенности аккумулятора требуют длительного наблюдения за ним после тушения и проведения дополнительного охлаждения после пожара.

Таким образом, пожары литий-ионных аккумуляторов электромобилей – это тема, вызывающая все больше опасений. Статистически такие пожары происходят реже, чем возгорания автомобилей с двигателями внутреннего сгорания, но особенности литий-ионных аккумуляторов делают эти инциденты наиболее опасными и требующими тщательного анализа.

Список источников

1. Robinson, D; Igin, M. 15 biggest environmental problems of 2025/ Earth.Org. Environmental News, Data Analysis, Research & Policy Solutions. – 2025 .- Jan 9th. – URL:<https://earth.org/the-biggest-environmental-problems-of-our-lifetime/> (дата обращения: 28.03.2025).
2. Парфененкова, М. Десятая часть всех выбросов парниковых газов в России приходится на транспорт/ М. Парфененкова. – Текст: электронный// Сетевое издание Ведомости (Vedomosti). 2024. 02 апреля. URL: https://www.vedomosti.ru/esg/social_projects/columns/2025/03/12/1097477-reshat-problemi-obschestva (дата обращения: 28.03.2025).
3. Орлов О. И., Комельков В. А. Пожарная опасность литий-ионных аккумуляторов // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. №4 (49). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pozharnaya-opasnost-litiy-ionnyh-akkumulyatorov> (дата обращения: 31.03.2025).
4. Bisschop R. [et al.] Fire safety of lithium-ion batteries in road vehicles, 2019 //DOSTUPNÉ NA: https://www.researchgate.net/publication/336640117_Fire_Safety_of_Lithium-Ion_Batteries_in_Road_Vehicles.
5. Yuan S. et al. A review of fire-extinguishing agent on suppressing lithium-ion batteries fire //Journal of Energy Chemistry. – 2021. – Т. 62. – С. 262-280.

УДК 614.841.125

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ РАСЧЕТНОГО КОЛИЧЕСТВА ЛЮДЕЙ В ЗДАНИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ЛЮДСКИХ ПОТОКОВ

Красильников Александр Владимирович

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

alexanderexpert93@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5031-3724>

Аннотация. Публикация посвящена нормативному методу определения расчетного количества людей в здании. Приведены данные отечественных и зарубежных документов по пожарной безопасности, касающиеся исследуемого вопроса. Определены сходства и различия различных подходов.

Ключевые слова: эвакуация, людской поток, пожарная безопасность, требования пожарной безопасности

DOMESTIC AND FOREIGN APPROACH TO CHOOSING THE ESTIMATED NUMBER OF PEOPLE IN A BUILDING WHEN DETERMINING THE PARAMETERS OF HUMAN FLOWS

Krasilnikov Alexander V.

Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

alexanderexpert93@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5031-3724>

Abstract. The publication is devoted to the regulatory method for determining the estimated number of people in a building. Data from domestic and foreign documents on fire safety related to the issue under study are presented. The similarities and differences between different approaches are identified.

Keywords: evacuation, human flow, fire safety, fire safety requirements

Пожарная безопасность объекта обеспечивается наличием систем предотвращения пожара, противопожарной защиты и проведением организационно-технических мероприятий. Целью системы противопожарной защиты является защита людей и имущества от воздействия опасных факторов (ОФП) пожара и (или) ограничение его последствий [1]. Одним из способов защиты от ОФП является устройство эвакуационных путей. Данный способ, в более общем виде, вошёл в задачи пожарной профилактики, сформулированные В.А. Эллисоном [2] почти сто лет назад.

Очевидно, что параметры движения людей при эвакуации неразрывно связаны с числом людей, находящихся на объекте защиты. Безусловно, число людей – не единственный параметр, влияющий на процесс эвакуации. Более подробно с теорией моделирования движения людских потоков при эвакуации, можно ознакомиться в работах [3-5] Важной пожарно-технической характеристикой объекта защиты (здания, сооружения, пожарного отсека) является класс функциональной пожарной опасности, который показывает назначение данного объекта, характеристики технологического процесса, а также контингент людей, пребывающих на данном объекте. Когда невозможно по проектной и рабочей документации определить, какое количество человек может находиться в помещении, на этаже, либо в здании, то применяется нормативный подход.

Отечественный нормативный подход связан с тем, что действующие документы в области пожарной безопасности ставят в соответствие функциональное назначение помещения и минимальное число людей, приходящееся на единицу площади данного помещения. Так, например, в приказе МЧС [6] в п.5 прил. № 2 определено указанное выше соответствие. Выдержки данных из [6] были сведены в таблицу 1.

Таблица 1

**Число людей на единицу площади помещения в зависимости
от функционального назначения помещения**

Функциональное назначение помещения	Число человек на площадь помещения, ч/м ²	Примечание
танцевальный зал	1/1,35	
магазин	1/3	
рынок	1/1,6	
предприятие бытового обслуживания	1/1,35	
административное	1/6	суммарной площади офисных помещений
стоянка автомобилей	1/1	
предприятие общественного питания	1/1	без организации танцевальных площадок
предприятие общественного питания	1/2	при организации танцевальных площадок

Суть зарубежного нормативного подхода принципиально не отличается от отечественного. Рассмотрим пример определения числа людей в помещении, на этаже, либо в здании на основе действующего нормативного документа по пожарной безопасности в Англии – «Fire safety: Approved Document B» [7]. В прил. D, табл. D1 содержится информация по величине фактора площади помещения «floor space factor (fsf), m²/person». Для определения площади помещения необходимо поделить общую площадь помещения на fsf. Выдержки данных из [7] были сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Фактор площади помещения в зависимости от функционального назначения помещения

Функциональное назначение помещения	Ffs (м ² /ч)
Танцевальный зал	0,5
Магазин	2,0
Рынок	7,0
Предприятие бытового обслуживания	1,0
Административное	6,0
Стоянка автомобилей	Два человека на парковочное место
Предприятие общественного питания	1,0

Приведём данные [6] и [7] к одинаковой размерности, ч/м², представим в виде десятичных дробей, в таблице 3.

Таблица 3

Число людей на единицу площади помещения

Функциональное назначение помещения	[6] ч/м ²	[7] ч/м ²
танцевальный зал	0,74	2
магазин	0,33	0,5
рынок	0,63	0,14
предприятие бытового обслуживания	0,74	1,00
административное	0,17	0,17
общепит (с танцевальной площадкой)	1,00	1,00

Таким образом, проведено сравнение отечественного и зарубежного подхода к выбору расчетного количества людей в здании при определении параметров движения людских потоков. Показано, что в отечественном подходе применяются менее высокие требования пожарной безопасности, для объектов с функциональным назначением танцевального зала, магазина, предприятия бытового обслуживания и более высокие для рынков.

Список источников

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями) URL: <https://base.garant.ru/12161584/> (дата обращения 05.04.2025)
2. Эллисон В. А. Пожарная профилактика. Основы и принципы. В изложении применительно к курсу пожарного техникума. Том I.–Изд-во Народного Комиссариата Внутренних дел //Москва. – 1931
3. Холщевников, В. В. Интенсивность движения людских и транспортных потоков (обзор) / В. В. Холщевников, А. П. Парфененко // Пожаровзрывобезопасность. – 2021. – Т. 30, № 4. – С. 48-64. – DOI 10.22227/0869-7493.2021.30.04.48-64. – EDN UOOOXG.
4. Холщевников, В. В. Установление закономерностей связи между параметрами потоков, состоящих из людей с ограниченными возможностями передвижения / В.В. Холщевников, А.А. Семин, М.А. Роганина // Пожарная безопасность. – 2020. – № 4(101). – С. 71-81. – DOI 10.37657/vniipro.pb.2020.101.4.007. – EDN VAVVJY.
5. Холщевников, В. В. Учет индивидуальных особенностей людей, эвакуирующихся из зданий при пожаре / В. В. Холщевников, Д. А. Самошин // Ройтмановские чтения: сборник докладов VI научно-практической конференции, Москва, 28 февраля 2018 года. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2018. – С. 29-30. – EDN YTMIOD.
6. Приказ МЧС России от 14 ноября 2022 г. № 1140 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности».
7. Approved Document B (fire safety) volume 1: Dwellings, 2019 edition incorporating 2020 and 2022 amendments URL <https://www.gov.uk/government/publications/fire-safety-approved-document-b> (дата обращения 05.04.2025).

УДК 614:833

ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА НА ТРАНСПОРТЕ

Торопкин Александр Иванович¹; Королева Людмила Анатольевна²

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹toropkin_ai@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-8061-6771>

²koroleva.l@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5661-5774>

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы пожаровзрывобезопасности водорода как топлива на транспорте, особенности его применения и сравнение с другими видами топлив. Проанализированы основные физико-химические свойства водорода с точки зрения его пожаровзрывоопасности. Водород обладает сравнительно низким «потенциалом случайности», он быстро рассеивается в окружающем пространстве и вероятность образования взрывоопасных смесей с воздухом достаточно мал. Проблемы безопасности возникают при больших утечках, которые могут вызвать взрыв и пожар, при производстве, хранении и использовании водорода.

Ключевые слова: водород, водородное топливо, автомобильный транспорт, пожарная безопасность, пожаровзрывобезопасность

FIRE AND EXPLOSION SAFETY OF HYDROGEN FUEL USE IN TRANSPORT

Toropkin Aleksandr I.¹; Koroleva Ludmila A.²

^{1,2}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹toropkin_ai@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0002-8061-6771>

²koroleva.l@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5661-5774>

Abstract. The article discusses the issues of fire and explosion safety of hydrogen as a fuel in transport, the specifics of its use and comparison with other types of fuels. The basic physico-chemical properties of hydrogen from the point of view of its fire and explosion hazard are analyzed. Hydrogen has a relatively low «chance potential», it quickly dissipates in the surrounding space and the probability of formation of explosive mixtures with air is significantly reduced. Safety problems arise with large leaks that can cause an explosion and fire, during the production, storage and use of hydrogen.

Keywords: hydrogen, hydrogen fuel, road transport, fire safety, fire and explosion safety

Введение

В настоящее время одним из важнейших проблем являются вопросы получения, хранения и использования альтернативных источников энергии, в том числе водорода, используемого в качестве транспортного топлива [1, 2]. Благодаря своим преимуществам, таким как большая энергоэффективность и отсутствие вредных веществ при сгорании, водород является пожароопасным и взрывоопасным газом, который требует соблюдения специальных мер безопасности [3]. Но несмотря на это, образования взрывоопасных водородно-воздушных смесей крайне редки и их взрыв и детонация происходит лишь при определённых условиях.

Аналитическая часть

Водород эксплуатируют в жидком и газообразном состоянии. При нормальных условиях его состав: 75% ортоводорода и 25% параводорода. При температуре 20,28 К водород состоит почти полностью из параводорода. Жидкий водород – криогенная жидкость.

Рассмотрим основные физико-химические свойства водорода с точки зрения его пожаровзрывоопасности, представленные в табл. 1 [1].

Таблица 1

Основные физико-химические свойства водорода

Наименование параметра, размерность	Условия	Водород
Температура кипения, К	$P = 0,1013 \text{ МПа}$	20,280
Температура критическая, К	$P = 1,2870 \text{ МПа}$	32,900
Теплота парообразования, кДж/кг	20,28 К	442,000
Теплота ортопараконверсии, кДж/кг	20,28 К	527,000
Теплота сгорания, МДж/кг	При $T = 293 \text{ К}$ $P = 0,1013 \text{ МПа}$	119,000
Концентрационные пределы распространения пламени в смесях водорода с воздухом, % об.	При $T = 293 \text{ К}$ $P = 0,1013 \text{ МПа}$	от 4,120 до 75,000
Концентрационные пределы распространения пламени в смесях водорода с кислородом, % об.	При $T = 293 \text{ К}$ $P = 0,1013 \text{ МПа}$	от 4,100 до 96,000
Концентрационные пределы детонации смеси водорода с воздухом, % об.	При $T = 293 \text{ К}$ $P = 0,1013 \text{ МПа}$	от 18,300 до 59,000
Концентрационные пределы детонации смеси водорода с кислородом % об.	При $T = 293 \text{ К}$ $P = 0,1013 \text{ МПа}$	от 15,500 до 92,900
Температура горения смеси водорода с воздухом, К	—	2318
Минимальная энергия воспламенения смеси водорода с воздухом, мДж	—	0,017
Нормальная скорость распространения пламени, м/сек	$T = 293 \text{ К}$ $P = 0,1013 \text{ МПа}$	2,590
Энергия теплового излучения пламени (оценка), кВт/м ²	В атмосфере	~ 140
Тротиловый эквивалент взрыва 1 кг газа в смеси с воздухом, кг ТНТ (тринитротолуол, тротиловый эквивалент)	При проливе или выбросе в атмосферу	10,600
Температура самовоспламенения в смеси с воздухом, К	—	783
Концентрация насыщения жидкого водорода кислородом, % об.	$T = 20,28 \text{ К}$ $P = 0,1013 \text{ МПа}$	$3 \cdot 10^{-8}$
Тротиловый эквивалент взрыва 1 кг газа в смеси с кислородом, кг ТНТ	При проливе или выбросе в атмосферу	13,300
Минимальный радиус облака водородно-воздушной смеси, при котором возможен переход горения в детонацию, м	Инициирование слабым ист. зажигания	70
Минимальный радиус облака водородно-кислородной смеси, при котором возможен переход в детонацию, м	Инициирование слабым источником зажигания	3
Минимальная критическая масса заряда ТНТ, при которой возбуждается сферическая детонация водородно-воздушной смеси, кг	Инициирование ударным источником	$1,860 \cdot 10^{-3}$
Минимальное преддетонационное расстояние сферической детонации, м	Инициирование зарядом ТНТ критической массы	0,200

Водород обладает отличительными свойствами: температура кипения 20,28 К; теплота парообразования 442 кДж/кг; диапазон температур 19 К; диапазон давлений 1,2 МПа. Эти характеристики относятся к области двухфазного состояния «жидкость–пар». Жидкий водород испаряется за счёт теплообмена и орто-пара-конверсии, выделяя 527 кДж/кг тепла, что выше теплоты парообразования. Плотность жидкого водорода (70,8 кг/м³) в 11,5 раз меньше жидкого азота и в 16 раз - кислорода. Теплопроводность газообразного водорода в 7 раз выше воздуха, а скорость распространения в воздухе значительна. Водород с кислородом или воздухом образует взрывоопасные смеси при концентрациях 4,1–75% (об.) (воздух) и 4,1–96% (об.) (кислород). Детонация возможна при концентрациях 18,3–59% (воздух) и 15,5–92,9% (кислород). Минимальная энергия воспламенения — $17 \cdot 10^{-6}$ Дж, которая может образоваться при электростатическом разряде с синтетическими материалами; температура горения - 2318 К, скорость пламени - 2,59 м/с. Интенсивность излучения водородного пламени в 10 раз меньше углеводородного. Тротиловый эквивалент взрыва водорода с кислородом — 13,3 кг ТНТ/кг, с воздухом — 10,6 кг ТНТ/кг.

Контакт водорода под давлением в сосудах (трубопроводах) с воздухом, способный вызвать детонацию, практически невозможен. Наиболее опасна утечка водорода. Однако водород имеет преимущества по сравнению с другими пожароопасными веществами [2]. В случае значительного объёма пролитого водорода, испаряется образовавшееся пятно со средней интенсивностью $8\text{--}12 \cdot 10^{-3}$ м/с.

Водород горит спокойно, без взрывов, до испарения жидкости [2]. Температура пламени достигает 2200 К, но излучает энергии в 10 раз меньше, чем углеводороды. При смешивании с воздухом над поверхностью возникает неустойчивое шаровое пламя, распространяющееся со скоростью 6,5 м/с. Размер пламени зависит от объёма жидкости и характеристик поверхности. Эксперименты показали, что водородное пламя не вызывает серьезных ожогов на расстоянии 55 метров. При горении большого количества углеводородного топлива безопасное расстояние увеличивается до 200 метров.

Эксперименты показали [3], что детонация водородно-воздушной смеси в свободном пространстве возможна только при наличии реагирующей смеси соответствующего состава и сильного источника ударной волны. Искра не всегда вызывает взрыв. Взрыв возможен, если рядом с искрой есть кристаллы твердого кислорода. Вероятность детонации значительных масс водорода при аварии хранилищ крайне мала, но взрывы возможны. Разлитый жидкий водород опасен из-за низкой температуры кипения, малой теплоты испарения и высокой скорости диффузии, что приводит к быстрому образованию пожаро- и взрывоопасных смесей. Смеси водорода с кислородом или воздухом не реагируют самопроизвольно. Для горения необходима энергия активации. В замкнутых объемах горение водородных смесей могут инициировать разряды статического электричества, разрушение кристаллов твердых частиц (особенно кислорода), ударные волны и другие факторы.

В резервуаре (баке), где содержится смесь водорода в жидкой и газообразной формах, наблюдается высокая степень инертности. Чтобы началась химическая реакция, необходимо присутствие воздуха или чистого кислорода. Резервуар с водородом должен быть герметично закрыт. В отличие от этого, ёмкости с углеводородным топливом в авиации и на транспорте содержат смесь паров топлива и воздуха, которая легко воспламеняется. При определённых пропорциях углеводорода и воздуха эта смесь становится взрывоопасной. Для воспламенения или взрыва этой смеси достаточно искры. В табл. 2 представлено сопоставление водорода и керосина с точки зрения безопасности [2].

Сравнение водорода и керосина на основе требований безопасности

Источник опасности	Эффект		Преимущество
	водород	керосин	
Выброс или утечка при транспортировании	Жидкий водород тяжелее воздуха, но быстро испаряется. Газообразный водород быстро рассеивается. Не загрязняет окружающую среду	Пары керосина тяжелее воздуха. При утечке жидкий керосин и его пары собираются в углублениях, низких местах территории, серьезно загрязняют окружающую местность	Водород
Воспламенение	Энергетический уровень, требуемый для воспламенения, низок, но температура воспламенения относительно высокая (858 К). Водород горит быстро, без дыма, без вредных выделений, с низкой излучательной способностью, что снижает радиационный нагрев	Трудно воспламеняется, но температура воспламенения низкая (535 К). Сгорает медленно, но излучение пламени на 1-2 порядка больше, чем у водорода, что приводит к значительному нагреванию окружающих конструкций и потере их прочности. Сгорает с большими выделениями вредных (в том числе токсичных) продуктов (СО, СО ₂ , твердый углерод и др.)	Водород
Воздействие на человека	Небольшие количества жидкого водорода при контакте с кожей немедленно испаряются без последствий для человека. Большое количество замораживает ткань с результатом, подобным тяжелому ожогу. Пары водорода без запаха, нетоксичны	Жидкий керосин раздражает кожу. Пары керосина токсичны (максимально допустимая концентрация 0,05%)	Водород
Загрязнение горячего	Жидкий водород свободен от примесей	Керосин сильно загрязнен органическими и неорганическими веществами	Водород
Коррозионная активность	Некоррозионноактивен, но вызывает хрупкость некоторых металлов	Коррозионноактивен по отношению к некоторым металлам	Водород
Детонационное горение	Низкое	Низкое	Нет преимуществ
Повышение температуры при хранении	Температура кипения жидкого водорода 20,38К- Давление пара при повышении температуры быстро растет, приводя к потере продукта или к необходимости нового охлаждения	Небольшое повышение объема жидкости	Керосин
Проницаемость через материалы	Вследствие малого размера молекулы имеет высокую проницаемость	Обладает сравнительно малой проницаемостью	Керосин

Водород демонстрирует отрицательный эффект Джоуля-Томсона: при расширении он нагревается. В идеальных условиях эксперимента, когда происходит внезапное расширение (например, разрыв мембраны), водород не воспламеняется. Но на практике водород может воспламениться под воздействием частиц пыли или оксидов железа, которые присутствуют в окружающем воздухе. Эти частицы становятся источником электрических разрядов, которые вызывают воспламенение водорода. Если сосуд, в котором хранится гидрид металла, повреждён, необходимо удалить от него источники тепла, которые могут вызвать термическое разложение гидрида. Это особенно важно учитывать при использовании гидридов на транспорте (топливные элементы) [4].

В контексте безопасности, при использовании водорода в транспортных средствах, важно обеспечить сохранность водородных баков как во время их заправки, так и в процессе длительного хранения, особенно в закрытых помещениях, таких как гаражи и ангары [5]. Необходимо предотвратить возможность самостоятельного ремонта и заправки водородных баков на автомобилях и других транспортных средствах.

Заключение

При сравнении водородного топлива с другими видами энергетических носителей определяются его конкурентные преимущества и недостатки в контексте пожаробезопасности. Проведение дальнейших исследований в данной области необходимо для более глубокого понимания возможностей водородной энергетики и её роли в будущем транспортной индустрии.

Список источников

1. СП 162.1330610.2014. Требования безопасности при производстве, хранении, транспортировании и использовании жидкого водорода.
2. Гамбург Д. Ю. и др. Справочник. Водород. Свойства, получение, хранение, транспортирование, применение //М., Химия. 1989. 672с. – 1989.
3. Wang B. et al. Safety evaluation on hydrogen leakage and combustion of high-pressure hydrogen dispenser //International Journal of Hydrogen Energy. – 2024. – Т. 72. – С. 1010-1022.
4. Sürer M. G., Arat H. T. Advancements and current technologies on hydrogen fuel cell applications for marine vehicles //International Journal of Hydrogen Energy. 2022. – Т. 47. №. 45. С. 19865-19875.
5. Гордиенко Д.М., Шебеко Ю.Н. Пожарная безопасность объектов инфраструктуры транспорта на водородном топливе // Пожаровзрывобезопасность. – 2022. – Т. 31. – №. 2. – С. 41-51.

УДК 614.833

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИ КАТЕГОРИРОВАНИИ ЗДАНИЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ С ВЫСОКОВОЛЬТНЫМ МАСЛОНАПОЛНЕННЫМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Комаров Александр Андреевич¹; Шевченко Алексей Павлович²

¹Московский государственный строительный университет, Москва, Россия

²Академия ГПС МЧС России, Москва, Россия

¹z4sbudavr@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0008-0601-5058>

²bzbb@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2764-639X>

Аннотация. В данной статье проведен теоретический анализ нормативных документов, отвечающих за пожаровзрывобезопасность объектов энергетики, на предмет требований или рекомендаций по определению пассивной защиты от взрывов с последующим горением трансформаторных масел в зданиях высоковольтным маслонаполненным электротехническим оборудованием (ВМЭО). Определены факторы, влияющие на постановку вопроса, о совершенствовании нормативной документации в области пожаровзрывобезопасности зданий с ВМЭО.

Ключевые слова: Пожаровзрывобезопасность зданий с трансформаторами, взрыв паровоздушной смеси трансформаторного масла, легкобрасываемые конструкции

PROBLEMATIC ISSUES IN CATEGORIZING BUILDINGS BY EXPLOSION AND FIRE HAZARD AT POWER FACILITIES WITH HIGH-VOLTAGE OIL-FILLED ELECTRICAL EQUIPMENT

Komarov Alexander A.¹; Shevchenko Alexey P.²

¹Moscow State Construction University, Moscow, Russia

²Academy of the State Fire Fighting Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russia

¹z4sbudavr@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0008-0601-5058>

²bzbb@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2764-639X>

Abstract. This article provides a theoretical analysis of regulatory documents responsible for the fire and explosion safety of power facilities for the requirements or recommendations for determining passive protection against explosions with subsequent ignition of transformer oils in buildings with high voltage oil-filled electrical equipment. The factors influencing the issue of improving regulatory documentation in the field of fire and explosion safety of buildings with high-voltage oil-filled electrical equipment.

Keywords: Fire and explosion safety of buildings with transformers, explosion of a steam-air mixture of transformer oil, easily destructible structures

При определении категории по взрывопожарной и пожарной опасности зданий с маслонаполненными трансформаторами, не учитывается фактор аварийного режима работы высоковольтного маслонаполненного электротехнического оборудования (ВМЭО), с последующей разгерметизацией оборудования и выбросом в помещение трансформаторного масла (ТМ), образующего паровоздушную взрывоопасную смесь. Решение данного вопроса в будущем позволит обеспечить взрывоустойчивость зданий с ВМЭО, а также усовершенствовать пожарную безопасность объектов энергетики, путем проектирования пассивной противопожарной защиты, которая будет предусмотрена в нормативных документах, определяющих пожарную безопасность в зданиях с ВМЭО.

В пункте 5.1 [1] приведена информация, что к категории Б (взрывопожаро-опасность) помещений по взрывопожарной и пожарной опасности относятся: горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.

Трансформаторные масла относятся к горючим жидкостям с температурой вспышки в закрытом тигле примерно 135 °С. Масса масла в ВМЭО с напряжением выше 1 кВ может достигать от 0,6 до 70 тонн. Как показывает практика такие объемы ТМ в следствии разрушения ВМЭО под воздействием высокого давления и температуры, образуют взрывоопасную паровоздушную смесь внутри помещения, что приводит к ее взрыву и как следствие разрушению конструкций.

Учитывая, что разрушение корпуса трансформатора происходит в результате внутреннего короткого замыкания (КЗ), которое из-за незначительной длительности и огромной интенсивности может быть охарактеризовано, как взрывное, то во внешнюю среду «воздух» попадают пары масла и его жидкая фракция в диспергированном состоянии «в виде тумана». Смешение выброшенной массы масла с воздухом формируют взрывоопасную смесь, которая воспламеняется. Это приводит к дефлаграционному взрыву, длительность которого составляет доли секунды (сотни миллисекунд). Избыточное давление, генерируемое при дефлаграционном взрыве, приводит к разрушению здания, в котором находится ВМЭО. Частичное разрушение здания приводит к поступлению к месту горения дополнительных порций воздуха, что провоцирует усиление процесса горения пролитого в результате аварии масла. Возникает интенсивный пожар. Погасить горящее трансформаторное масло, масса которого в силовых трансформаторах и автотрансформаторах составляет несколько десятков тонн, достаточно сложно.

На рисунке приведены мгновенные фотографии процесса развития взрывной аварии ВМЭО, которое находится в помещении.



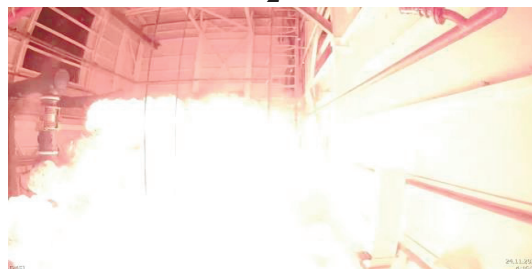
1



2



3



4



5



6



Рис. Мгновенные фотографии аварийного взрыва высоковольтного маслонаполненного электрооборудования (ВМЭО), которое находится в помещении

1 – исходное состояние (кадр 55); 2 – момент короткого замыкания, формирование взрывоопасного облака в виде тумана (кадр 56); 3 – момент дефлаграционного взрыва (кадр 68); 4 – момент окончания взрывного горения (кадр 74); 5 – момент начала формирования огневого шара (кадр 80); 6 – «всплытие» огневого шара (кадр 86); 7 – формирование факельного горения пролива (кадр 152); 8 – горение пролива (кадр 176); 9 – горение пролива (кадр 200); 10 – горение пролива (кадр 224)

При расчете категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности необходимо выбирать самый наихудший вариант развития, при котором возможно образование паровоздушных смесей способных привести к взрыву.

Нужно отметить, что выбор помещений по объему, для внутренних установок ВМЭО ничем не регламентирован. Некоторые аспекты пожарной безопасности для помещений с ВМЭО описаны в [6]. Однако нормативная документация, направленная на снижение последствий внутренних аварийных взрывов на объектах с ВМЭО отсутствует.

Список источников

1. СП 12.13130.2009 МЧС России. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Москва 2009.
2. Дарьян Л.А. Полищук В.П. Шурупова А.В Испытание на взрывобезопасность высоковольтного маслонаполненного электрооборудования // Энергия единой сети, №4, 2017. С. 68-78 .
3. Омар Ахмед, Анна Гой, Депрессуризация бака// «Энергоэксперт». 2015. № 3, с. 87.
4. Система «Transformer Protector». Подстанция «Машук». Россия. Активация Transformer Protector 22 сентября 2009 г. Отчет компании SERGI
5. Дарьян Л.А., Козлов А.В., Котов А.В. и др. Дуговой разряд в минеральном и органическом масле // Известия КБГУ. 2014 . Т. IV. № 3. с. 92.
6. ПУЭ (шестое и седьмое издания) все действующие разделы. С. 504.
7. Мишуев А.В., Казеннов В.В., Громов Н. В., Лукьянов И. А. Обеспечение взрывобезопасности и взрывоустойчивости промышленных, транспортных, энергетических и гражданских объектов / // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2011. – № 9(152). – С. 28-30. – EDN TGSAQP.
8. Мишуев А.А., Комаров А.А. Научные основы обеспечения устойчивости зданий при внутренних аварийных взрывах // Безопасность жизнедеятельности. 2001. № 1. С. 18-23.

УДК 614.842.6

ПРИМЕНЕНИЕ НАЗЕМНЫХ ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Артемьев Александр Валерьевич¹; Гайдук Всеволод Дмитриевич²;

Новоселов Юрий Александрович³; Носков Михаил Сергеевич⁴;

Пичахчи Степан Витальевич⁵; Смирнов Ярослав Николаевич⁶

^{1,2,3,4,5,6}Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

¹alexandr43105@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0003-5181-0249>

²vsevolodgaiduk@gmail.com

³yuriy.00.novoselov@mail.ru

⁴m.noskov.pvm@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-9146-9366>

⁵pichakhchi.s@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8578-5200>

⁶Yarismir64@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-5593-2414>

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы разработки и тактики применения мобильных робототехнических комплексов (РТК), предназначенных для пожаротушения на различных предприятиях. Приведено описание и результаты исследовательских испытаний мобильного РТК для пожаротушения «Фрезе».

Ключевые слова: пожарная техника, робот, мобильный робототехнический комплекс, аварийно-спасательные работы

APPLICATION OF LAND-BASED REMOTE-CONTROLLED COMPLEXES FOR FIRE EXTINGUISHING ON FACTORY

Artemiev Aleksandr V.¹; Gajduk Vsevolod D.²; Novoselov Yuri Al.³;

Noskov Mihail S.⁴; Pichahchi Stepan V.⁵; Smirnov Yaroslav N.⁶

^{1,2,3,4,5,6}Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

¹alexandr43105@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0003-5181-0249>

²vsevolodgaiduk@gmail.com

³yuriy.00.novoselov@mail.ru

⁴m.noskov.pvm@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-9146-9366>

⁵pichakhchi.s@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8578-5200>

⁶Yarismir64@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-5593-2414>

Abstract. Designing items and tactics of using mobile robotic systems (RS) for fire extinguishing at various factories are considered. The description and results of research tests of the mobile RS for fire extinguishing «Freze» are given.

Keywords: fire engineering, robot, mobile robotic system, emergency rescue operations

Применение РТК в системе МЧС России началось в 1996 году [1]. С тех пор на протяжении практически 30 лет активно применяются РТК различного назначения. Однако, на данный момент нельзя сказать, что этот процесс достиг своего завершения: продолжают работы на организационном, правовом и производственном уровнях.

В первую очередь необходимо отметить, что сформированы общие принципы и стратегия развития РТК для нужд МЧС России [2], регулярно проводятся научно-практические конференции и учения с участием РТК. Важным шагом также стало принятие соответствующих стандартов ГОСТ [3, 4], регламентирующих классификацию, технические требования и методы испытаний РТК для пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ.

Несмотря на очевидные успехи в разработке и эксплуатации РТК, существуют проблемы, главными из которых являются устаревание РТК и невозможность закупки новых образцов за рубежом [2] и отсутствие комплексного подхода в разработке и тактике применения [5].

Применительно к наземным РТК для пожаротушения выделяют стационарные роботизированные установки пожаротушения (РУП) и мобильные противопожарные РТК. Наиболее остро проблема устаревания выражена у мобильных противопожарных РТК [6]: по данным на 2021 год все десять имеющихся комплексов (девять отечественных и один иностранный) имели срок эксплуатации более 5 лет, а два из них эксплуатировались более 20 лет. Также наблюдается дисбаланс в территориальном распределении мобильных противопожарных РТК, заключающийся в том, что некоторые федеральные округа России вообще не имеют подобных роботов. Следствием небольшого количества является отсутствие комплексного понимания тактики применения и места таких РТК в структуре МЧС России. В настоящее время наиболее известным представителем мобильных противопожарных РТК является МРК-РП легкой категории по массе, сочетающий в себе функции разведки и пожаротушения [7].

Все вышеизложенное свидетельствует о необходимости увеличения количества и качества мобильных противопожарных РТК и выработки оптимальной тактики применения. Для этого требуется разработка новых образцов таких РТК для проведения их всесторонних испытаний в реальных условиях эксплуатации и определения наиболее удачной конструкции.

Для решения данной актуальной проблемы коллективом Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого был создан опытный образец мобильного противопожарного РТК под названием «Фрезе». Предполагается, что «Фрезе» будет применяться для тушения пожаров на автомобильных заправочных станциях, нефтехранилищах и нефтеперерабатывающих заводах. «Фрезе» должен быть в первом эшелоне пожаротушения и локализовать пожар, тем самым предоставив время на прибытие основных пожарных расчетов.

Легкий мобильный противопожарный РТК «Фрезе» состоит из мобильного робота с ходовой частью с гусеничным движителем, обеспечивающим высокую проходимость, на котором установлен дистанционно управляемый лафетный ствол (ДУЛС) производства ООО «Инженерный центр пожарной робототехники «ЭФЭР», и системы телеуправления. Движение обеспечивается двумя тяговыми электродвигателями. Электропитание мобильного робота происходит от шести свинцово-кислотных аккумуляторных батарей. Управление «Фрезе» осуществляется оператором с пульта управления на дистанции прямой видимости (до 200 м). Система телеуправления обеспечивает управление движением мобильного робота и вертикальное и горизонтальное наведение, а также изменение угла распыливания струи огнетушащего вещества ДУЛС. Питание ДУЛС осуществляется от пожарных рукавов, подключающихся в задней части мобильного робота. При движении мобильный робот тянет за собой пожарные рукава. Для защиты от теплового излучения при пожаре предусмотрена система орошения мобильного робота водой с помощью форсунок.

Для проверки принятых технических решений были проведены испытания на территории пожарной части № 34 г. Санкт-Петербурга (рис. 1). Во время испытаний были проверены системы горизонтального и вертикального наведения ДУЛС, изменения угла распыливания струи от сплошной до распыленной, а также возможность движения мобильного робота во время подачи воды. Давление воды во время испытаний составляло от 0,3 до 1,0 МПа (от 3 до 10 атм.). Испытания показали, что при повороте ДУЛС перпендикулярно направлению движения мобильного робота его опрокидывания не происходит, что подтвердило результаты расчетов.



Рис. 1. Испытания мобильного РТК для пожаротушения «Фрезе».
Ствол ДУЛС поднят максимально вверх, струя сплошная

Далее была проведена доработка «Фрезе»: заменен ДУЛС, добавлено питание ДУЛС от двух рукавов, модернизирована система телеуправления. Доработанный вариант был также испытан в той же пожарной части, но в зимних условиях эксплуатации (рис. 2.). Испытания показали работоспособность конструкции. Дальность струи ДУЛС составила около 60 м при давлении воды до 0,95 МПа (9,5 атм.) с расходом до 40 л/с.



Рис. 2. Испытания мобильного РТК для пожаротушения «Фрезе»
в зимних условиях. Хорошо видно, что подключено два пожарных рукава

Отзывы пожарных, а также участие «Фрезе» в выставке, проводимой в рамках учений «Безопасная Арктика – 2025», показали востребованность и необходимость подобных мобильных РТК для пожаротушения. В дальнейшем предполагается проведение комплексных испытаний РТК для проверки соответствия требованиям стандартов и апробация применения на действующем предприятии.

Список источников

1. Третьяков, А.А. Инновационные подходы к использованию робототехнических комплексов в интересах МЧС России / А.А. Третьяков, В.А. Демьянов // Нанотехнологии: наука и производство. 2024. № 2. С. 84-88. EDN CZFNUI.
2. Мошков, В.Б. Перспективы развития системы робототехники МЧС России в интересах повышения эффективности ведения аварийно-спасательных работ / В.Б. Мошков, А.Ю. Баранник // Технологии гражданской безопасности. – 2021. – Т. 18, № 5. – С. 124-126. – DOI 10.54234/CST.19968493.2021.18.5.17.124. – EDN OVHNPP.
3. ГОСТ Р 54344–2011 Техника пожарная. Мобильные робототехнические комплексы для проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200085791> (дата обращения 09.04.2025).
4. ГОСТ 35035–2023 Техника пожарная. Мобильные робототехнические комплексы пожаротушения. Классификация. Общие технические требования // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1305263712> (дата обращения 09.04.2025).
5. Лагутина, А.В. Робототехнические комплексы МЧС России / А.В. Лагутина, А.Ю. Баранник // Школа молодых учёных и специалистов МЧС России : Материалы юбилейного X форума, Санкт-Петербург, 15 октября 2020 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2020. – С. 207-211. – EDN SADYZD.
6. Анализ современного состояния группировки робототехнических комплексов МЧС России / Е.В. Полевой, Д.С. Найденов, А.А. Гудошников, Д.С. Лопатин // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2021. № 4(51). С. 43-53. EDN ООААКС.
7. Третьяков А.А. Перспективы развития пожарной техники, применяемой для ведения пожарно-спасательных операций и разведки в условиях повышенной опасности и в ограниченном пространстве / А. А. Третьяков // Научно-исследовательские публикации. 2023. № 3. С. 82-84. EDN MMBVTO.

УДК 626.02

ПРОВЕДЕНИЕ ВОДОЛАЗНЫХ ОСМОТРОВ СУДОВ С ПОМОЩЬЮ ПОДВОДНЫХ СРЕДСТВ ДВИЖЕНИЯ

Лебедев Сергей Юрьевич¹; Шидловский Александр Леонидович²; Тарабрин Филипп Валерьевич³

^{1,2,3}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

^{1,2}ppspsf@igps.ru, ²<https://orcid.org/0009-0004-9309-5199>

³filipptarabrin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5700-1598>

Аннотация. В статье представлены рекомендации по подготовке специалистов для проведения осмотров судов, прибывающих в морские порты, которые включают в себя обследование подводной части судов с использованием водолазов и (или) телеметрического оборудования, на предмет выявления посторонних предметов и взрывчатых веществ на выделенных якорных стоянках. За основу взяты Инструкции и методики по организации технологии подводного освидетельствования судов Министерства морского флота. Учебный процесс по обучению водолазов (повышению квалификации) будет проходить с использованием подводных средств движения подводного телевидения фотосъемки.

Ключевые слова: осмотры судов, подводные средства движения, водолаз, водолазные работы, руководитель водолазных спусков, водитель плавсредства

CONDUCTING DIVING INSPECTIONS OF VESSELS USING UNDERWATER MEANS OF MOVEMENT

Lebedev Sergey Yu.¹, Shidlovsky Aleksandr L.²; Tarabrin Philipp V.³

^{1,2,3}Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

^{1,2}ppspsf@igps.ru, ²<https://orcid.org/0009-0004-9309-5199>

³filipptarabrin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5700-1598>

Abstract. The article presents recommendations for training specialists to conduct inspections of ships arriving at seaports, which include examining the underwater part of ships using divers and/or telemetry equipment to detect foreign objects and explosives at designated anchorages. It is based on the Instructions and methods for organizing the technology of underwater inspection of ships of the Ministry of the Navy. The training process for divers (advanced training) will take place using underwater means of movement, underwater television, and photography.

Keywords: ship inspections, underwater vehicles, diver, diving operations, head of diving descents, watercraft driver

Подводные средства движения (ПСД) появились впервые в Италии во время Первой Мировой войны и сразу зарекомендовали себя как грозное и эффективное оружие. Во время Второй мировой войны итальянский подводный спецназ, оснащенный ПСД, нанес огромный ущерб английским ВМФ в Средиземном море. С тех пор значение этого вида техники не уменьшилось. В настоящее время ПСД уже перестал быть исключительно боевым видом техники. Их используют в промышленности, бизнесе, научных исследованиях и в широком дайвинге [1-3].

В СССР ПСД впервые появляются в конце пятидесятых годов прошлого века (рис. 1). Их появление напрямую связано с гибелью линкора «Новороссийск». Одной из наиболее правдоподобных версий гибели корабля являлась диверсия, проведенная с помощью ПСД.

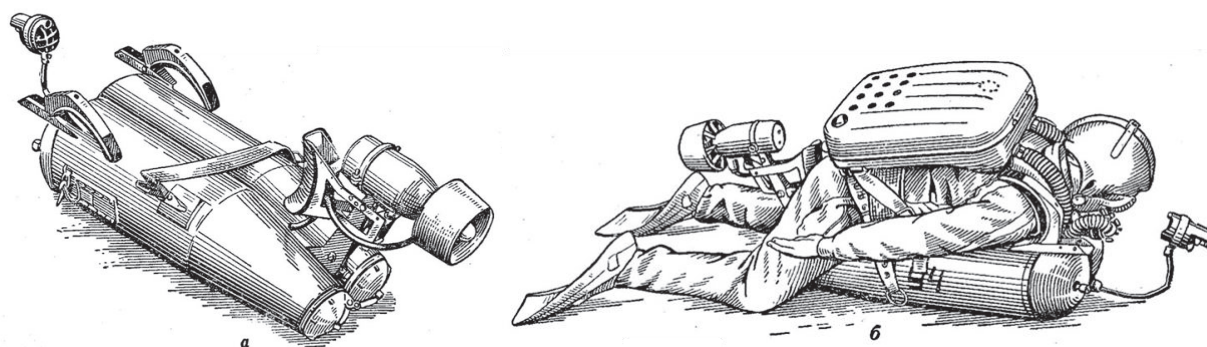


Рис. 1. Буксировщик водолаза «Протей- М» 1960-1970 годы

В 2019 году кафедрой практической подготовки сотрудников пожарно-спасательных формирования Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева совместно с ведущими организациями был разработан буксировщик «Фактор» (рис. 2) для передвижения водолаза под водой с возможностью транспортировки на гибкой сцепке грузового контейнера при проведении различных видов подводных работ (рис. 3). Данный буксировщик был представлен на Международном форуме «Арктика – территория диалога» (рис. 4) и Международном салоне «Комплексная безопасность». После доработки с НИИ «Радио и телевидения» буксировщик «Фактор» был представлен на «Международной выставке передовых технологий обеспечения безопасности личности, общества и государства «Экспотехностраж».

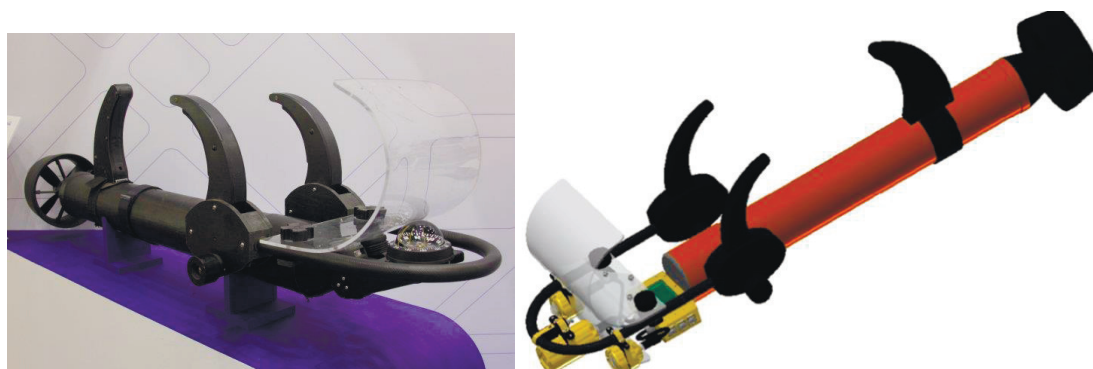


Рис. 2. Буксировщик водолаза «Фактор»

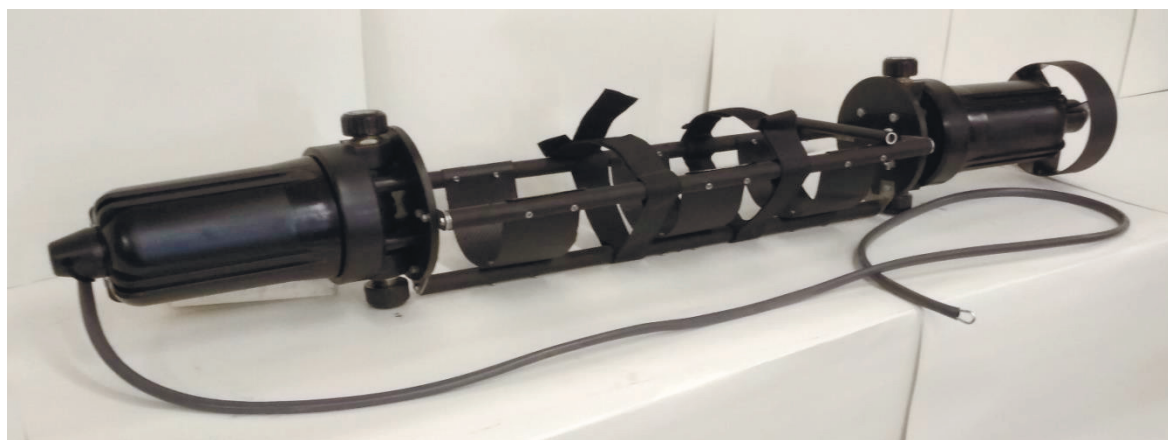


Рис. 3. Контейнер транспортный

С нашей стороны есть предложения, которые могут облегчить некоторые задачи, связанные с подводными исследованиями на больших водных акваториях, также обеспечения инфраструктуры связанной с выполнением ПСР водолазных работ.

Нами разработаны эффективные программы обучения водолазов по эксплуатации подводных средств движения, которое на сегодняшний день является эффективным средством при проведении различных работ и мероприятий на водной акватории. Передвижения водолаза под водой на глубинах до 60 метров позволяет значительно экономить силы, воздушную смесь водолаза при обследовании больших площадей и движении на большие расстояния.



Рис. 4. Демонстрация буксировщика водолаза Фактор на Международном форуме «Арктика – территория диалога 2019»

ПСД «Фактор» новейшая Российская разработка, не имеющая аналогов в мире, и в настоящее время прошло практическую проверку у различных ведомств включая силовых структуры. Буксировщик водолаза «Фактор» сделан с учетом пожеланий водолазов и предназначен для проведения поисковых, осмотровых, спасательных работ, подводного патрулирования, незаменим для проведения антитеррористических операций.

В настоящее время значительно возросли угрозы безопасной работы водного транспорта торгового мореплавания, которые задействованы для перевозки опасных грузов, которым рекомендовано проводить осмотры перед прибытием в морские порты, которые включают обследование подводной части судов с использованием водолазов, включая телеметрическую аппаратуру, на предмет выявления посторонних предметов и взрывчатых веществ на рейде или выделенных якорных стоянках [4].

Задача по оперативному осмотру подводной части судов водолазами является на сегодняшний день как никогда актуальной, работы подобного типа и специалисты, способные выполнять такие работы востребованы [5]. В условиях современных внешних и внутренних вызовов потребность в описанных технических средствах и специалистов, работающих с их применением будет увеличиваться [6].

Университет предоставляет как техническую, так и методическую возможность подготовки водолазов-водителей подводных средств движения.

Следует отметить, что эксплуатация предлагаемого изделия предполагает обязательное обучение, требования связаны с безопасностью водолазных спусков.

Для достижения этой цели предлагаем провести ознакомительные практические занятия на водной акватории учитывая наш практический опыт с применением изделия «Фактор» и телеметрического оборудования с участием наших специалистов, и по его результатам принять решение о порядке его применения, также разработке действия и порядке проведения осмотров подводной части судна.

Наши предложения:

1. Начать учебный процесс по обучению водолазов с использованием подводных средств движения подводного телевидения фотосъемки на основе положений Инструкции и методики по организации технологии подводного освидетельствования судов Министерства морского флота РД 31.20.79-81 [7] и разработанной в Университете программы подготовки водолазов- водителей ПСД. Программа составлена с учетом всех аспектов организации и обеспечения указанного вида работ, а именно: руководства водолазных спусков, подготовки и действий медицинских работников, обеспечивающего, страхующего водолаза, водителя плавсредства.

2. Разработать ряд совместных мер и создать условия для обеспечения регулярной подготовки водолазов-водителей ПСД на базе Университета с учетом наличия водолазов и руководителей, имеющих достаточный уровень квалификации и практический опыт проведения этого вида работ, а также взаимодействующих организаций (НИИ) подводной роботизированной техники и телевидения, работающих в этом направлении.

3. Разработать основные принципы и алгоритм базовых действий при проведении обследования подводной части судов на предмет наличия взрывоопасных предметов и контрабанды с использованием средств подводного движения с учетом специфики проведения этого вида работ и современных вызовов и тенденций. Данное предложение считаем наиболее перспективным, учитывая новизну подхода и востребованность в современных условиях международной напряженности, угроз диверсионных и террористических акций.

4. Разработать методику обучения и осуществления операций по проведению обследования подводной части судов на предмет наличия взрывоопасных предметов и контрабанды в целях её оптимизации с учетом положений в имеющихся руководящих документах, а также специфики предполагаемых работ, за счет их максимально возможного упрощения и повышения оперативности за счет их применения без ущерба безопасности.

Список источников

1. Ананьев В. П., Зайченко И. В., Марченко Н. Ф. Мобильные средства поиска и обследования затонувших объектов. Перспективы комплексного использования //Технологии гражданской безопасности. – 2010. – Т. 7. – №. 4. – С. 102-107.

2. Бобков С. А. и др. Современное состояние и перспективы развития индивидуальных подводных средств движения водолазов //Актуальные проблемы защиты и безопасности. – 2019. – С. 192-196.

3. Пашкеев С. В., Шмаков А. С. Подводное средство движения боевых пловцов //Технические проблемы освоения Мирового океана. – 2019. – №. 8. – С. 191-198.

4. Постановление Правительства РФ от 08.10.2020 № 1638 «Об утверждении требований по обеспечению транспортной безопасности, в том числе требований к антитеррористической защищенности объектов (территорий), учитывающих уровни безопасности для различных категорий объектов транспортной инфраструктуры морского и речного транспорта».

5. Федотов И. С. Виды процедур освидетельствования судов для обеспечения их безопасной эксплуатации //Вестник науки. – 2025. – Т. 4. – №. 1 (82). – С. 913-917.

6. Тихонов В. В., Кононов В. А., Чернов В. В. Совершенствование специальных упражнений в процессе подготовки специалистов подводных диверсионных сил и средств //Совершенствование профессиональной и физической подготовки курсантов, слушателей образовательных организаций и сотрудников силовых ведомств. – 2016. – С. 283-287.

7. Инструкция по организации и технологии подводного освидетельствования судов РД 31.20.79-81 утв. УТЭФ и СРЗ ММФ.

УДК 614.849

АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ О ПОЖАРАХ НА ОБЪЕКТАХ С МАССОВЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ

Кожевин Дмитрий Федорович¹; Козлов Андрей Леонидович²

¹Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

²Музей Железных дорог России, Санкт-Петербург, Россия

¹Yagmort_KDF@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6418-107X>

²79217781359@yandex.ru

Аннотация. Исследование посвящено анализу статистики пожаров в зданиях с массовым пребыванием людей (Россия, США, Китай, Европа). Выявлены ключевые тенденции: Китай лидирует по числу инцидентов (18–21 тыс./год) и жертв (400–500/год) из-за урбанизации и нарушений норм; Европа демонстрирует снижение пожаров (9,5–10,5 тыс./год) благодаря строгому регулированию. Основные причины — электронейсправности (48–55%), поджоги, износ инфраструктуры. Установлена корреляция между заблокированными эвакуационными путями и числом жертв ($R=0,78$). Рекомендации включают модернизацию электросистем (Китай, Россия), контроль за HVAC-системами (США), баланс сохранения исторических зданий и безопасности (Европа). Увеличение инвестиций в профилактику на 1% снижает пожары на 0,8%.

Ключевые слова: пожар, эвакуация, массовое пребывание людей, статистические данные

ANALYSIS OF STATISTICAL DATA ON FIRES AT SITES WITH MASSIVE PRESENCE OF PEOPLE

Kozhevin Dmitry Fedorovich¹; Kozlov Andrey Leonidovich²

¹Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

²Museum of Russian Railways, Saint-Petersburg, Russia

¹Yagmort_KDF@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6418-107X>

²79217781359@yandex.ru

Abstract. The study is devoted to the analysis of statistics of fires in buildings with a large number of people (Russia, USA, China, Europe). Key trends have been identified: China leads in the number of incidents (18-21 thousand/year) and victims (400-500/year) due to urbanization and violations of regulations; Europe demonstrates a decrease in fires (9.5–10.5 thousand/year) due to strict regulation. The main reasons are electronic violations (48-55%), arson, and deterioration of infrastructure. A correlation has been established between blocked escape routes and the number of victims ($R=0.78$). Recommendations include modernization of electrical systems (China, Russia), control of HVAC systems (USA), balance of preservation of historical buildings and safety (Europe). Increasing investments in prevention by 1% reduces fires by 0.8%.

Keywords: fire, evacuation, mass presence of people, statistics

Пожары в зданиях с массовым пребыванием людей (торговые центры, стадионы, больницы, музеи) остаются глобальной проблемой, несмотря на развитие технологий пожарной безопасности. По данным Всемирной организации здравоохранения и СТИФ [1], ежегодно в таких сооружениях гибнут тысячи людей, а основная причина трагедий — недостатки в организации эвакуации.

Исходя из вышеизложенного следует, что, без глубокого анализа статистических данных невозможно разработать эффективные меры по повышению безопасности людей.

Анализу статистических данных о пожарах на объектах с массовым пребыванием людей посвящено много исследований [2-5], что подтверждает необходимость учета получаемых статистических данных при проведении исследований в области обеспечения безопасной эвакуации людей из зданий. Статистика — основа для прогнозирования рисков.

В настоящее время существует четыре основных флагмана цивилизационного развития это Европа, США, Китай и Россия, именно здесь интенсивно развиваются технологии и активно растет инфраструктура, в том числе объекты с массовым пребыванием людей. Поэтому сравнительный анализ данных о пожарах именно этих стран (объединений стран) позволяет выявить ключевые закономерности, различия и факторы риска.

В России, согласно отчётам МЧС [6] и Росстата, ежегодно регистрируется 12,5–14 тыс. пожаров в зданиях с массовым пребыванием людей, при этом наблюдается общее снижение числа инцидентов на 8% к 2023 году благодаря ужесточению контроля за соблюдением норм и требований. Основными очагами возгораний становятся торговые центры (32% случаев), где высока нагрузка на электросети и образовательные учреждения (18%) с устаревшей проводкой. В среднем каждый год в России погибает 270–320 человек, причём почти половина смертей связана с заблокированными эвакуационными выходами. Большинство пожаров (70%) охватывают площадь до 100 м², однако 5% крупных инцидентов, занимающих более 1000 м², ответственны за 60% общего ущерба. Главные причины – электронеисправности (48%), неосторожное обращение с огнём (22%) и поджоги (15%).

В США, по данным NFPA и FEMA, ежегодно происходит 10–11,2 тыс. пожаров, но здесь наблюдается обратный тренд – рост на 3%, что связано со старением инфраструктуры. Наиболее уязвимы офисные здания (28% случаев) и торговые центры (24%), при этом благодаря повсеместному внедрению автоматических систем оповещения (охват 92%) число жертв остаётся относительно низким – 120–150 погибших в год. Подавляющее большинство возгораний (80 %) локализуются на площади менее 50 м², однако мега-пожары, такие как в Калифорнии, где огонь охватывает более 5000 м², хотя и редки (0,3% случаев), наносят катастрофический ущерб. Основные причины включают неисправности систем вентиляции и кондиционирования (33 %), поджоги (20 %) и курение (12 %).

Китай, переживающий строительный бум и урбанизацию, демонстрирует самые высокие показатели – 18–21 тыс. пожаров ежегодно с ростом на 12 %. Особую опасность представляют высотные жилые комплексы (30% инцидентов) и подземные парковки (25 %), где возгорания электромобилей становятся новой угрозой. Из-за плотной застройки 60 % пожаров охватывают более 200 м², а число жертв достигает 400–500 человек в год, как в случае трагедии 2004 года в Цзилине, где погибли 54 человека из-за заблокированных выходов (рисунки).



Рис. Пожар в Цзилине [6]

Доминирующие причины — короткие замыкания (55%) и нарушения при сварочных работах (20%).

В Европе, где действуют строгие директивы по пожарной безопасности, число пожаров снизилось на 5%, достигнув 9,5–10,5 тыс. случаев в год. Особое внимание уделяется историческим зданиям (22% инцидентов), где модернизация систем безопасности часто затруднена, а также транспортным хабами (18%). Благодаря регулярным учениям и системам раннего оповещения ежегодное число погибших не превышает 100 человек. Большинство возгораний (75%) ограничиваются площадью до 80 м², а основными причинами становятся неисправности электроприборов (40%) и утечки газа (15%).

Из сравнения статистики о пожарах, рассматриваемых регионов следует, что Китай лидирует по количеству пожаров и жертв из-за стремительной урбанизации и нарушений норм безопасности, тогда как Европа демонстрирует наименьшие показатели благодаря продуманному регулированию. Россия и США находятся в середине рейтинга, но если в США ключевой проблемой остаётся износ инфраструктуры, то в России — устаревшая проводка в социальных объектах. Электронейсправности — общий фактор риска для всех стран (48–55% случаев), однако специфика причин варьируется: в Китае это строительные работы, в США — HVAC-системы, в Европе — бытовые приборы.

Анализ выявил сильную корреляцию между числом жертв и отсутствием эвакуационных путей ($R = 0,78$), а также зависимость количества пожаров от плотности населения, износа инфраструктуры и инвестиций в профилактику. Например, регрессионная модель показывает, что увеличение расходов на пожарную безопасность на 1% снижает число инцидентов на 0,8%. Для Китая критически важна модернизация электросистем и контроль за строительными нормами, России необходимо обновить проводку в школах и больницах, США — усилить мониторинг HVAC-систем, а Европе — найти баланс между сохранением исторического наследия и современными требованиями безопасности. Эти меры, основанные на анализе фактических данных, способны сократить риски и спасти сотни жизней ежегодно.

Статистика пожаров предоставляет уникальные данные для анализа. Эти сведения позволяют выявить закономерности, которые невозможно воспроизвести на реальных объектах, так как для этого необходимо привлекать большое количество статистов. Эти закономерности в возникновении и развитии пожаров, крайне важны для прогнозирования критических ситуаций. Например, анализ временных параметров показывает, что в 60% случаев гибель людей происходит не от прямого воздействия огня, а от отравления продуктами горения в первые 5–10 минут после возгорания [8]. Это подчеркивает необходимость ускорения эвакуации на начальной стадии пожара. Загруженность эвакуационных выходов при анализе обстановки на пожаре показывает, что при наличии нескольких выходов большинство эвакуирующихся движется к одному, основному, при этом периферийные выходы остаются свободными [9]. Этот факт указывает на необходимость управления людским потоком во время эвакуации.

Список источников

1. Статистический сборник «Мировая пожарная статистика» (CTIF). №29 2024.
2. Холщевников В.В., Самошин Д.А. Эвакуация и поведение людей при пожарах: учеб. пособие. Академия ГПС МЧС России. М., 2009. 212 с.
3. Frantzich H., Nilsson D. Evacuation Experiments in a Smoke Filled Tunnel // Human Behaviour in Fire, Proc. of the Third International Symposium, Belfast, UK, 2004, pp 229-238.
4. Gravit, M., Kirik, E., Savchenko, E., Vitova, T., Shabunina, D. Simulation of Evacuation from Stadiums and Entertainment Arenas of Different Epochs on the Example of the Roman Colosseum and the Gazprom Arena / Fire, 2022, V. 5(1), 20 <https://doi.org/10.3390/fire5010020>.
5. Spearpoint M, MacLennan HA (2012) The effect of an ageing and less fit population on the ability of people to egress buildings. Safety Science 50(8), 1675–1684.

6. Статистический сборник «Пожары и пожарная безопасность» / ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Москва 2023.
7. <https://propb.ru/calendar/pozhar-v-torgovom-tsentre-goroda-tszilin-v-rezultate-sgoreli-53-cheloveka-v-tot-zhe-den-v-gorode-kha/?special=Y> (дата последнего посещения 15.04.2025 года).
8. Соколов С.В., Костюченко Д.В. Управление рисками гибели людей при пожарах в жилых домах городских поселений// Пожаровзрывобезопасность.2017. №1, С. 61–74.
9. Han Fang, Wei Lv, He Cheng, Xiaolian Yu. Evacuation Optimization Strategy for Large-Scale Public Building Considering Plane Partition and Multi-Floor Layout. *Frontiers in Public Health*. published: 21 February 2022 doi: 10.3389/fpubh.2022.847399.

УДК 614.842.61

СНИЖЕНИЕ ИСПАРЕНИЯ СЖИЖЕННОГО АЗОТА ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ БАЗАЛЬТОВОЙ ТКАНИ И ПОРОШКОВЫХ СОСТАВОВ

Проценко Татьяна Валерьевна¹; Ивахнюк Григорий Константинович²;

Шпаков Николай Андреевич³; Стабронник Иван Дмитриевич⁴

^{1,2,3,4}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹89236213028@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5923-5764>

²fireside@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2556-33X>

Аннотация. В работе представлены результаты исследования методов снижения интенсивности испарения сжиженного природного газа (СПГ) с целью повышения пожарной безопасности при аварийных разливах. В качестве модельной среды использовался жидкий азот. Изучалось влияние порошковых покрытий на основе пылевидного кварца и золы осадков сточных вод, нанесённых на базальтовую ткань. Установлено, что применение данных материалов способствует формированию теплоизолирующего барьера, значительно снижающего скорость испарения. Дополнительно отмечено влияние эффекта Лейденфроста, усиливающего теплоизоляционные свойства покрытия. Полученные результаты подтверждают перспективность предложенного метода для использования в системах ликвидации аварийных ситуаций с участием СПГ.

Ключевые слова: порошковые составы, базальтовая ткань, сжиженный азот, интенсивность испарения

REDUCTION OF LIQUEFIED NITROGEN EVAPORATION USING COMPOSITE MATERIALS BASED ON BASALT FABRIC AND POWDER COMPOSITIONS.

Protsenko Tatiana V.¹; Ivakhnyuk Grigory K.²; Shpakov Nikolay An.³; Stabronnik Ivan D.⁴

^{1,2,3,4}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹89236213028@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5923-5764>

²fireside@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2556-33X>

Abstract. The paper presents the results of research of methods to reduce the vaporization intensity of liquefied natural gas (LNG) in order to improve fire safety in case of accidental spills. Liquid nitrogen was used as a model medium. The effect of powder coatings based on pulverized quartz and sewage sludge ash applied on basalt fabric was studied. It was found that the application of these materials contributes to the formation of a heat-insulating barrier, significantly reducing the rate of evaporation. Additionally, the influence of Leidenfrost effect, which enhances the thermal insulation properties of the coating, was noted. The obtained results confirm the prospects of the proposed method for use in emergency response systems involving LNG.

Keywords: powder formulations, basalt fabric, liquefied nitrogen, vaporization intensity

С увеличением объёмов производства и транспортировки сжиженного природного газа (СПГ) в Российской Федерации возрастает риск возникновения аварийных ситуаций, сопровождающихся утечками и разливами. Одной из ключевых угроз в подобных инцидентах является высокая скорость испарения СПГ, что способствует стремительному формированию парогазовых облаков с потенциально опасной концентрацией горючих компонентов. В случае контакта таких облаков с источниками зажигания существует вероятность воспламенения или даже взрыва, что представляет серьёзную опасность для объектов инфраструктуры, персонала и населения, находящихся поблизости [1].

В связи с этим одной из приоритетных задач в области обеспечения пожарной безопасности при аварийных разливах СПГ становится необходимость замедления процессов испарения. Снижение скорости перехода из жидкого состояния в газообразное позволяет уменьшить объем образующихся горючих паров, снизить вероятность формирования взрывоопасных смесей и, как следствие, повысить эффективность мероприятий по локализации и ликвидации последствий таких происшествий.

Данное исследование сосредоточено на изучении методов подавления испарения СПГ с целью снижения вероятности возгорания. В качестве безопасного и физико-химически аналогичного заменителя при проведении лабораторных экспериментов использовался жидкий азот. Рассматривалось использование порошковых материалов в сочетании с базальтовой тканью для создания теплоизоляционного слоя, замедляющего испарение. Предполагалось, что такой состав будет способствовать значительному снижению скорости испарения, уменьшению концентрации горючих паров и, соответственно, вероятности их воспламенения.

В экспериментальной части работы применялись порошкообразные материалы – тонкодисперсный кварцевый песок (пылевидный кварц) [2] и зола от сжигания осадков сточных вод (зола ОСВ), [3] обладающие гидрофобными свойствами. Индивидуально они смешивались с водным раствором силиката натрия (Na_2SiO_3) в различных концентрациях (от 35 до 65 мас. %) и наносились на базальтовую ткань. Составы и пропорции приведены в таблице 1.

Таблица 1

Порошковые составы, используемые в исследовании

№ п/п	Вид порошка	Наименование состава	Соотношение концентраций порошковых составов к Na_2SiO_3 , %.
1	кварц пылевидный	D	65
2	кварц пылевидный	E	50
3	кварц пылевидный	F	35
4	зола ОСВ	K	65
5	зола ОСВ	L	50
6	зола ОСВ	M	35

Интенсивность испарения СПГ оценивалась по методике [4], на модели с использованием жидкого азота. Установлено, что использование покрытой порошковыми составами базальтовой ткани позволяет снизить интенсивность испарения вдвое по сравнению с контрольными образцами. Так, при применении кварцевых составов D/65 и F/35 испарение составило $0,07 \text{ г/м}^2\cdot\text{с}$, тогда как у состава E/50 этот показатель достиг $0,06 \text{ г/м}^2\cdot\text{с}$ (рисунок 1). Аналогично, состав на основе золы ОСВ L/50 показал $0,08 \text{ г/м}^2\cdot\text{с}$, в то время как K/65 и M/35 — по $0,06 \text{ г/м}^2\cdot\text{с}$ (рис. 2).



Рис. 1. Гистограмма зависимости интенсивности испарения N_2 в зависимости от порошковых составов на основе кварца пылевидного

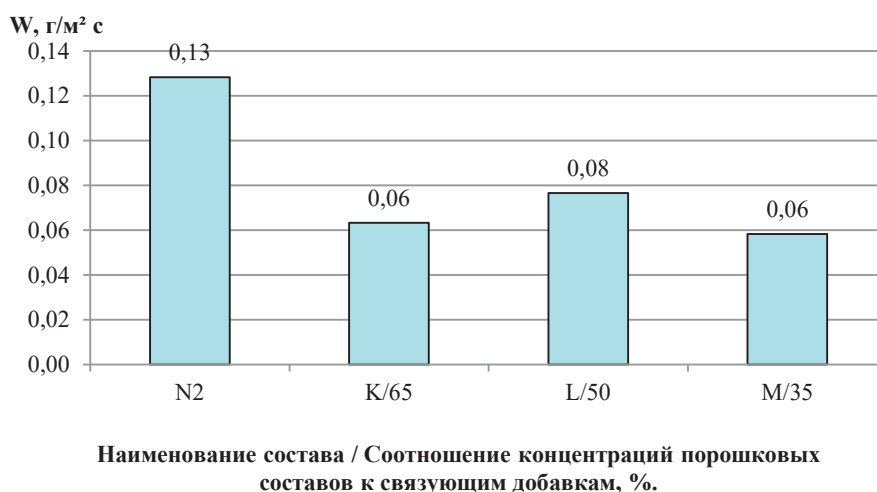


Рис. 2. Гистограмма зависимости интенсивности испарения N_2 в зависимости от порошковых составов на основе золы ОСВ

Одним из ключевых механизмов, обеспечивающих замедление испарения, является эффект Лейденфроста. Он проявляется при контакте криогенной жидкости с поверхностью, температура которой существенно превышает её точку кипения. В результате образуется тонкий устойчивый паровой слой, отделяющий жидкость от горячей поверхности. Этот слой действует как тепловой барьер, замедляя передачу тепла и тем самым снижая интенсивность испарения. В рамках эксперимента жидкий азот, испаряющийся при контакте с тёплой лабораторной ячейкой, демонстрировал образование такого парового экрана. Особенно выраженным эффект становился при использовании базальтовой ткани, обладающей низкой теплопроводностью. Это ограничивало подвод тепла к поверхности испарения, дополнительно усиливая теплоизоляционный эффект.

Дополнительно, нанесённые на ткань порошковые составы выполняли двойную роль: с одной стороны, они отражали тепловое излучение благодаря термостойким свойствам, а с другой – за счёт своей гидрофобности способствовали формированию тонкой воздушной прослойки, препятствующей эффективному теплообмену. В совокупности с эффектом Лейденфроста, возникающим на границе раздела жидкость-пар, это создавало комплексную изоляционную систему, способную существенно уменьшить теплопередачу и замедлить испарение.

Таким образом, проведённые опыты подтвердили эффективность применения порошковых покрытий на базальтовой ткани для снижения интенсивности испарения СПГ. Существенную роль в этом процессе играет эффект Лейденфроста, обеспечивающий дополнительную теплоизоляцию за счёт образования парового барьера. Полученные данные могут лечь в основу создания более эффективных систем аварийной защиты от утечек и разливов криогенных жидкостей, с целью минимизации риска возгораний и взрывов. Перспективным направлением дальнейших исследований является оптимизация состава порошковых материалов с целью повышения теплоизоляционных свойств и устойчивости к агрессивным условиям эксплуатации.

Список источников

1. Самигуллин, Г.Х. Сравнительный анализ чрезвычайных ситуаций на объектах по производству, хранению, отгрузке сжиженного природного газа и сжиженного углеводородного газа / Г.Х. Самигуллин, З.Б. Евлоев, С.В. Шарапов // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2024. – № 4(72). – С. 81-92. – DOI 10.61260/1998-8990-2025-2024-4-81-92. – EDN VQIJHG.
2. Российская Федерация. Об утверждении Государственного стандарта: Постановление Госстандарта СССР от 02.02.1982 № 146. // Гарант: сайт. – URL: <https://base.garant.ru/6178107/>.
3. Шахов С.А. Вещественный состав и свойства золы от сжигания осадков бытовых сточных вод // Вестник ЮУрГУ. Серия: Строительство и архитектура. 2023. №2. С. 31-39.
4. Проценко Т.В. Исследование процессов подавления испарения сжиженного азота применением модифицированных воздушно-механических пен и порошковых составов// Сибирский пожарно-спасательный вестник, № 1, 2025. С. 96-106.
5. Bellur K., Médici E.F., Kulshreshtha M., Konduru V., Tyrewala D., Tamilarasan A., McQuillen J., Leão J.B., Hussey D.S., Jacobson D.L., Scherschligt J., Hermanson J.C., Choi C.K., Allen J.S., A new experiment for investigating evaporation and condensation of cryogenic propellants // Cryogenics. 2016. №. 74. С. 131 – 137. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011227515001423>.
6. Повышение энергоэффективности систем охлаждения энергонасыщенного оборудования путем смещения кризиса теплообмена второго рода в область более высоких температур / Д.В. Феоктистов, Г.В. Кузнецов, Абедтазехабади Акрам, Е.Г. Орлова, С.П. Бондарчук, А.В. Дорожкин // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2023. – Т. 334. – № 4. – С.72-88.
7. Копырин Михаил Михайлович, Марков Айтал Еремеевич, Дьяконов Афанасий Алексеевич, Данилова Сахаяна Николаевна, Лебедев Михаил Петрович, Туисов Алексей Геннадьевич, Охлопкова Айталиа Алексеевна, Лазарева Надежда Николаевна, Кычкин Анатолий Константинович Сравнение способов повышения адгезии между бутадиевым эластомером и базальтовой тканью // Ползуновский вестник. 2022. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnienie-sposobov-povysheniya-adgezii-mezhdu-butadienovym-elastomerom-i-bazaltovoy-tkanyu>.

УДК 614.849

ЭВОЛЮЦИЯ ПОЖАРНОГО НАДЗОРА В РОССИИ: ОРИЕНТИР НА СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫЕ ОБЪЕКТЫ

Кузьмина Татьяна Анатольевна¹; Сай Анна Романовна²; Маер Олег Михайлович³

^{1,2,3}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹kuzmina@igps.ru

Аннотация. Отмечено, что объекты, на которых осуществляется федеральный государственный пожарный надзор, можно разделить на несколько групп. Приведены примеры объектов, входящих в каждую из групп. Констатируется, что для эффективной реализации конституционных базовых потребностей граждан представляется целесообразным сосредоточить взаимодействие инспекции с поднадзорными социально значимыми объектами.

Ключевые слова: пожарный надзор, контрольная надзорная деятельность, реформа контрольной надзорной деятельности, изменения пожарный надзор

EVOLUTION OF FIRE SUPERVISION IN RUSSIA: A GUIDE TO SOCIALLY SIGNIFICANT OBJECTS

Kuz'mina Tatiana An.¹, Sai Anna R.², Maer Oleg M.³

^{1,2,3}Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹kuzmina@igps.ru

Abstract. It is noted that the facilities at which federal state fire supervision is carried out can be divided into several groups. Examples of objects included in each group are given. It was stated that in order to effectively implement the constitutional basic needs of citizens, it seems expedient to focus the interaction of the inspection with supervised socially significant objects.

Keywords: fire supervision, supervisory control, supervisory control reform, fire supervision changes

Объекты, на которых осуществляется федеральный государственный пожарный надзор (далее – ФГПН), можно условно разделить на несколько групп (рис.1).

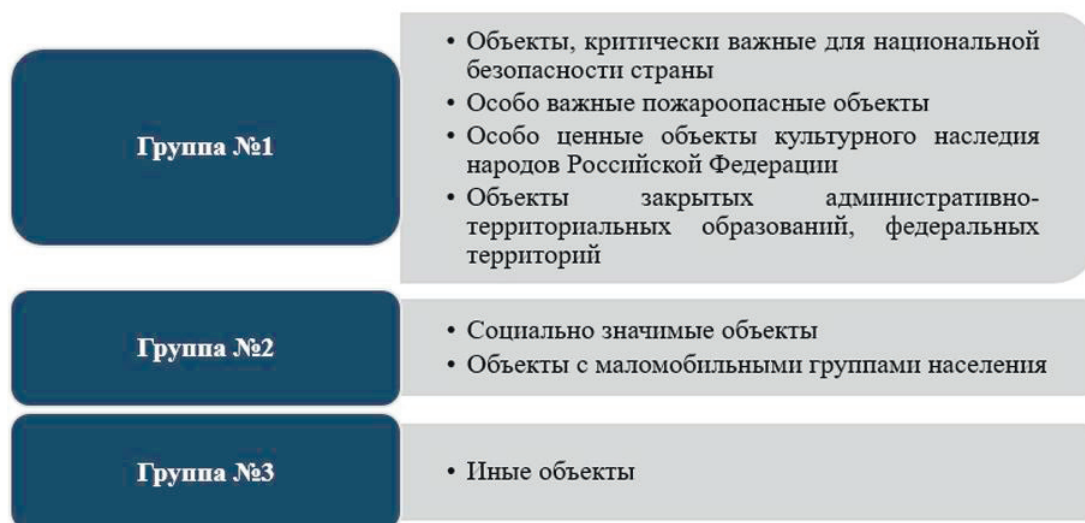


Рис. 1. Группы поднадзорных объектов, на которых осуществляется ФГПН

На объектах, критически важных для национальной безопасности страны, на особо важных пожароопасных объектах, на особо ценных объектах культурного наследия народов Российской Федерации (далее – РФ), на объектах закрытых административно-территориальных образований, федеральных территорий согласно перечня, утвержденного правительством РФ, объектовые, специальные и воинские подразделения федеральной противопожарной службы осуществляют ФГПН в режиме постоянного государственного контроля (надзора) [1-3].

Социально значимые объекты входят в перечни, утверждаемые каждым регионом РФ [4-6] (рис. 2).

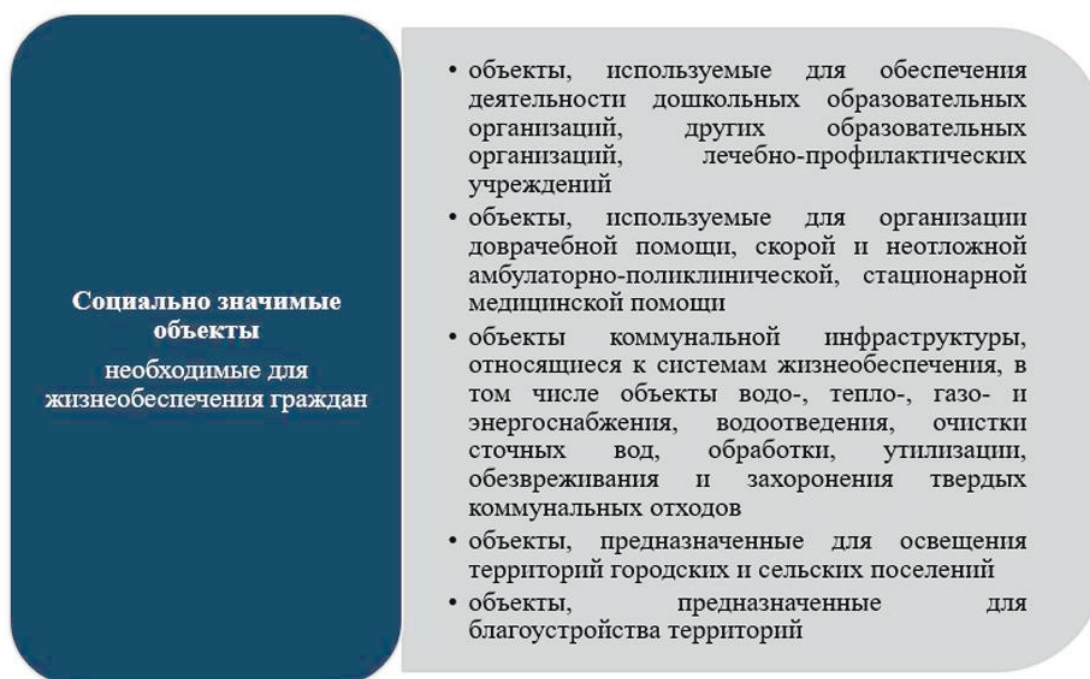


Рис. 2. Социально значимые объекты, необходимые для жизнеобеспечения граждан

Продолжая минимизировать давление надзора на бизнес [7], представляется целесообразным сосредоточить взаимодействие инспекции с поднадзорными социально значимыми объектами, в том числе с объектами с маломобильными группами населения [8–10].

В результате эффективнее будут реализовываться конституционные базовые потребности граждан [11].

Список источников

1. О внесении изменений в Федеральный закон «О пожарной безопасности» и статью 97 Федерального закона «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации»: Федеральный закон от 19 октября 2023 г. № 506-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. О пожарной безопасности: Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации: Федеральный закон от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

4. О несостоятельности (банкротстве): Федеральный закон от 26 октября 2002 г. № 127-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. Социальный кодекс Санкт-Петербурга: Закон Санкт-Петербурга от 22 ноября 2011 г. № 728-132 (принят ЗС СПб 09.11.2011). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. Гавришев, А. А. К вопросу о понятии «социально значимый объект»: обзор публикаций / А. А. Гавришев // Вестник НЦБЖД. – 2024. – № 2 (60). – С. 115–122.
7. РБК // Глава МЧС назвал основной задачей пожарного надзора помощь бизнесу. URL: <https://www.rbc.ru/society/27/12/2024/676d56699a79479cb6f814e4> (дата обращения: 15.04.2025).
8. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы: СП 1.13130.2020. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
9. Свод правил. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения: СП 59.13330.2020. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
10. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
11. «Конституция Российской Федерации» (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

УДК 614.847

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСФОРМИРУЕМЫХ ЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОЖАРНОГО РИСКА НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Иванов Алексей Владимирович¹; Войтичук Юлия Алексеевна²

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹ivanov.av@igps.ru

²jouliealex7@gmail.com

Аннотация. Представлены результаты расчетов индивидуального пожарного риска для одиночных резервуаров нефтепродуктов в условиях применения трансформируемых защитных экранов. На основании расчетных данных обозначены перспективы тепловой защиты на объектах нефтепродуктообеспечения.

Ключевые слова: тепловой поток, потенциальный риск, резервуары, нефтепродукты

PROSPECTS FOR THE USE OF TRANSFORMABLE PROTECTIVE SCREENS TO REDUCE FIRE RISK AT OIL PRODUCT STORAGE FACILITIES

Ivanov Alexey V.¹; Voytichuk Yuliya A.²

^{1,2}Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹ivanov.av@igps.ru

²jouliealex7@gmail.com

Abstract. The results of individual fire risk assessments for standalone petroleum product storage tanks using transformable protective screens are presented. Based on the calculated data, the prospects for thermal protection at fuel storage and supply facilities are outlined.

Keywords: heat flow, potential risk, storage tanks, petroleum products

Аварии на территории нефтегазового комплекса могут привести к повреждению близлежащих трубопроводов и резервуаров хранения нефтепродуктов. Установки, пострадавшие от первичной аварии, могут вызвать новые взрывы, пожары и выбросы токсичных веществ. В нефтяной промышленности возникновение такой цепочки аварий называется «эффектом домино». Эффект домино наблюдается, когда авария на одном из резервуаров приводит к переходу на соседние резервуары, вызывая вторичные аварии или аварии более высокого порядка. Вероятность возникновения и неблагоприятных последствий такого эффекта возрастает из-за растущей перегруженности промышленных комплексов и увеличения плотности населения вокруг таких комплексов.

Помимо защиты близстоящих резервуаров, неотъемлемой задачей становится повышение безопасности личного состава и техники от высоких конвективных и тепловых потоков. Один из наиболее эффективных способов защиты – применение трансформируемых защитных экранов, действие которых основано на снижении теплового излучения. Так как экраны будут располагаться в условиях высоких температурного воздействия, требуется необходимая защита металлоконструкций и разработка огнезащитных составов, стойких при высокотемпературном воздействии.

Преимущество данного вида защиты резервуаров в том, что приведение экрана в действие автоматическое, не подразумевающее присутствие человека и не нуждается в электричестве. Для защиты металлических частей экрана и обеспечения их целостной прочности целесообразно защищать их огнезащитными составами и материалами, в состав которых входят углеродные наноструктуры.

В конструкцию трансформируемого защитного экрана входит:

1. Основная часть экрана – композит, выполненный из неорганического вяжущего на основе магнезитового бетона, модифицированного углеродными наноструктурами.

2. Соединительные элементы – металл, подверженный огнезащите. Основой для модифицированных огнезащитных вспучивающихся составов, являлась вспучивающая краска для стальных конструкций.

В качестве исследований свойств трансформируемых защитных экранов были выбраны углеродные наноматериалы, содержащие астралены и графеновые нанотрубки «Tuball».

Для определения зон поражения и величины возможного ущерба от аварии проведен расчет для сценария, описывающего аварию резервуаров, расположенных на территории резервуарного парка склада бензина. Данный сценарий характеризуется, полным разрушением единичной емкости с максимальным выбросом опасного вещества, несвоевременными действиями персонала по локализации аварии и неблагоприятными метеоусловиями для распространения взрывопожароопасных веществ.

Моделирование опасных факторов пожара показало снижение теплового излучения, что влияет на величину пожарного риска. Результаты расчета пожарного риска, выполненные по методике [1], показали, что в условиях применения трансформируемых защитных экранов происходит снижение вероятности поражения тепловым потоком, обусловленным значением индивидуального пожарного риска на объекте. Индивидуальный риск R , год^{-1} , определялся по формуле:

$$R = \sum_{i=1}^n Q_n \cdot Q(A_i) \quad (1)$$

где Q_n – условная вероятность поражения человека при реализации той ветви логической схемы аварии;

$Q(A_i)$ – вероятность реализации в течении года -той ветви логической схемы аварии, год^{-1} ,
 n – число ветвей логической схемы [1, формула 3].

Значения пожарного риска для резервуаров с номинальным объемом 5000 и 10000 м^3 , $r = 25$, представлены на рисунке.

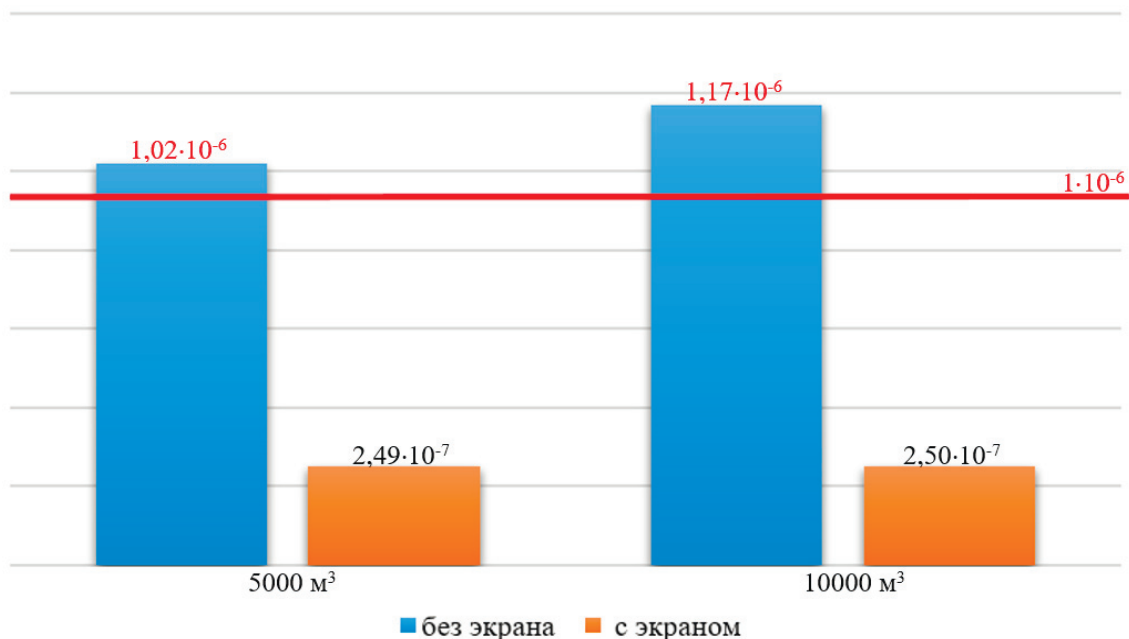


Рис. Диаграмма значений индивидуального пожарного риска без применения трансформируемых защитных экранов и с применением трансформируемых защитных экранов

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что трансформируемые защитные экраны позволяют снизить тепловой поток, а также снизить риск распространения пожара на соседние объекты. В ходе расчета было выявлено, что при использовании трансформируемых защитных экранов, пожарный риск снижается в 28 раз.

В настоящее время применение экранных конструкций способно разрешить проблемы, связанные с зонированием многофункциональных объектов транспортной инфраструктуры с массовым пребыванием людей, в т. ч. пассажирских терминалов аэропортов, обеспечением технологических связей зон, а также предотвращением распространения пожара. Это позволит снизить материальные затраты на их строительство и монтаж отдельных инженерных элементов, а также минимизировать ущерб в случае возникновения пожара

Список источников

1. Федеральный закон от 10.07.2009 № 404 «Об утверждении методики расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».
2. Галеев А.Д. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах: учебное пособие / А.Д. Галеев, С.И. Поникаров. – Казань; КНИТУ, 2017. – 152 с.
3. Еремина Т.Ю., Фадеев В.Е. Особенности применения противопожарных преград в виде экранных конструкций (стен) для защиты большепролетных пространств (на примере объектов транспортной инфраструктуры) //XXIX Международная научно-практическая конференция, посвященная 80-летию ФГБУ ВНИИПО МЧС России. 2017. С. 38–41.
4. Копылов Н.П., Хасанов И.Р. Эффективность применения теплозащитных экранов для защиты от тепловых потоков при пожарах //Безопасность труда в промышленности. 2016. №. 11. С. 38–43.

УДК 004; 519

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ И КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ НА ОСНОВЕ МОНИТОРИНГА КИБЕРИНЦИДЕНТОВ

Тукмачева Марина Алексеевна¹; Шестаков Александр Викторович²

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹mtukmacheva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-2496-7117>

²alexandr.shestakov01@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8462-6515>

Аннотация. Связность информационной, функциональной и пожарной безопасности, присущая опасным производственным объектам, порождает при решении ряда актуальных практических задач по снижению рисков и предупреждения последствий на основе мониторинга киберинцидентов. Предложены направления дальнейших исследований в системах поддержки принятия решений государственного надзора и профилактической работы в области пожарной безопасности опасных производственных объектов.

Ключевые слова: контрольно-надзорная деятельность, профилактическая работа, опасные производственные объекты, киберинциденты, информационная безопасность

COMPREHENSIVE SYSTEM OF PREVENTIVE MAINTENANCE AND CONTROL AND SUPERVISORY ACTIVITIES AT HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES BASED ON CYBER INCIDENT MONITORING

Tukmacheva Marina A.¹, Shestakov Alexander V.²

^{1,2}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹mtukmacheva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-2496-7117>

²alexandr.shestakov01@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8462-6515>

Abstract. The coherence of information, functional and fire safety inherent in hazardous production facilities generates a number of urgent practical tasks to reduce risks and prevent consequences based on monitoring cyber incidents. The directions of further research in decision support systems of state supervision and preventive work in the field of fire safety of hazardous production facilities are proposed.

Keywords: control and supervisory activities, preventive work, hazardous production facilities, cyber incidents, information security

Опасные производственные объекты играют значительную роль в обеспечении безопасности жизнедеятельности людей. Опасные производственные объекты (ОПО) определены нормами правовых документов [1], как различные предприятия и производственные объекты. Как показали результаты предварительных исследований и нормативных правовых актов повышение эффективности реагирования на чрезвычайные ситуации предопределяется предупредительно-надзорной деятельностью в области безопасности ОПО. На федеральные органы исполнительной власти возложены различные функции по осуществлению государственного надзора за безопасностью ОПО, в том числе наблюдение и контроль за пожарной безопасностью.

Информационная среда больших данных для систем поддержки принятия решений в области предупреждения чрезвычайных ситуаций на ОПО благодаря активной цифровой трансформации во всех сферах деятельности за последнее десятилетие существенно расширилась.

В составляющие рисков пожарной безопасности ОПО, в силу активного внедрения автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУТП) и управления производством (АСУП), включены риски функциональной безопасности.

Нарушение информационной безопасности может привести к рискам нарушения функциональной безопасности [2]. В настоящее время промышленные компании сталкиваются с потенциальными проблемами в области информационной безопасности, в том числе с киберинцидентами.

Промышленные киберфизические системы являются основой «Индустрии 4.0», они стали ключевой междисциплинарной областью исследований как в промышленности, так и в научных областях. Индустрия 4.0 также имеет название четвертой промышленной революции и описывает новый подход к производственным процессам, на основании массового внедрения информационных технологий в промышленность, автоматизации бизнес-процессов и распространении искусственного интеллекта. Новые вопросы, вызванные растущими масштабами и сложностью систем, недостаточным обменом информацией и использованием доступных знаний, начали угрожать общей безопасности и стабильности системы в целом [3].

Внедрение нового документа, связывающего информационную, функциональную и пожарную безопасность, обуславливает необходимость формализации процедур управления информационной и функциональной безопасности различных служб обеспечения безопасности по оценке угроз нарушения технологических процессов как по общей причине отказов, так и по результатам компьютерных атак. Сущность изложенного вопроса иллюстрирует инфологическая схема инцидентов информационной, функциональной и пожарной безопасности объекта, представленная на рисунке 1.

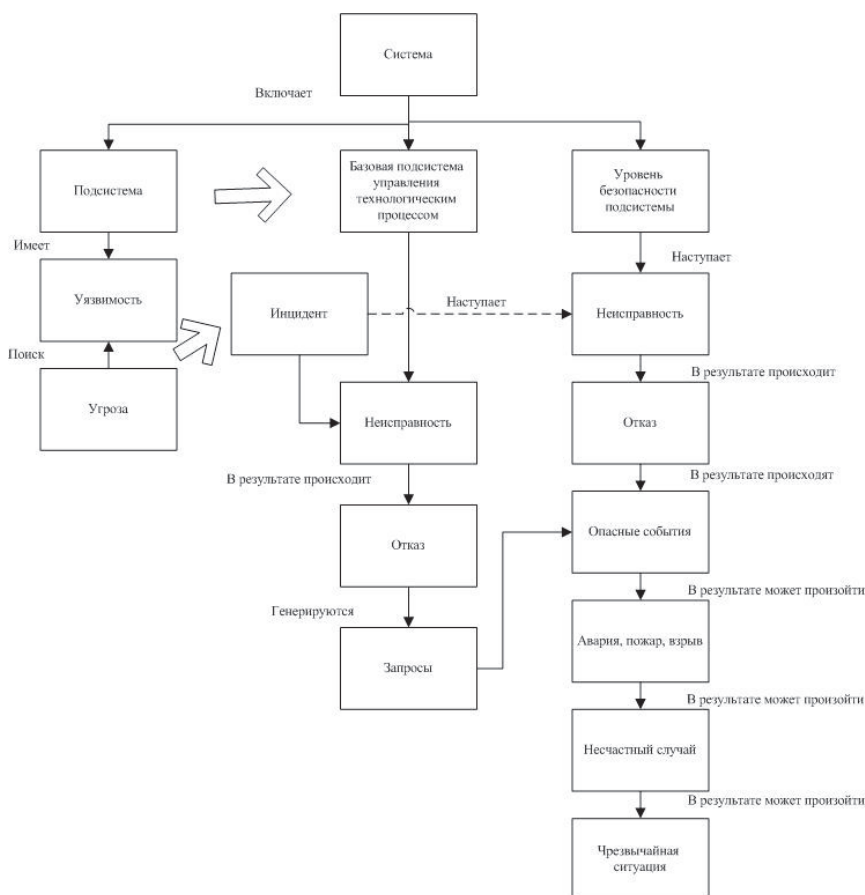
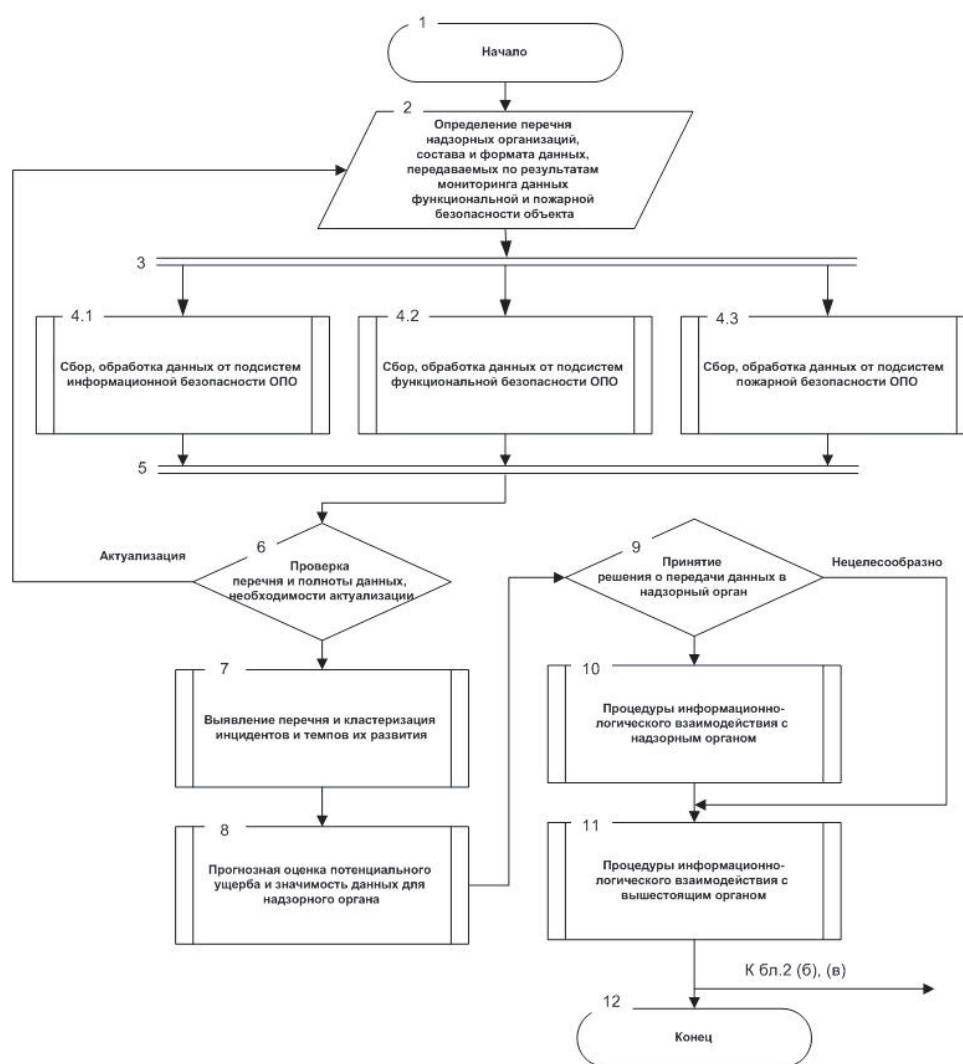


Рис. 1. Инфологическая схема инцидентов информационной, функциональной и пожарной безопасности объекта

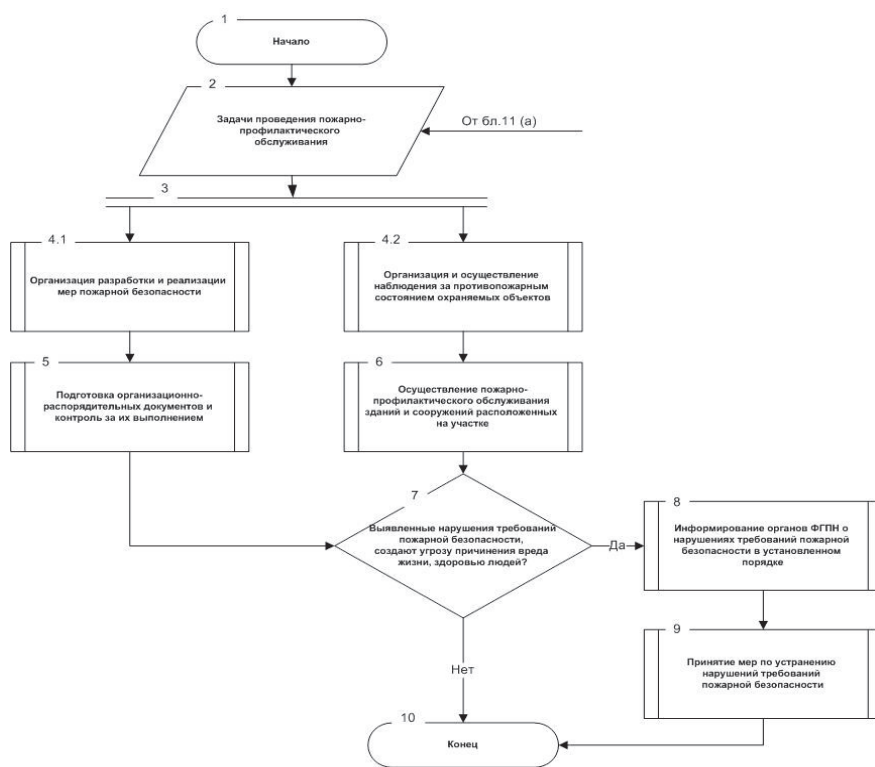
Анализ сложившейся практики иерархической организации мониторинга защищенности информационной инфраструктуры на примере регламентов выявления, анализа и устранения уязвимостей, а также тестирования и установки обновлений программного обеспечения в информационных системах, эксплуатируемых в вертикально интегрированных структурах в рамках государственной системы обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на автоматизированные системы (ГосСОПКА) [4] показывает, что в основу процедур информационно-логического взаимодействия при выявлении компьютерных атак, положены замкнутые модели обмена информацией. Это справедливо только при отсутствии информационных тяготений между субъектами различных иерархических организационных систем, в противном случае – требуется их упорядоченное горизонтальное информационно-логическое взаимодействие.

Предлагается новая модель информационно-логического взаимодействия с поднадзорными системами, представленная на рисунке 2, в виде инфологической схемы комплексной системы профилактической и надзорной деятельности на основе мониторинга киберинцидентов.

В надзорной организации при получении данных мониторинга информационной, функциональной и пожарной безопасности от объекта проводится оценка текущего состояния информационной безопасности надзорной организации по результатам которого принимается решение в части проведения профилактических мероприятий на поднадзорном объекте с целью опережающей готовности к возможному негативному развитию ситуации.



а)



6)



B)

Рис. 2. Инфологическая схема комплексной системы профилактической и надзорной деятельности на основе мониторинга киберинцидентов

Рассмотренный вопрос сложившейся практики организации в поднадзорных объектах мониторинга защищенности информационной инфраструктуры иерархических систем может быть разрешен путем реализации информационно-логического взаимодействия с системой мониторинга информационной безопасности надзорной организации. Это позволит обеспечить проактивную государственную пожарную надзорную деятельность, которая основана на результатах совмещенной оценки защищенности информационной инфраструктуры надзорной организации и связности информационной, функциональной и пожарной безопасности поднадзорного объекта.

Список источников

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 № 116-ФЗ.
2. Тукмачева М.А., Шестаков А.В. Модель связности информационной, функциональной и пожарной безопасности опасных производственных объектов // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2024. № 3. С. 98-126. DOI 10.61260/2218-130X-2024-3-98-126. EDN ANQYHG.
3. Y. Jiang, S. Yin and O. Kaynak, «Data-Driven Monitoring and Safety Control of Industrial Cyber-Physical Systems: Basics and Beyond» in IEEE Access, vol. 6, pp. 47374-47384, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2866403.
4. Аналитический отчет «Тенденции в сфере обеспечения ИБ АСУ ТП 2024-2025» // Экспертно-аналитический центр ГК InfoWatch. 2025.-17 с.

УДК 004.056.5

КИБЕРМУЗЕЙ: ОСНОВНОЙ МОДУЛЬ

Шестаков Александр Викторович¹; Кухарев Евгений Андреевич²;

Торотадзе Анастасия Игоревна³; Тукмачева Марина Алексеевна⁴

^{1,2,3,4}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹alexandr.shestakov01@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8462-6515>

²evgenijkuharev@yandex.ru

³torotadze.anastasiya@mail.ru

⁴mtukmacheva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-2496-7117>

Аннотация. Современное музееведение переходит к новому научно-технологическому профилю музея, порождаемому цифровой трансформацией различных сфер деятельности человечества и их кибербезопасности, дефинициям артефакта, музейного предмета и его ценностей в метриках техногенной безопасности, в частности рисков и киберинцидентов информационной, функциональной и пожарной безопасности. С учетом позиций международных и отечественных повесток в области музееведения и внедрения новых цифровых технологий, предложена онлайн-платформа формирования виртуального музея киберинцидентов в парадигме транспонирования принятых форм и способов представления артефактов через призму реальности цифровых артефактов киберинцидентов.

Ключевые слова: виртуальный музей, информационная безопасность, онлайн-платформы

CYBERMUSEUM: THE MAIN MODULE

Shestakov Alexander V.¹; Kukharev Evgeny An.²;

Torotadze Anastasia Ig.³; Tukmacheva Marina Al.⁴

^{1,2,3,4}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹alexandr.shestakov01@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8462-6515>

²evgenijkuharev@yandex.ru

³torotadze.anastasiya@mail.ru

⁴mtukmacheva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-2496-7117>

Abstract. Modern museology is moving to a new scientific and technological profile of the museum, generated by the digital transformation of various spheres of human activity and their cybersecurity, definitions of artefacts, museum objects and their values in terms of technogenic security, in particular risks and cyber incidents of information, functional and fire safety. Taking into account the positions of international and domestic agendas in the field of museology and the introduction of new digital technologies, an online platform for the formation of a virtual museum of cyber incidents is proposed in the paradigm of transposing accepted forms and ways of presenting artifacts through the prism of the reality of digital cyber incident artifacts.

Keywords: virtual museum, information security, online platforms

Введение

Концепция виртуального музея киберинцидентов техносферной безопасности - организационно-технической структуры, представленной в [1] как открытой, доступной и инклюзивной для любых групп посетителей - пользователей цифровых сервисов музейных информационно-телекоммуникационных ресурсов, которая служит обществу в противодействии техногенным, социокультурным угрозам, терроризму и экстремистской идеологии, деструктивному иностранному информационно-психологическому воздействию, в том числе киберугрозам, в условиях роста гибридных угроз, обуславливает создание дизайн-макета программного изделия. Цифровые сервисы виртуального музея позволят пользователям получить практический опыт с использованием доступных и привычных для

них средств коммуникаций посредством информационных ресурсов сети интернет. В музейной практике информационной безопасности, как показывают результаты анализа, такой подход должного распространения не имеет, что определяет несомненную актуальность, научную новизну и практическую значимость исследования.

Основы исследования и постановка задачи

С целью создания и развертывания Виртуального Кибермузея должна быть исследована возможность создания интерактивной онлайн-платформы, которая предназначена для просвещения пользователей в области киберугроз и способов их предотвращения. Онлайн-платформа должна поддерживать несколько функциональных программных модулей: образовательные игры, тесты, видеоматериалы и новости, которые совместно формируют эффективную обучающую среду. Проанализировать существующий уровень онлайн-платформ виртуальных музеев. По результатам анализа разработать предложения по созданию онлайн-платформы Виртуального музея на основе известных прецедентов для развития понимания и знаний в области информационной безопасности инфраструктуры организаций и учреждений.

Методы исследования

Контент-анализ доступных источников научно-технической информации в области онлайн-платформ виртуальных музеев информационной безопасности.

Результаты

Исследование существующих практик представления артефактов в области информационной безопасности показывает, что системы информационной безопасности и средства защиты информации, как музейные предметы, частично представлены в правительственных и частных зарубежных и отечественных музеях (CIA Museum, The National Cryptologic Museum, The International Spy Museum, Deutsches Spionage Museum, Музей криптографии). Компании-разработчики средств защиты информации вынуждены предоставлять пользователям информацию из киберсреды в форме доступной для их восприятия, например, в форме реального мира посредством интерактивной карты киберугроз в мире (Касперский).

Существующие реализации прототипов сайтов виртуального музея представлены различными экспонатами в области информационных технологий и информационной безопасности. Например, The Malware Museum (виртуальный онлайн музей вредоносных программ), владелец: М.Хюппонен, Дж.Скотт; Криптографический фронт - виртуальный музей, владелец: НКО «Фонд содействия развитию безопасных информационных технологий»; Музей информационной безопасности, владелец МГПУ им. М.Е. Евсевьева; Онлайн-музей ИнфоТеКС, владелец компания ИнфоТеКС.

Рост киберугроз от кибермошенничества обусловил введение дополнительных интернет-страниц на сайтах виртуальных музеев непрофильных тематик, таких как информационные технологии и информационная безопасность (Виртуальный музей «СТОЛОТО»; Дом-Музей М.А. Волошина; Музей космонавтики).

Несмотря на представленную номенклатуру виртуальных музеев в ней отсутствует многофункциональная система артефактов инцидентов информационной безопасности в техносфере.

Предлагается многоуровневая архитектура Виртуального музея киберинцидентов в виде функциональных программных модулей, объединенных технологической платформой - онлайн-платформой сайта кибермузея.

Сайт Кибермузея организован по четкой и логичной структуре. Главная страница сайта содержит ссылки на ключевые разделы: Тесты, Игры, Новости, Авторизацию, а также информацию о самом музее. Каждый из разделов реализован как отдельная HTML-страница, соблюдая единый стиль и дизайн. Основной раздел сайта представляет собой информационную страницу с динамическим контентом.



Рис. 1. Главная страница (скрин-шот дизайн-макета)

На главной странице представлен логотип Виртуального музея, основное меню с разделами, а также визуальный контент, который помогает пользователю ориентироваться в структуре сайта.

При создании платформы использованы современные веб-технологии. Основные страницы сайта разработаны на HTML5, что позволяет обеспечить совместимость и корректное отображение контента на различных устройствах. Для стилизации элементов интерфейса применен CSS, с помощью которого реализована адаптивность и визуальная привлекательность сайта.

Интерактивность сайта, включая функционал игр и тестов, обеспечивается с помощью JavaScript.

Каждая страница сайта содержит навигационное меню, выполненное с помощью тега `<nav>`, с единым дизайном, реализованным через CSS-файл.

Игры и тесты размещены на отдельных страницах (`games.html`, `ddos-game.html`, `minesweeper.html`, `test.html`).

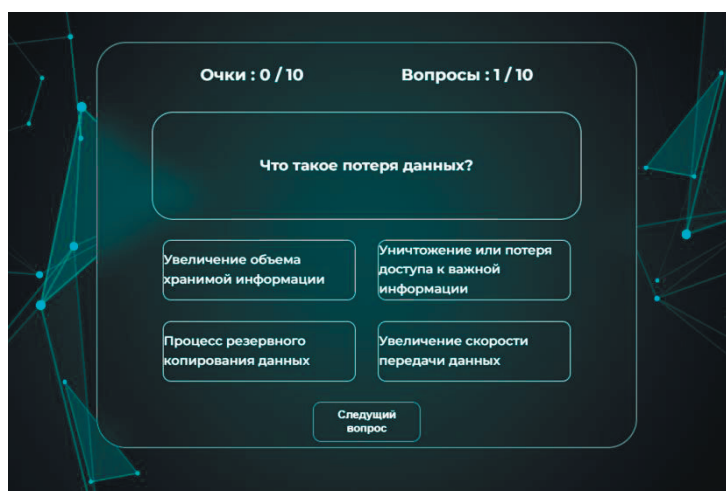


Рис. 2. Тестовая страница (скрин-шот дизайн-макета)

Для авторизации пользователей создана страница `register.html`, на которой пользователи могут зарегистрироваться или войти в свой аккаунт.

Раздел тестов содержит набор вопросов по теме кибербезопасности с возможностью выбора правильного ответа.

Дизайн сайта реализован при помощи отдельных CSS-файлов, таких как `Style.css`, `news.css`, `games.css`, `videos.css` и `register.css`. Стили обеспечивают единый вид сайта, включая цветовую гамму, шрифты (Montserrat и IBM Plex Mono), а также элементы навигации и

формы авторизации. Использование CSS обеспечивает адаптивность сайта под различные разрешения экранов.

Раздел видеоматериалов содержит обучающие видео по кибербезопасности, которые интегрированы в HTML и стилизованы с помощью CSS.

Новости публикуются регулярно, информируя посетителей о последних событиях и трендах в области информационной безопасности, что поддерживает интерес пользователей и актуальность представленной информации.

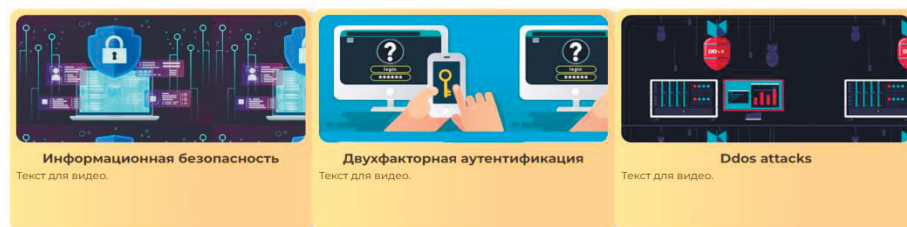


Рис. 3. Тестовая страница (скрин-шот дизайн-макета)

Видеоуроки включают полезную информацию о том, как защитить свои данные и важность соблюдения принципов безопасности в сети.

Особое внимание при разработке уделено оптимизации производительности сайта. Все изображения, видео и стили тщательно оптимизированы, чтобы обеспечить высокую скорость загрузки страниц и бесперебойную работу сайта даже при низкоскоростном интернет-соединении.

Заключение

Онлайн-платформа Виртуального музея киберинцидентов техносферной безопасности входит в состав дидактических средств библиотеки образовательных практик по профилю подготовки «Информационная безопасность».

Предложенное решение может использоваться для широкого круга пользователей как для централизованного, так и самостоятельного применения.

Виртуальный музей должен стать ключевой современной цифровой образовательной средой, которая помогает специалистам и широкой общественности лучше понимать природу кибератак, методы защиты от них и последствия таких инцидентов, особенно в техногенной сфере. Важно усилить значимость повышения осведомленности общества о проблемах кибербезопасности техносферы.

Музей может играть роль просветительского центра, объясняя простым языком сложные технические вопросы и демонстрируя важность защиты информации и инфраструктуры.

Список источников

1. Шестаков А.В., Билятдинов К.З. Виртуальный Музей Киберинцидентов: Реальность Цифровых Артефактов // International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 vol. 13, no. 3, 2025. P.58-62.

УДК 004.056.5

КИБЕРМУЗЕЙ: МОДУЛЬ ОБУЧЕНИЯ И ТЕСТИРОВАНИЯ

Шестаков Александр Викторович¹; Уткин Михаил Юрьевич²;

Заикин Даниил Дмитриевич³, Тукмачева Марина Алексеевна⁴

^{1,2,3,4} Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹alexandr.shestakov01@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8462-6515>

²deadskin43@gmail.com

³onkzkamaksim@gmail.com

⁴mtukmacheva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-2496-7117>

Аннотация. Одной из задач Виртуального музея инцидентов информационной безопасности в техносфере является повышение осведомленности посетителей сайта в области информационной безопасности. Решение подобного класса задач достигается применением видеоконтента и тестовых заданий в привлекательной форме и ограниченного объема по актуальным аспектам знаний, умений и навыков тестируемого. Авторами предлагается ввести в модульную архитектуру Виртуального музея программный модуль обучения и тестирования, пример реализации которого, может развить понимание и знания в области информационной безопасности.

Ключевые слова: виртуальный музей, информационная безопасность, видеоконтент информационной безопасности, тестирование

CYBERMUSEUM: TRAINING AND TESTING MODULE

Shestakov Alexander V.¹; Utkin Mikhail Y.²; Zaikin Daniil D.³, Tukmacheva Marina A.⁴

^{1,2,3,4} Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint Petersburg, Russia

¹alexandr.shestakov01@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8462-6515>

²deadskin43@gmail.com

³onkzkamaksim@gmail.com

⁴mtukmacheva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-2496-7117>

Abstract. One of the tasks of the Virtual Museum of Information Security Incidents in the Technosphere is to increase the awareness of website visitors in the field of information security. The solution of this class of tasks is achieved by using video content and test tasks in an attractive form and limited volume on relevant aspects of the subject's knowledge, skills and abilities. The authors propose to introduce a training and testing software module into the modular architecture of the Virtual Museum, an example of which can develop understanding and knowledge in the field of information security.

Keywords: virtual museum, information security, information security video content, testing

Введение

В современном мире, где цифровые технологии проникают во все сферы нашей жизни, киберграмотность становится неотъемлемой частью образования и профессиональной подготовки. Для получения знаний и навыков в этой области необходимы инструменты, которые помогут пользователям не только учиться, но и проверять свои знания. Одним из таких инструментов является модуль обучения и тестирования, который включает в себя обучающие видеоролики и интерактивные тесты различного уровня сложности.

Основы исследования и постановка задачи

С целью развития функциональности создаваемого виртуального музея инцидентов информационной безопасности в техносфере [1] должен быть проведен анализ возможности использования технологий обучения и тестирования уровня осведомленности в области информационной безопасности. По результатам анализа разработать предложения по созданию программного модуля в архитектуре виртуального музея обучения и тестирования.

Методы исследования

Контент-анализ публикаций, фактографический анализ сведений БД Роспатента.

Результаты

Модуль обучения и тестирования делится на две части и представляет собой веб-страницу, на которой пользователи могут получить доступ к тестам и информационным видео по киберграмотности. Данный модуль охватывает широкий спектр тем — начиная от основ безопасности в интернете и заканчивая более сложными аспектами, такими как защита личных данных и киберугрозы.

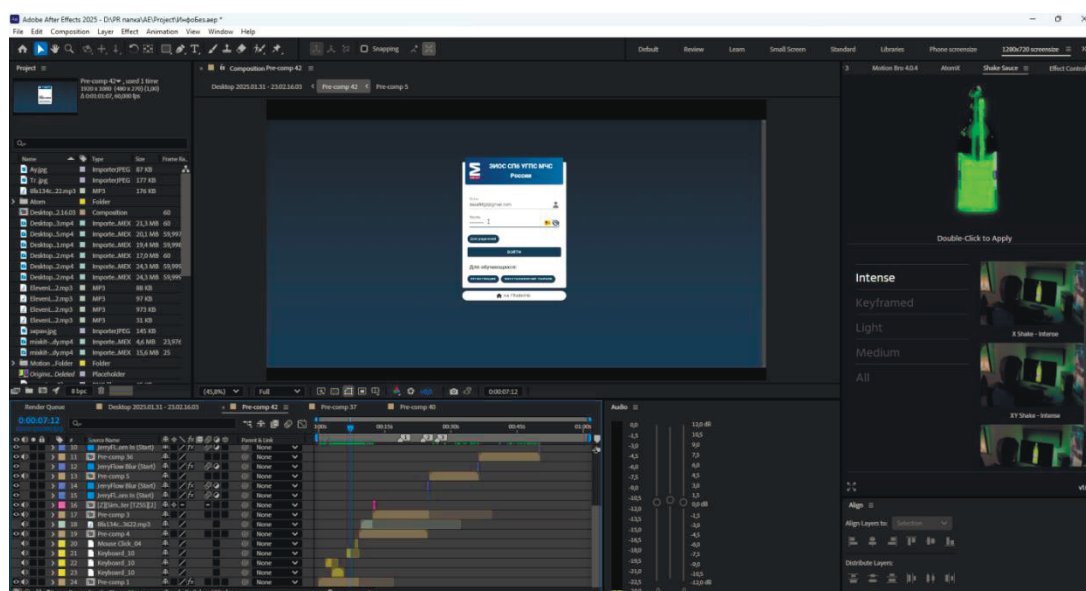


Рис. 1. Модуль обучения и тестирования

Важной частью модуля являются обучающие видеоролики, которые позволяют пользователям усваивать материал в удобном формате. Видеоуроки могут быть разбиты на несколько тем, что позволяет изучать материал в индивидуальном темпе. Каждый ролик сопровождается дополнительными материалами: статьями и ссылками на полезные ресурсы, что способствует более глубокому пониманию темы.

Задача заключалась в создании серии обучающих видеороликов, направленных на помощь людям с начальными знаниями в этой области.

Структура видеороликов:

- контент разделён на логические блоки: от базовых понятий (например, «Что такое DDoS-атаки?») до практических советов;
- каждый ролик длится 1–2 минуты, что позволяет легко усваивать информацию без перегрузки.
- Видеомонтаж и визуальное оформление:
- использовались программы Adobe Premiere Pro и Adobe After Effects для монтажа, а также OBS Studio для записи скринкастов;
- добавлены анимации, субтитры и визуальные подсказки для повышения наглядности.

Интеграция с модулем тестирования:

– после каждого ролика предусмотрены короткие интерактивные тесты для закрепления изученного материала.

С целью апробации разработаны два обучающих видеоролика, охватывающих ключевые аспекты информационной безопасности. Контент получил положительные отзывы от тестовой аудитории, особенно была отмечена ясность подачи и практическая польза.

Пользователи, ознакомившись с материалами, могут проверить или закрепить знания, пройдя тесты.

Тесты разделены на несколько уровней сложности: начальный, средний и продвинутый. Это позволяет каждому выбрать подходящий уровень в зависимости от опыта. Также важную роль играет визуализация формы ответов.

Планируется добавить в пустые зоны страницы интерактивные объекты, которые смогут привлечь внимание пользователей. Также будет реализовано разделение на три уровня сложности с удобным интерфейсом для прохождения тестов прямо на странице.

Чтобы пользователь захотел закрепить свои знания, необходимо проработать визуальную часть сайта. Важно удобство, интуитивность и привлекательность интерфейса, чтобы не оттолкнуть, а заинтересовать пользователя. Для обеспечения такой задачи предусмотрены интерактивные элементы: кнопки, слайдеры и другие средства, которые делают процесс прохождения тестов более увлекательным.

Реализованы элементы статистики: возможность отслеживать прогресс и видеть результаты, чтобы понимать свои достижения и зоны роста.

Управление страницей: лёгкое и удобное перемещение между тестами с помощью боковых кнопок, стрелок вниз и прокрутки колёсиком мыши.

Планируется реализация регистрации для сохранения результатов тестирования. Пользователь сможет отслеживать прогресс и возвращаться к пройденным тестам. На этой странице пользователь выбирает уровень сложности: начальный, средний или продвинутый. В пустых окнах будут размещены изображения, визуализирующие уровни сложности. Пользователя встречает интерактивный объект слева и кнопка начала тестирования. Тест отображается как всплывающее окно с вопросами, как реализовано в демо-версии сайта.

В настоящее время разработан один тест без выделенного уровня сложности. В нём присутствуют вопросы, как лёгкие, так и сложные. Планируется разработка трёх блоков тестов: начальный уровень; средний уровень; продвинутый уровень.

Модуль обучения и тестирования по киберграмотности — это важный шаг к формированию цифрового подкованного общества. Благодаря интеграции обучающих видеоматериалов и тестов различного уровня сложности, пользователи получают не только теоретические знания, но и практические навыки, необходимые для безопасного взаимодействия в цифровой среде.

Продуманная визуальная часть, интуитивный интерфейс и система отслеживания прогресса делают обучение не только полезным, но и увлекательным. Мы стремимся создать пространство, где каждый пользователь - от новичка до продвинутого - сможет почувствовать себя уверенно и комфортно в мире информационных технологий.

Заключение

Предлагаемый модуль обучения и тестирования Виртуального музея киберинцидентов техносферной безопасности входит в состав дидактических средств библиотеки образовательных практик по профилю подготовки «Информационная безопасность». Программный модуль может использоваться для широкого круга пользователей как для централизованного, так и для самостоятельного применения.

Список источников

1. Шестаков А.В., Билятдинов К.З. Виртуальный Музей Киберинцидентов: Реальность Цифровых Артефактов // International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 vol. 13, no. 3, 2025. P.58-62.

УДК 004.056.5

КИБЕРМУЗЕЙ: МОДУЛЬ ГЕЙМИФИКАЦИИ

Шестаков Александр Викторович¹; Васильев Антон Сергеевич²; Гребенщикова Алёна Игоревна³; Воловиков Георгий Владимирович⁴; Тукмачева Марина Алексеевна⁵

^{1,2,3,4,5} Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹alexandr.shestakov01@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8462-6515>

²vasilevtoha22@gmail.com

³Grebenshhikova.alyona06@mail.ru

⁴gosavolovikov4@gmail.com

⁵mtukmacheva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-2496-7117>

Аннотация. Анализ доступных открытых источников информации показал неуклонный многолетний рост научного и практического интереса к вопросам геймификации различных областей образовательной деятельности, в том числе информационной безопасности. Анализ precedентов практической реализации программных изделий, зарегистрированных Роспатентом, показал разнообразие применяемых форм и способов геймификации с целью повышения компетенций обучаемых по профилю «Информационная безопасность». Авторами предлагается ввести в модульную архитектуру виртуального музея программный модуль геймификации, пример реализации которого, на основе известного «Тетриса», может развивать понимание и знания о разновидностях преднамеренных компьютерных атак на элементы сетевой инфраструктуры организаций и учреждений.

Ключевые слова: виртуальный музей, информационная безопасность, геймификация образования, тетрис

CYBER MUSEUM: GAMIFICATION MODULE

Shestakov Alexander V.¹; Vasiliev Anton S.²; Grebenshchikova Alyona I.³;

Volovikov Georgiy V.⁴; Tukmacheva Marina A.⁵

^{1,2,3,4,5} Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint Petersburg, Russia

¹alexandr.shestakov01@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8462-6515>

²vasilevtoha22@gmail.com

³Grebenshhikova.alyona06@mail.ru

⁴gosavolovikov4@gmail.com

⁵mtukmacheva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-2496-7117>

Abstract. An analysis of available open sources of information has shown a steady long-term growth of scientific and practical interest in gamification issues in various fields of educational activity, including information security. The analysis of the precedents of the practical implementation of software products registered by Rospatent showed a variety of applied forms and methods of gamification in order to improve the competencies of trainees in the field of «Information Security». The authors propose to introduce gamification software modules into the modular architecture of the virtual museum, an example of which, based on the well-known Tetris, can develop understanding and knowledge about the types of deliberate computer attacks on elements of the network infrastructure of organizations and institutions.

Keywords: virtual museum, information security, gamification of education, tetris

Введение

Проблематика создания виртуального музея киберинцидентов техносферной безопасности концептуально представлена в обзорной статье Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, опубликованной в 2025 году [1]. В статье дано определение

этой организационно-технической структуре, как открытая, доступная и инклюзивная для любых групп посетителей - пользователей цифровых сервисов музейных информационно-телекоммуникационных ресурсов, которая служит обществу в противодействии техногенным, социокультурным угрозам, терроризму и экстремистской идеологии, деструктивному иностранному информационно-психологическому воздействию, в том числе киберугрозам, в условиях роста гибридных угроз [1]. Одним из направлений развития цифровых сервисов виртуального музея целесообразно рассматривать геймификацию. Геймификация достаточно новый подход, который позволяет пользователям получить практический опыт с использованием доступных и привычных для них средств обучения. В музейной практике информационной безопасности такой подход должного распространения не имеет, что определяет несомненную актуальность тематики настоящего исследования.

Основы исследования и постановка задачи

С целью развития функциональности создаваемого виртуального музея инцидентов информационной безопасности в техносфере должен быть проведен анализ возможности использования технологий геймификации для целевых задач музея. Проанализировать существующий уровень геймификации образовательной деятельности в области информационной безопасности. Провести анализ прецедентов практической реализации программных изделий, зарегистрированных Роспатентом в области информационной безопасности. По результатам анализа разработать предложения по созданию программного модуля в архитектуре виртуального музея на основе известных прецедентов для развития понимания и знаний, например, о разновидностях преднамеренных компьютерных атак на элементы сетевой инфраструктуры организаций и учреждений.

Методы исследования

Анализ исследований зарубежных и российских ученых в области геймификации образовательной деятельности проводился на основе контент-анализа публикаций. Анализ объектов интеллектуальной собственности - по базам данных Роспатента на основе фактографического анализа сведений и сравнительного анализа зарегистрированных методов и технологий геймификации образовательной деятельности в области информационной безопасности.

Результаты

Специалистами Кардиффского университета в 2024 году опубликованы результаты исследования [2], которые посвящены использованию геймификации, как формы игрового обучения бакалавриата и магистратуры для междисциплинарных связей физики, математики, информатики для студентов, проходящих обучение не по профилю «Кибербезопасность», с целью их вовлечения в процесс получения новых знаний, повышения киберграмотности и осведомленности. Несмотря на высокие результаты, полученные Кардиффским университетом при реализации CTF-соревнований, предложенная форма геймификации требует одновременного участия значительного количества соревнующихся и соответствующий ресурс обеспечивающего персонала.

Более широкое применение геймификации предложено в [3] при изучении криптографии, так как данная область знаний ориентирована на поиск и логическое выполнение процедур приближаясь к игровым процедурам.

Отечественные публикации за 2024 год представлены исследованиями применения геймификации в области информационной безопасности для повышения грамотности общества, мотивации к изучению профильных образовательных дисциплин, подготовки специалистов для реальных секторов экономики.

Анализ более 100 технических решений в сфере геймификации, представленных в Роспатенте и имеющих охранные документы в период 2013 по 2025 годы, показал:

– во-первых, имеются реализации для проведения турниров в компьютерных играх;
 – во-вторых, игры в ИБ-образовании по разработаны для различных направлений (основы информационной безопасности, тест-квест, телеграмм-боты командных игр);
 – в-третьих, широко известные программы «Тетрис» имеют пользовательский интерес и в настоящее время (Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2024619588, №2024616764, №2022682408, №2022666762).

В качестве прообраза программного модуля геймификации Виртуального музея предлагается компьютерная игра «Тетрис», сравнительные характеристики которой представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Сравнительные характеристики предлагаемого решения
и зарегистрированных в Роспатенте программ для ЭВМ**

	Аналог	Прототип 1	Прототип 2	Прототип 3	Прототип 4
Название	Тетрис_Кибер	Компьютерная игра «Тетрис 2k2»	Австралийский тетрис	Программная реализация игры «Tetris»	Программная реализация игры в тетрис
Год разработки/регистрация	2025	2024/ 24.04.2024	2024/ 25.03.2024	2022/ 22.11.2022	2022/ 06.09.2022
Номер документа	Заявка не подана	2024619588	2024616764	2022682408	2022666762
Контент	ИБ	Нет	Нет	Safe Box Inversion	Статистика пользователя
Объекты	Различные	Тетрамино	Различные	Различные	Различные
Тип ЭВМ	IBM PC-совмест. ПК				
Разработка	C#	C++/CLI	C#	C#	Python
ОС	Linux	DOS 6.22	Windows	Windows	Windows
Объем	10 Кб	7 Кб	270 Кб	2552 Кб	17 Кб

Особенностью предлагаемого программного решения является введение контента информационной безопасности в наименовании геометрических блоков, который характеризуется разновидностями DDOS-атаками на сетевое оборудование различной информационной инфраструктуры.

Заключение

Предлагаемый модуль геймификации Виртуального музея киберинцидентов техносферной безопасности входит в состав дидактических средств библиотеки образовательных практик по профилю подготовки «Информационная безопасность». Программный модуль может использоваться для широкого круга пользователей как для централизованного, так и самостоятельного применения.

Список источников

1. Шестаков А.В., Билятдинов К.З. Виртуальный Музей Киберинцидентов: Реальность Цифровых Артефактов // International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 vol. 13, no. 3, 2025. P.58-62.
2. Williams, L., Anthi, E., Cherdantseva, Y., Javed, Amir. Leveraging Gamification and Game-based Learning in Cybersecurity Education: Engaging and Inspiring Non-Cyber Students // Journal of The Colloquium for Information Systems Security Education 11(1):8, February 2024. DOI:10.53735/cisse.v11i1.186.
3. Huitema, D., Wong, A., A Case Study in Gamification for a Cybersecurity Education Program: A Game for Cryptography // arXiv:2502.06706v1 [cs.CR] 10 Feb 2025. DOI:10.48550/arXiv.2502.06706.

УДК 004.056.5

КИБЕРМУЗЕЙ: МОДУЛЬ НОВОСТЕЙ

Шестаков Александр Викторович¹; Васильев Антон Сергеевич²; Войтенко Никита Алексеевич³; Торотадзе Анастасия Игоревна⁴; Тукмачева Марина Алексеевна⁵

^{1,2,3,4,5}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹alexandr.shestakov01@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8462-6515>

²vasilevtoha22@gmail.com

³repyve@yandex.ru

⁴torotadze.anastasiya@mail.ru

⁵mtukmacheva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-2496-7117>

Аннотация. Виртуальный музей инцидентов информационной безопасности в техносфере должен поддерживать новостную повестку как в области музееведения, так и в осведомленности пользователей о текущих изменениях в нормативной правовой тематике, угрозах и рисках информационной безопасности различных объектов информационной инфраструктуры и социальной безопасности. Новостная лента может актуализироваться с применением различных технологий и способов, главное, чтобы было обеспечено рациональное сочетание объема, содержания и востребованности контента. Авторами предлагается ввести в модульную архитектуру Виртуального музея программный модуль новостной ленты, пример реализации которого, подтверждает возможность решения поставленной задачи применением минимальных средств и ресурсов по их сопровождению.

Ключевые слова: виртуальный музей, информационная безопасность, контент информационной безопасности, новостная лента

CYBERMUSEUM: THE NEWS MODULE

Shestakov Alexander V.¹; Vasiliev Anton S.²; Voitenko Nikita A.³;

Torotadze Anastasia I.⁴; Tukmacheva Marina A.⁵

^{1,2,3,4,5}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹alexandr.shestakov01@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8462-6515>

²vasilevtoha22@gmail.com

³repyve@yandex.ru

⁴torotadze.anastasiya@mail.ru

⁵mtukmacheva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-2496-7117>

Abstract. The virtual museum of Information Security Incidents in the technosphere should support the news agenda both in the field of museology and in user awareness of current changes in regulatory and legal issues, threats and risks to information security of various information infrastructure facilities and social security. The news feed can be updated using various technologies and methods, the main thing is to ensure a rational combination of volume, content and relevance of the content. The authors propose to introduce a news feed software module into the modular architecture of the Virtual Museum, an example of which confirms the possibility of solving the task using minimal funds and resources to support them.

Keywords: virtual museum, information security, information security content, news feed

Введение

В условиях экспоненциального роста цифровой трансформации и эскалации киберугроз, создание специализированных платформ для просвещения, профессиональной подготовки и обмена опытом в области информационной безопасности (ИБ) приобретает критическое значение. Одним из перспективных направлений является разработка и внедрение виртуальных музеев, аккумулирующих знания о киберинцидентах, технологиях

защиты и лучших практиках обеспечения ИБ. В рамках данной парадигмы, студентами Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России инициирован проект «Виртуальный музей киберинцидентов» [1]. Представляется достаточно актуальным ведение ленты новостей музея, которая является неотъемлемым элементом виртуального пространства, объединяющим функции информирования, образования и коммуникации. Развитие и совершенствование новостной ленты способствует повышению эффективности просветительской и образовательной миссии Виртуального музея, а также формированию современной культуры кибербезопасности в России и за ее пределами.

Основы исследования и постановка задачи

Модуль новостей Виртуального музея должен представлять собой специализированный раздел веб-сайта, ориентированный на предоставление оперативной информации о текущих событиях в области кибербезопасности, пополнении экспозиционного фонда музея, а также анализе значимых киберинцидентов и трендов в сфере защиты информации.

Модуль должен быть предназначен для оперативного информирования целевой аудитории о ключевых событиях в сфере кибербезопасности, обновлениях музейных экспозиций, образовательных инициативах и актуальных результатах научных исследований.

Модуль должен выполнять ключевую функцию по поддержанию вовлеченности пользователей, распространению знаний о современных киберугрозах и формированию осознанного подхода к обеспечению кибербезопасности.

Методы исследования

Контент-анализ отечественных и зарубежных публикаций, фактографический анализ сведений БД Роспатента.

Результаты

В процессе разработки Модуля новостей уточнены его основные функции:

- оперативное обновление информационного контента (своевременное предоставление информации о новых киберинцидентах, уязвимостях и событиях, затрагивающих сферу ИБ);
- образовательная и просветительская направленность (распространение знаний о киберугрозах, методах защиты и лучших практиках обеспечения ИБ среди широкой аудитории пользователей);
- анонсирование мероприятий (информирование о планируемых вебинарах, лекциях, квестах и других мероприятиях, проводимых музеем с целью повышения осведомленности в области кибербезопасности);
- предоставление аналитических материалов и экспертных оценок (публикация аналитических обзоров, тематических исследований и кейсов от ведущих экспертов в области ИБ, направленных на углубленное изучение киберугроз и разработку эффективных стратегий защиты);
- интеграция с образовательными ресурсами музея (обеспечение взаимосвязи модуля новостей с образовательными курсами, интерактивными заданиями и другими ресурсами, направленными на формирование цифровой культуры и повышение уровня киберграмотности пользователей).

Модуль новостей разработан с применением современных веб-технологий, обеспечивающих высокую производительность, масштабируемость и удобство использования.

Архитектура модуля новостей включает Backend (серверную часть) на основе Django (Python); Frontend (клиентская часть) на основе React (JavaScript); Базу данных (PostgreSQL) и операционную систему (Linux (Ubuntu)). Серверная часть модуля реализована с использованием языка Python и фреймворка Django для разработки веб-приложений,

включая ORM (Object-Relational Mapping) для работы с базами данных, шаблонизатор для генерации HTML-страниц и систему управления пользователями. Для создания клиентской части (интерактивного пользовательского интерфейса) используется JavaScript-фреймворк React. В качестве СУБД выбрана PostgreSQL, отличающаяся высокой надежностью, производительностью и поддержкой современных функций, таких как транзакции ACID и расширения для работы с данными различных типов. Сервер, на котором размещен веб-сайт, работает под управлением ОС Linux (Ubuntu Server).

Таким образом, предлагаемая лента новостей Виртуального музея обеспечивает, реализованная соответствующем функциональным программным модулем:

- отображение новостных материалов в хронологическом порядке, с возможностью фильтрации по дате, тематике и источнику;
- предоставление доступа к подробной информации о каждом событии или инциденте, включая описание, причины, последствия и рекомендации по предотвращению;
- использование тегов, категорий и поиска, по ключевым словам, для облегчения навигации и поиска интересующей информации;
- поддержку графических материалов, таких как изображения, скриншоты и инфографика, для наглядного представления информации;
- возможность комментирования и обсуждения новостей зарегистрированными пользователями, способствующая формированию профессионального сообщества и обмену знаниями.

Заключение

Направлениями дальнейшего развития технологии новостной ленты являются:

- интеграция с внешними агрегаторами, в частности, автоматическое пополнение ленты новостей за счет интеграции с агрегаторами новостей по ИБ (например, Kaspersky Threat Intelligence Portal, Positive Technologies Expert Security Center).;
- персонализация контента, в том числе внедрение системы тегов и персонализированных подборок, позволяющей пользователям получать новости, соответствующие их профессиональным интересам и потребностям;
- расширение форматов - добавление мультимедийного контента, включая видеоролики, аудиоматериалы, подкасты и интервью с экспертами;
- геймификация, которая заключается во внедрении таких элементов, как начисление баллов за активность, участие в обсуждениях и публикацию собственных новостных материалов;
- мобильное приложение для оперативного доступа к новостям и получения уведомлений о критических событиях;
- аналитика и визуализация (инструментов для визуализации трендов киберинцидентов, построения карты угроз и анализа динамики по различным странам и отраслям.

Модуль новостей Виртуального музея является динамичным компонентом виртуального пространства, позволяющим не только архивировать и демонстрировать цифровые артефакты, но и оперативно освещать актуальные события, обеспечивая платформу для обмена знаниями и опытом. Благодаря данному разделу музея, пользователи могут оперативно получать информацию о новых киберинцидентах, анализировать их первопричины и последствия, а также следить за развитием передовых технологий в области защиты информации. Это особенно актуально для студентов, практикующих специалистов в области ИБ и всех, кто заинтересован в обеспечении безопасности цифрового пространства.

Список источников

1. Шестаков А.В., Билятдинов К.З. Виртуальный Музей Киберинцидентов: Реальность Цифровых Артефактов // International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 vol. 13, no. 3, 2025. P.58-62.

УДК 378:004

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАСЧЕТ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЖАРНОГО РИСКА

Шидловская Анна Александровна

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

nyusha710@rambler.ru

Аннотация. Основные факторы, влияющие на расчет индивидуального пожарного риска, включают в себя аспекты, влияющие на возникновение пожара, а также минимизацию последствий в случае его наступления.

Ключевые слова: пожарная безопасность, пожарный риск, эвакуация, опасные факторы пожара

FACTORS INFLUENCING THE CALCULATION OF INDIVIDUAL FIRE RISK

Shidlovskaya Anna Aleksandrovna

Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

nyusha710@rambler.ru

Abstract. The main factors influencing the calculation of individual fire risk include aspects that influence the occurrence of a fire, as well as minimizing the consequences in the event of its occurrence.

Keywords: fire safety, fire risk, evacuation, hazardous fire factors

Индивидуальный пожарный риск — это вероятность того, что конкретный человек пострадает в результате пожара. Этот вид риска измеряется как частота наступления пожароопасных ситуаций, которые могут привести к травме или гибели человека. Важность оценки индивидуального риска заключается в том, что он напрямую связан с безопасностью людей, находящихся в зданиях или на объектах, где может произойти пожар [1].

Индивидуальный пожарный риск зависит от множества факторов, таких как конструктивные особенности здания, плотность населения, поведение людей в экстренных ситуациях и наличие противопожарных систем. Чем выше уровень организации пожарной безопасности на объекте, тем ниже вероятность того, что человек может пострадать. Рассмотрим основные аспекты, влияющие на этот вид риска.

1. Плотность застройки и количество людей на объекте

Одним из ключевых факторов, определяющих уровень индивидуального риска, является плотность застройки и количество людей, находящихся на объекте в любой момент времени. В многолюдных местах, таких как торговые центры, театры, офисные здания или учебные заведения, вероятность возникновения пожароопасной ситуации и риска для жизни выше, чем в зданиях с меньшим количеством людей. Чем больше людей находится на объекте, тем сложнее организовать быструю и безопасную эвакуацию, особенно при быстром распространении пожара и его опасных факторов. Также важным моментом успешной эвакуации людей из зданий является учет и прогнозирование маломобильных групп населения (МГН).

2. Системы противопожарной безопасности

Наличие современных систем противопожарной защиты значительно снижает уровень индивидуального риска. К таким системам относятся:

Система пожарной сигнализации (СПС), которые позволяют оперативно обнаружить возгорание на ранней стадии и предупредить людей о необходимости эвакуации. Автоматические установки пожаротушения (например, спринклерные установки), позволяют быстро локализовать пожар до прибытия подразделений пожарной охраны. Системы дымоудаления, уменьшают объем задымления помещений, тем самым эвакуация людей

становится более эффективной, а также для объектов защиты (Ф1.1, Ф1.2, Ф4.1, Ф4.2) система передачи извещения людей о пожаре (СПИ) в подразделение пожарной охраны (предусмотрено ФЗ-123 ТРoТПБ).

Эти меры минимизируют вероятность того, что люди окажутся в опасной ситуации, когда опасные факторы пожара (ОФП) уже представляют серьезную угрозу их жизни и здоровью. Эффективность таких систем особенно важна в зданиях с повышенной пожарной опасностью или в местах с массовым пребыванием людей (более 50 человек) [2].

3. Свойства строительных материалов и конструкций на объекте защиты

Ключевым аспектом индивидуального пожарного риска является использование строительных материалов, которые могут замедлить распространение огня. В зависимости от характеристик материалов, которые применяются при строительстве или отделке здания, риск для людей может существенно варьироваться. Негорючие или трудногорючие материалы, предоставляют больше времени для эвакуации и минимизируют шансы быстрого распространения опасных факторов пожара по всему объекту. Также важен предел огнестойкости строительных конструкций, таких как стены, перекрытия и двери. Например, противопожарные двери могут сдерживать распространение дыма и огня, создавая безопасные условия для эвакуации людей.

4. Эвакуационные пути и время эвакуации

Важным элементом снижения индивидуального пожарного риска является наличие организованных и продуманных эвакуационных путей. Чем проще и доступнее маршруты эвакуации, тем быстрее люди могут покинуть опасную зону. Время эвакуации — один из решающих факторов в обеспечении безопасности людей. Если здание или объект имеет сложную планировку, что затрудняет быструю эвакуацию, риск для жизни возрастает. Важным элементом в этом процессе являются аварийные выходы, которые должны быть легко доступными и не заблокированными.

5. Человеческий фактор

Не мало важен человеческий фактор в определении уровня индивидуального пожарного риска. Люди в случае чрезвычайной ситуации могут поддаться паники. Это приводит к тому, что даже при наличии всех необходимых противопожарных систем риск пострадать все равно существует. Для снижения влияния человеческого фактора важно: проводить регулярные учения по эвакуации; обучать персонал и посетителей действиям в случае пожара; обеспечивать информированность о расположении эвакуационных выходов и правилах поведения при пожаре.

6. Учет специфики объекта

Индивидуальный пожарный риск может значительно варьироваться в зависимости от особенностей конкретного объекта. Например, здания с повышенным риском (такие как больницы) требуют более строгих мер безопасности. В этих случаях оценка риска должна учитывать, как специфические условия эксплуатации объекта, так и возможные сценарии развития пожара [3].

Таким образом, индивидуальный пожарный риск является комплексной характеристикой, определяемой множеством факторов. Для его минимизации необходим системный подход, включающий не только проектирование безопасных эвакуационных путей и использование современных противопожарных технологий, но и обучение людей правильным действиям при возникновении пожара. Уменьшение этого риска — ключевая задача на всех этапах эксплуатации объектов, начиная с проектирования и заканчивая их повседневной эксплуатацией.

Список источников

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями).
2. Приказ МЧС России от 14 ноября 2022 г. № 1140 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности».
3. СП 505.1311500.2021 Расчет пожарного риска. Требования к оформлению.

УДК 614.84

ТИПОВЫЕ ОШИБКИ ПРИ РАСЧЕТЕ ПОЖАРНОГО РИСКА НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Леончук Петр Алексеевич¹; Хатунцев Александр Юрьевич²;
Фомин Максим Валерьевич³, Рукавишников Максим Михайлович⁴

^{1,2,3,4}ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Балашиха, Россия

¹3.5.1@vniipo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5802-1416>

²3.5.1@vniipo.ru

³3.5.4@vniipo.ru

⁴3.5.1@vniipo.ru, <https://orcid.org/0009-0001-3510-9298>

Аннотация. В материалах данной публикации перечислены и описаны типовые ошибки, которые могут возникать при расчете пожарного риска в соответствии с Методикой определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. Среди основных проблем, которые обычно выявляются на практике, выделены: некорректное построение деревьев событий, некорректная оценка времени присутствия персонала на объекте, использование устаревших исходных данных и ошибки, допускаемые при оформлении итоговых отчетов в соответствии с существующими требованиями. Авторы работы подчеркивают необходимость учета метеорологических условий, динамики развития аварий и каскадных процессов. Рекомендации включают более строгий подход к CFD-моделированию пожара, актуализацию исходных данных и строгое соблюдение положений методики для повышения точности, а также для обеспечения обоснованности полученных величин пожарного риска.

Ключевые слова: пожарный риск, ошибки расчета, производственные объекты, методика оценки пожарного риска

TYPICAL ERRORS IN CALCULATING FIRE RISK AT PRODUCTION FACILITIES

Leonchuk Petr Al.¹; Khatuntsev Alexander Yu.²; Fomin Maxim V.³; Rukavishnikov Maxim M.⁴

^{1,2,3,4}FGBU VNIIPo EMERCOM of Russia, Balashikha, Russia

¹3.5.1@vniipo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5802-1416>

²3.5.1@vniipo.ru

³3.5.4@vniipo.ru

⁴3.5.1@vniipo.ru, <https://orcid.org/0009-0001-3510-9298>

Abstract. The materials in this publication are list and describe typical errors that may occur when calculating fire risk in accordance with the Methodology for Determining Calculated Fire Risk values at Production Facilities. Among the main problems that are usually identified in practice are: incorrect construction of event trees, incorrect estimation of staff presence time at the facility, the use of outdated source data and errors made when preparing final reports in accordance with existing requirements. The authors emphasize the need to take into account meteorological conditions, the dynamics of accidents and cascade processes. The recommendations include a more rigorous approach to CFD fire modeling, updating the initial data, and strict adherence to the methodology to improve accuracy, as well as to ensure the validity of the fire risk values obtained.

Keywords: fire risk, calculation errors, production facilities, fire risk assessment methodology

Одним из способов обоснования необходимых отступлений от требований нормативных документов по пожарной безопасности для производственных объектов является разработка специальных технических условий. В качестве подтверждения принятого комплекса мер и соблюдения необходимого уровня безопасности объекта защиты проводят расчет пожарного риска, который требует всестороннего анализа возможных сценариев развития пожара и распространения огня.

При этом на практике реализация вступившей в силу с 2025 года обновленной «Методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (утверждена приказом МЧС России № 533 от 26.06.2024 [1]) (далее – Методика), которая предусматривает ряд новых положений и параметров при оценке пожарного риска, сопровождается допущением ряда типичных ошибок, приводящих в результате, например, к занижению значения пожарного риска. Отметим, что большинство ошибок наблюдались и в течение периода действия предыдущей редакции Методики (приказ МЧС от 10.07.2009 № 404 [2]) и не связаны с последними внесенными изменениями.

Ниже рассмотрены некоторые наиболее часто встречающиеся ошибки при проведении расчета пожарного риска в соответствии с Методикой, также даны некоторые рекомендации по их корректировке.

Общие ошибки (формальные), а также ошибки при расчете пожарного риска в зданиях

Чаще всего встречаются ошибки, связанные с оформлением расчетов по пожарному риску. Здесь необходимо отметить обязательность соблюдения требований СП 505.1311500.2021 «Расчет пожарного риска. Требования к оформлению» [3]. Необходимо обратить внимание, что в органы экспертизы предоставляется документ с названием «Отчет по результатам расчета по оценке пожарного риска». При этом разработчики зачастую направляют документы под названием «Расчет пожарного риска», «Расчетная оценка пожарного риска», «Индивидуальный пожарный риск для объекта» и др. Также не соблюдается состав разделов, входящих в отчет, их содержание. Зачастую раздел «Анализ пожарной опасности объекта защиты» содержит только общее описание объекта, без учета влияния отступлений и проведенного анализа сценариев развития пожара. Разработчики отчета не прикладывают поэтажные планы и вертикальные разрезы объекта защиты, что значительно затрудняет проведение экспертизы.

Следующий ряд ошибок связан с использованием Fire Dynamic Simulator (FDS) – программы, моделирующей развитие пожара. Первое, на что стоит обратить внимание – это задание начальных условий. Зачастую имеются ошибки, связанные с развитием пожара. В некоторых примерах мощность пожара и распространение опасных факторов пожара (ОФП) не возникают на начальном этапе (20-30-...-100 сек.). Данные ошибки могут быть следствием неправильного задания начальных условий, сетки моделирования, скорости распространения и др. Некоторые ошибки связаны также с построением модели объекта. Зачастую проектировщики рисуют куб, в котором задают условия пожара, не отражающие специфику объекта: этажи, лестницы, мезонины, высоты и другие особенности. К примеру, часто встречаются модели, в которых высота помещений административно-бытовой пристройки равна высоте склада. Очевидно, что ОФП для данной модели будут рассчитаны неверно.

Отметим, что при проведении расчетов необходимо рассматривать наиболее неблагоприятные условия возникновения и развития пожара. Тем не менее большинство моделей отображают возникновение пожара по центру помещения (здания) вместо распространения у одного из эвакуационных выходов или лестничных маршей, что может представлять наибольшую опасность. При этом обоснования принятых сценариев не предоставляются.

Одна из наиболее распространенных ошибок связана с ошибочным допущением, что открытые двери помещений объекта увеличивают влияние ОФП. При этом, как было указано ранее, необходимо рассматривать наиболее опасные сценарии, что подразумевает

пребывание дверей в закрытом состоянии, особенно в коридорах и эвакуационных проходах, где критические значения ОФП наступают раньше, что позволяет более точно оценить возможность эвакуации.

Одной из наиболее принципиальных ошибок, встречающихся при проведении расчетов пожарного риска, является отсутствие обоснования принятых решений. При выборе сценариев разработчик может руководствоваться правилом «выбора одного наиболее неблагоприятного сценария», при этом полностью отсутствует анализ того, какие именно отступления можно подтвердить этим сценарием. Приведем другой пример: разработчик указывает, что объект имеет 6 пожарных отсеков, при этом рассматривает 4 сценария, не обосновывая, каким образом эти сценарии повлияют на оставшиеся 2 отсека. Зачастую отсутствует и обоснование выбора пожарной нагрузки, при этом в отчете не указываются материалы, участвующие в процессе горения. Особенно часто указанная ошибка возникает при расчетах пожарного риска на складах: во всех рассматриваемых сценариях в качестве горючей нагрузки принимается «Упаковочная тара». При этом в тексте отчета может быть указано, что на складе имеется помещение для зарядки аккумуляторов электрического транспорта (погрузчиков), пожар в котором, очевидно, будет представлять большую опасность.

Или, например, при расчете пожарного риска в здании склада горючих и легковоспламеняющихся жидкостей без каких-либо обоснований рассматривается пожар в помещении раздевалки с соответствующей этому помещению пожарной нагрузкой.

Также в отчетах встречается только одно логическое дерево событий для всех возможных сценариев развития пожара, которые зачастую между собой не связаны. Особое внимание стоит обратить на то, что при выборе одного наиболее опасного сценария необходимо полноценное обоснование принятого решения.

Отметим, что при проведении расчетов необходимо предусматривать максимальную площадь горения. Также необходимо не просто указывать перечень противопожарных систем объекта защиты, но и то, каким образом они учитывались в расчетах.

Распространенная ошибка при расчете пожарного риска в производственных зданиях связана с необоснованным принятием вероятности эффективного срабатывания технических средств как для «систем, выполненных по нормам», то есть $D = 0,8$. При этом в Методике такое значение допускается принимать только в случае, если объект оборудован указанной системой и эта система соответствует требованиям нормативных документов. В противном случае D принимается равной 0.

Также можно отметить ряд замечаний к расчетам эвакуации. Наиболее распространенные ошибки в этой части связаны с временем начала эвакуации и расположением людей в помещениях.

При определении времени начала эвакуации ошибочно принимается или не учитывается $t_{пор}$ – время достижения порогового значения срабатывания пожарного извещателя. При расчетах необходимо руководствоваться «Методикой определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности» [4]. При моделировании движения людских потоков размещать людей необходимо в наиболее удаленных от эвакуационных выходов местах.

Типовые ошибки при расчете пожарного риска наружных установок

Отдельное внимание стоит также уделить расчету риска от наружных технологических установок на производственных объектах, поскольку условия их эксплуатации (открытая территория, воздействие метеорологических факторов, высокая концентрация технологического оборудования и др.) могут сильно отличаться в зависимости, например, от особенностей технологического процесса. Указанные факторы могут создавать дополнительные сложности при анализе пожарной опасности объекта защиты.

Многочисленные примеры расчета пожарного риска демонстрируют, что деревья пожароопасных событий для технологических установок зачастую строятся неполно или с ошибками. Так, в отчетах для многих производственных объектов различной сложности

необоснованно не учитываются все категории оборудования, технологические участки или линии. Например, не рассматриваются компрессорное и насосное оборудование, линии подачи горючего вещества, находящиеся от основного технологического оборудования на определенном территориальном отдалении или являющиеся вспомогательными.

При расчете пожарного риска на наружных установках деревья событий часто построены таким образом, что итоговые пожароопасные события (возникновение факельного горения, взрыва, пожара-вспышки и пожара пролива) рассматриваются изолированно. Например, при рассмотрении сценария разгерметизации технологического оборудования рассматривается возникновение факельного горения, но не учитывается возможное воспламенение образованного при струйном истечении пролива горючей жидкости под воздействием факела.

При рассмотрении пожароопасных ситуаций на емкостном оборудовании с различными легко-воспламеняющимися жидкостями или сжиженными углеводородными газами недооценка вероятности реализации BLEVE (залповый выброс паров кипящей жидкости и последующее их воспламенение) приводит к неправильной оценке доли мгновенно испаряющейся жидкости. Кроме того, сценарии, связанные с возникновением огненного шара или факельного горения на линиях технологического процесса, часто отвергаются без достаточных обоснований, что также, как и в предыдущих описанных случаях, ведет к занижению значения риска.

При построении дерева событий необходимо систематически включать все типовые элементы установки, исходя из особенностей технологического процесса. Каждый возможный сценарий разгерметизации должен быть детализирован от исходного события (разгерметизация, утечка) до финальных последствий (пожар, взрыв), с учетом как полного, так и частичного воспламенения, а также должен учитывать возможность комбинированного развития пожароопасных ситуаций. Исключение сценариев допустимо только при технико-экономическом обосновании, подтвержденном расчетами.

В части расчета индивидуального пожарного риска наблюдается систематическая тенденция к занижению вероятности пребывания персонала на территории сооружений и в зданиях объекта защиты. Сложившаяся практика указывает на ошибочный учет календарного количества рабочих дней или некорректное распределение сменной работы. Для каждой категории персонала необходимо тщательно учитывать время пребывания как в зданиях производственного объекта, так и на различных участках его территории.

Для расчета вероятности поражения персонала опасными факторами пожара необходимо использовать реалистичные временные параметры, отражающие как особенности работы объекта, так и фактическое распределение рабочих смен. Рекомендуется рассчитывать количество рабочих дней исходя из календарного года с вычетом всех праздничных дней, отпусков и учитывать временную продолжительность смен согласно утвержденным нормативам (например, 8 часов в сутки при 40-часовой рабочей неделе). При этом необходимо также учитывать возможность круглосуточного пребывания дежурного персонала на территории объекта.

Корректность выбора временных параметров важна не только при расчете индивидуального пожарного риска. Например, при расчете физических параметров утечек некорректно задается время обнаружения утечки или разгерметизации (иногда необоснованно принимаются рекомендуемые в Методике значения). Время перекрытия утечки или срабатывания противопожарных средств принимается без учета технологических особенностей оборудования или без обоснования эффективности работы систем безопасности.

Также выявлены случаи, когда коэффициенты облученности и пропускания атмосферы при расчете параметров пожара пролива принимаются постоянными, без учета зависимости расстояния от источника горения и метеорологических условий. Это приводит к необоснованному равенству значений для точек, находящихся на различных расстояниях от источника угрозы.

Данные коэффициенты должны корректироваться в зависимости от реального расстояния до объекта и конкретных погодных условий.

Часто наблюдаются ошибки, связанные с отсутствием обоснования выбора различных параметров расчетов. Например, параметры загроможденности территории (степень загроможденности, класс загроможденности) задаются без подтверждения, либо с опорой на несоответствующие действительности данные (не учитывается наличие лесного покрова). Не приводятся данные, подтверждающие выбранные значения характеристик устройства защиты (геометрические параметры обвалования, коэффициент разлития при частичной разгерметизации).

Для наружных установок критически важно учитывать вариативность погодных условий. Например, в некоторых случаях использовать усредненные значения скорости ветра некорректно. В случае регионов, для которых характерны высокие ветровые нагрузки, это может привести к недооценке возможных размеров зон загазованности. Расчеты должны базироваться на статистическом анализе метеорологических наблюдений (температура, скорость и направление ветра, влажность), поскольку эти параметры существенно влияют на динамику распространения пожара и зон поражения, особенно при рассмотрении сценариев факельного горения или развития огненного шара.

Выбор описанных параметров, включая временные, должен обосновываться на основании технической документации, а также эксплуатационных характеристик объекта защиты. Изучение технических паспортов оборудования, проведение предварительных измерений и использование актуальных данных метеорологических наблюдений позволяют минимизировать погрешности, возникающие из-за предположений, не подтвержденных экспериментально или нормативными документами.

Заключение

Оценка величин пожарного риска на производственных объектах требует строгого соблюдения положений существующей Методики. Основной проблемой является несоответствие исходных данных условиям эксплуатации зданий и наружных установок объекта, а также их неполнота, что, в свою очередь, может стать причиной неверного представления об уровне пожарной опасности объекта в целом. При этом все допущения, используемые при расчете риска, должны быть обоснованы и подтверждены.

В заключение отметим, что зачастую расчеты содержат избыточную информацию, но не содержат необходимых данных в соответствии с требованиями СП 505.1311500.2021. Например, рисунки, иллюстрирующие поля распространения ОФП, полученные с помощью FDS, в большинстве случаев абсолютно не читаемы и не позволяют уточнить представляемую в расчете информацию. Также стоит обратить внимание на шрифты и размеры документа в соответствии с ГОСТ 2.105-2019 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам» [5].

Список источников

1. «Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах», утвержденная приказом МЧС России от 26 июня 2024 г. № 533.
2. «Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах», утвержденная приказом МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404, с изменениями внесенными приказом МЧС России от 14 декабря 2010 года № 649.
3. СП 505.1311500.2021 «Расчет пожарного риска. Требования к оформлению», утвержденный приказом МЧС России от 29.09.2021 № 645.
4. «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности», утвержденная приказом МЧС России от 14 ноября 2022 г. № 1140.
5. ГОСТ 2.105-2019 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам», утвержденный приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.04.2019 № 175-ст.

УДК 614.842.61

ВЛИЯНИЕ РЕАГЕНТНОЙ И БЕЗРЕАГЕНТНОЙ МОДИФИКАЦИИ ДИСПЕРСНОЙ СРЕДЫ И ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ МИНЕРАЛИЗАТОРОВ НА ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОЗДУШНО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕН

Арзаев Никита Анатольевич

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

n.arzaef@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0004-9179-5087>

Аннотация. В статье рассматривается влияние реагентной и безреагентной модификации дисперсной среды и химических свойств минерализаторов на пожарно-технические свойства воздушно-механических пен. Экспериментально получены результаты внедрения гидрофильных и гидрофобных наночастиц в состав воздушно-механической пены, а также определено положительное влияние электрофизической обработки на увеличение кратности пены. Предложены методики реагентного и безреагентного модифицирования дисперсной среды воздушно-механической пены

Ключевые слова: воздушно-механическая пена, дисперсная среда, минерализаторы, коллоидно-химические свойства, электрофизическая обработка

THE EFFECT OF REAGENT AND NON-REAGENT MODIFICATION OF THE DISPERSED MEDIUM AND THE CHEMICAL PROPERTIES OF THE SURFACE OF MINERALIZERS ON THE FIRE-FIGHTING PROPERTIES OF AIR-MECHANICAL FOAMS

Arzaev Nikita Anatolyevich¹

Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

n.arzaef@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0004-9179-5087>

Abstract. This article examines the effect of reagent-free modification of the dispersed medium and the chemical properties of mineralizers on the fire-fighting properties of air-mechanical foams. The results of the introduction of hydrophilic and hydrophobic nanoparticles into the composition of air-mechanical foam are experimentally obtained, and the positive effect of electrophysical treatment on increasing the multiplicity of the foam is determined. Methods of reagent and reagent-free modification of the dispersed medium of air-mechanical foam are proposed.

Keywords: Air-mechanical foam, dispersed medium, mineralizers, colloidal-chemical properties, electrophysical treatment

Введение

За последнее время интерес научного сообщества к исследованиям в области объектов и технологий нанометрового диапазона значительно вырос. На сегодняшний день выделяется два направления изучения наночастиц:

1. Исследование наноструктурных материалов, состоящих из множества наночастиц, свойства которых проявляются опосредованно. При переходе отдельных компонентов материала в нанометровый диапазон происходит изменение их свойств, что приводит к возникновению новых характеристик. Например, экспериментально подтверждено увеличение стойкости и живучести воздушно-механической пены, а также рост её стабильности;

2. Изучение отдельных наночастиц, с целью анализа их физико-химических свойств и разработки новых методов синтеза, позволяющих управлять наночастицами, как самостоятельными объектами.

Большая часть экспериментов по синтезу и исследованию наночастиц была проведена в последние десятилетия. В рамках проведения исследований взаимодействия с наночастицами, были предложены методики реагентного (нанохимического) и безреагентного (электрофизического) влияния на дисперсную среду.

В области пожарной безопасности уже много лет остаётся актуальным вопрос совершенствования и повышения эффективности воздушно-механической пены (далее ВМП), применяемой в пожарной охране с 1930-х годов.

Методология

ВМП по своим характеристикам аналогична коллоидным системам. Учитывая, что коллоиды представляют собой дисперсные системы, содержащие наночастицы размером 1-1000 нм, можно предположить, что контроль над структурой и свойствами этих наночастиц позволит повысить эффективность огнетушащих составов. На этом основании мы формулируем научную гипотезу: современные нанотехнологии - как реагентные (с использованием нанопорошков), так и безреагентные (электрофизическая обработка) - позволяя управлять надмолекулярной структурой воды, могут улучшить огнетушащие характеристики и стабильность ВМП.

Реагентные методы модификации жидкостей основаны на введении нанообъектов с различной химической природой поверхности. Поскольку нанообъекты имеют кристаллическую структуру, возможна их фазовая инверсия: переход между наночастицами ($L \times d \times H \leq 100$ нм) и нанообъемами (микро- и мезопоры). Эти физико-химические предпосылки указывают на возможность разработки метода управления перестройкой надмолекулярной структуры вещества.

Современные экспериментальные данные подтверждают высокую «чувствительность» полярных веществ (обладающих дипольным моментом - H_2O , спирты и др.) к электрофизическим воздействиям. Кроме того, они позволяют предположить существование нанообъектов не только в форме наночастиц (твердые вещества, коллоиды), но и в виде нанообъемов (вещества, адсорбированные в микропористых матрицах - нанопорошки, нанокремнезем, нанополисиликаты и др.).

Объединяющим началом для этих гипотез выступает поверхностное натяжение вещества. Термодинамический базис подобного подхода был заложен еще Гиббсом Джозайя Уиллардом. Изменение содержания данного компонента в поверхностном слое по сравнению с содержанием его во внутренних слоях называется адсорбцией.

Различают положительную адсорбцию, когда содержание растворенного вещества в поверхностном слое становится выше, чем во внутренних слоях раствора, и отрицательную – в обратных случаях. Вещества, сильно уменьшающие поверхностное натяжение растворителя, называются поверхностно-активными веществами.

Суть электрофизического способа воздействия на вещество и возможность управления физико-химическими процессами на границе раздела фаз усматривается в успешной попытке теоретического обоснования принципа его действия и её экспериментальной апробации. Изменение структурных и характеристических свойств вещества и сценариев реализации типовых физико-химических процессов на границе раздела фаз основано на процессе гетеродирования несущей частоты (50 Гц) вспомогательного генератора собственными колебаниями объекта, близкими либо к частотам колебаний его межмолекулярных связей, либо к резонансным частотам колебательного контура, образованного индуктивностью устройства и электроемкостью объекта воздействия и реализуемых в виде или открытого колебательного контура в режиме резонанса напряжений или закрытого – в режиме резонанса токов. Условие реализации режима резонанса напряжений

$wL = 1/w \cdot C_{\text{собст}}$ (для частного случая – медицинского предназначения $C_{\text{собств}} = C_{\text{человека}} = 40$ пФ) (рисунок 1). Для управления процессами на границе раздела фаз используется закрытый колебательный контур, работающий в режиме резонанса тока, но при условии реализации режима резонанса напряжений

$wL = 1/w \cdot C_{\text{собст}}$ (для частного случая – технологический процесс, сопровождающийся лектризацией $C_{\text{собст}} = C_{\text{Земли}} = 740$ мкФ) (рисунок 2).

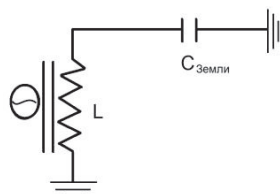


Рис. 1. Эквивалентная схема устройства для управления технологическими процессами

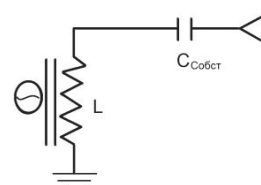


Рис. 2. Эквивалентная схема устройства, обеспечивающая управление физико-химическими свойствами вещества

Вырабатываемый этими устройствами сигнал является, переменным частотно-модулируемым потенциалом (ПЧМП) [1].

Для оценки влияния электрофизической обработки дисперсной среды (воды) и минерализации ВМП, была проведена серия экспериментов, результаты которой представлены в таблице 1. В качестве пенообразователя использовался однопроцентный раствор пенообразователя ПО-3 [2]. Кратность и живучесть ВМП оценивалась в соответствии с ГОСТ Р 50558-2012 [3] и ГОСТ Р 50588-93[4]. В качестве нанокуглеродного минерализатора использовался активированный уголь марки ОУ-А [5].

Таблица 1

Влияние электрофизической обработки и минерализации на свойства ВМП

№ п/п	рецептура			
1	H ₂ O контрольная + (ПО-3)		H ₂ O (эфо) + (ПО-3)	
	V _(H2O)	0,0001 м ³	V _(H2O)	0,0001 м ³
	V _(ПО-3)	0,000001 м ³	V _(ПО-3)	0,000001 м ³
	V _(получ.пены)	0,000325 м ³	V _(получ.пены)	0,0005 м ³
	Кратность пены	3,25	Кратность пены	5
2	H ₂ O контрольная + (ПО-3) + SiO ₂		H ₂ O (эфо) + (ПО-3) + SiO ₂	
	V _(H2O)	0,0001 м ³	V _(H2O)	0,0001 м ³
	V _(ПО-3)	0,000001 м ³	V _(ПО-3)	0,000001 м ³
	V _(SiO2)	0.0015 кг	V _(SiO2)	0.0015 кг
	V _(получ.пены)	0,000400 м ³	V _(получ.пены)	0,000450 м ³
3	H ₂ O контрольная + (ПО-3) + ОУ-А		H ₂ O (эфо) + (ПО-3) + ОУ-А	
	V _(H2O)	0,0001 м ³	V _(H2O)	0,0001 м ³
	V _(ПО-3)	0,000001 м ³	V _(ПО-3)	0,000001 м ³
	V _(ОУ-А)	1,5 гр	V _(ОУ-А)	0.0015 кг
	V _(получ.пены)	0,00035 м ³	V _(получ.пены)	0,000400 м ³
4	H ₂ O контрольная + (ПО-3) + ОУ-А (насыщенный)		H ₂ O (эфо) + (ПО-3) + ОУ-А (насыщенный)	
	V _(H2O)	0,0001 м ³	V _(H2O)	0,0001 м ³
	V _(ПО-3)	0,000001 м ³	V _(ПО-3)	0,000001 м ³
	V _(ОУ-А)	0.0015 кг	V _(ОУ-А)	0.0015 кг
	V _(получ.пены)	0,0005 м ³	V _(получ.пены)	0,0006 м ³
	Кратность пены		Кратность пены	
	5		6	
	Т жизни		Т жизни	
	4500 с		3600 с	

Серия экспериментов, представленная в таблице 1, выявила зависимость влияния электрофизической обработки на дисперсную среду (H_2O) ВМП. Во всех 4-х экспериментах электрофизическая обработка оказала положительное влияние на увеличение кратности пены, при незначительном сокращении время её жизни.

В то же время, были предприняты попытки улучшения пожарно-технических характеристик ВМП путём внедрения в неё минерализаторов. Минерализаторы пены бывают двух типов: гидрофильные (в нашем опыте маршалит - SiO_2 и окисленный на воздухе при температуре $180\text{ }^{\circ}C$ уголь марки ОУ-А в соответствии с рекомендациями [6]) и гидрофобные (исходный не обработанный уголь марки ОУ-А). Гидрофильные минерализаторы в составе пены способствуют адсорбции поверхностноактивных веществ на границе раздела фаз жидкость – газ, что снижает энергию поверхностного натяжения воды. Это ослабляет силы притяжения в междоузлиях воздушно-механической пены, в результате чего можно ожидать проявление эндозффекта, о чём свидетельствуют результаты термогравиметрический анализа (рисунок 3).

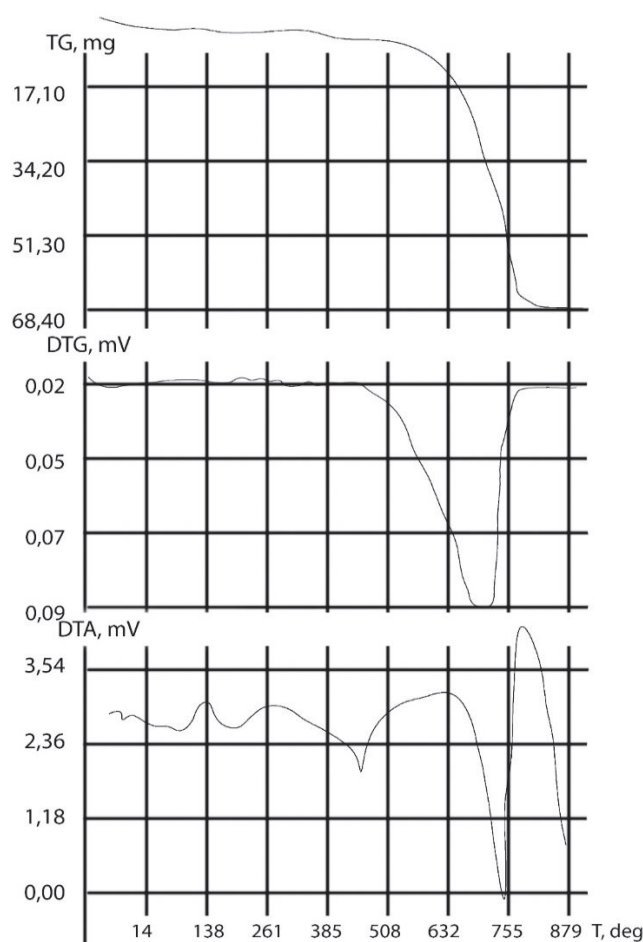


Рис. 3. Результаты термогравиметрического анализа SiO_2

Как итог, это будет способствовать не только снижению энергии поверхностного натяжения, но и отводу избыточного тепла в процессе полиморфного перехода SiO_2 [7].

Что касается гидрофобных минерализаторов – они плохо смачиваются водой и не способствуют снижению поверхностного натяжения. Это приводит к ухудшению стабильности пенной структуры, что наглядно демонстрируется в эксперименте №3. Однако, путём химической модификации, а именно окислением поверхности угля, вводится кислородосодержащие функциональные группы и увеличили его смачиваемость водой. Как итог, были получены предварительные результаты, свидетельствующие о возможности улучшения пожарно-технических характеристик минерализованных ВМП (эксперимент №4).

Выводы

Экспериментальным путём установлено влияние гидрофильных и гидрофобных наноминерализаторов в составе ВМП, а также определено положительное влияние электрофизической обработки на увеличение кратности пены.

Предложены методики реагентного (нанохимического) и безреагентного (электрофизического) модифицирования дисперсной среды ВМП.

Список источников

1. Азимов Д.С., Колесников С.В., Ивахнюк Г.К., Шешина Н.И., Поляков А.И. Электрофизические и нанохимические инновации в обеспечении энерго-ресурсосбережения, промышленной и экологической безопасности. - 2018
2. ГОСТ Р 50588-2012. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний. — М.: Стандартиформ, 2013.
3. ГОСТ Р 50558-2012. Пенообразователи для тушения пожаров. Методы определения кратности и устойчивости пены. – 2012.
4. ГОСТ Р 50588-93. Пенообразователи для тушения пожаров. – 1993.
5. ГОСТ 4453-2019. Уголь активированный древесный. Технические условия. — М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), 2019.
6. Тарховская, И.А. Окисленный уголь. Киев: Наукова думка. - 1981.
7. Федоров Н.Ф., Туник Т.А., Куриленко А.В. Основные разновидности кремнезема, их свойства и применение. – 2008.

УДК 614.84

К ВОПРОСУ МОНИТОРИНГА ЛЕСОПОЖАРНОЙ ОБСТАНОВКИ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Косопалов Сергей Александрович¹; Заводсков Геннадий Николаевич²;

Корольков Анатолий Павлович³

^{1,2,3}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹sergeikosopalov@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0002-3227-4770>

²ncuks73@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8101-0619>

³akorolkov@ro.ru, <https://orcid.org/0009-0001-3707-448X>

Аннотация. В статье рассматриваются современные методы мониторинга лесопожарной обстановки с использованием систем видеонаблюдения. Анализируются преимущества и недостатки технологий, их эффективность в обнаружении возгораний на ранних стадиях. Рассматриваются перспективы развития данного направления в контексте повышения экологической безопасности.

Ключевые слова: Мониторинг, видеонаблюдение, раннее обнаружение пожаров

ON THE ISSUE OF MONITORING THE FOREST FIRE SITUATION USING VIDEO SURVEILLANCE SYSTEMS

Kosopalov Sergey A.¹; Zavodskov Gennady N.²; Korolkov Anatoly P.³

^{1,2,3}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹sergeikosopalov@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0002-3227-4770>

²ncuks73@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8101-0619>

³akorolkov@ro.ru, <https://orcid.org/0009-0001-3707-448X>

Abstract. The article discusses modern methods of monitoring the forest fire situation using video surveillance systems. The advantages and disadvantages of the technologies and their effectiveness in detecting fires at early stages are analyzed. The prospects for the development of this area in the context of improving environmental safety are being considered.

Keywords: Monitoring, video surveillance, early detection of fires

Лесные пожары представляют серьезную угрозу экологической безопасности, экономике и здоровью населения. Ежегодно в мире сгорают миллионы гектаров леса, что приводит к значительным убыткам и деградации природных экосистем. Современные системы мониторинга лесных пожаров требуют комплексного подхода, сочетающего различные технологии для раннего обнаружения, точного прогнозирования и оперативного реагирования. Трёхуровневая система мониторинга позволяет эффективно контролировать лесопожарную обстановку, минимизируя время обнаружения возгораний и снижая ущерб. В неё входят наземный, воздушный и космический мониторинг.

Наземный мониторинг – это первый и ключевой уровень системы наблюдения за лесными пожарами, основанный на локальном сборе данных с использованием стационарных и мобильных средств.

Авиационный мониторинг – это второй уровень системы контроля лесных пожаров, обеспечивающий оперативное обследование труднодоступных территорий с помощью летательных аппаратов, его преимущества заключаются в высокой мобильности, обзоре труднодоступных зон, а также передачи детальной информации операторам. К недостаткам можно отнести зависимость от погоды и ограниченное время работы.

Космический мониторинг представляет собой высший уровень системы наблюдения за лесными пожарами, обеспечивающий глобальный охват, оперативное обнаружение

возгораний и прогнозирование их развития с использованием спутниковых технологий. К преимуществам данного вида мониторинга можно отнести глобальный охват территорий и частота повторений снимков. Тем не менее есть существенный недостаток – ограниченная частота съемки одной территории и зависимость от облачности. Мониторинг большей части земельного фонда Центральной России осуществляется с использованием наземного мониторинга. Рассмотрим данный вид мониторинга с использованием систем видеонаблюдения. По сравнению с космическим или авиационным мониторингом, видеонаблюдение обладает рядом ключевых преимуществ:

- **Безопасность** – система определяет координаты задымления с точностью до 100 метров и мгновенно передает сигнал тревоги всем ответственным лицам, исключая риски для людей.

- **Автоматизация** – обнаружение дыма происходит без участия человека, минимизируя влияние человеческого фактора. Диспетчер подключается только для подтверждения и классификации возгорания.

- **Экономичность** – стоимость видеомониторинга значительно ниже авиапатрулирования.

- **Оперативность** – камеры обеспечивают круговой обзор (360°) каждые 10–12 минут, тогда как спутниковая и авиационная съемка доступна лишь несколько раз в сутки.

На данный момент в России существует две передовые системы наземного видеомониторинга: ЛЕСОХРАНИТЕЛЬ и ЛЕСНОЙ ДОЗОР.

«Лесной дозор» представляет собой автоматизированный программно-аппаратный комплекс, предназначенный для мониторинга леса. Он решает задачи раннего обнаружения лесных пожаров, выявления незаконных рубок и техники в охраняемых зонах, анализа экологического состояния лесных массивов. Создание системы начинается с выбора расположения вышек, на которых устанавливаются камеры. Обработка информации с камер осуществляется с помощью программного обеспечения, обеспечивающего видео с этих камер. После того как система запущена, видео или фото (вопрос технологии) автоматически обрабатывается и в диспетчерский центр (оператору) поступает готовая информация о возможном возгорании на основе признаков дыма. К преимуществам системы можно отнести: высокую скорость обнаружения угроз, круглосуточный мониторинг, интеграцию с другими системами. Наряду с преимуществами так же присутствуют недостатки: высокая стоимость и ограниченный охват. Структурная схема взаимодействующих компонентов системы «Лесной дозор» представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Архитектурная схема работы системы «Лесной дозор»

Другой системой наземного видеомониторинга является система «Лесохранитель» (рисунок 2).

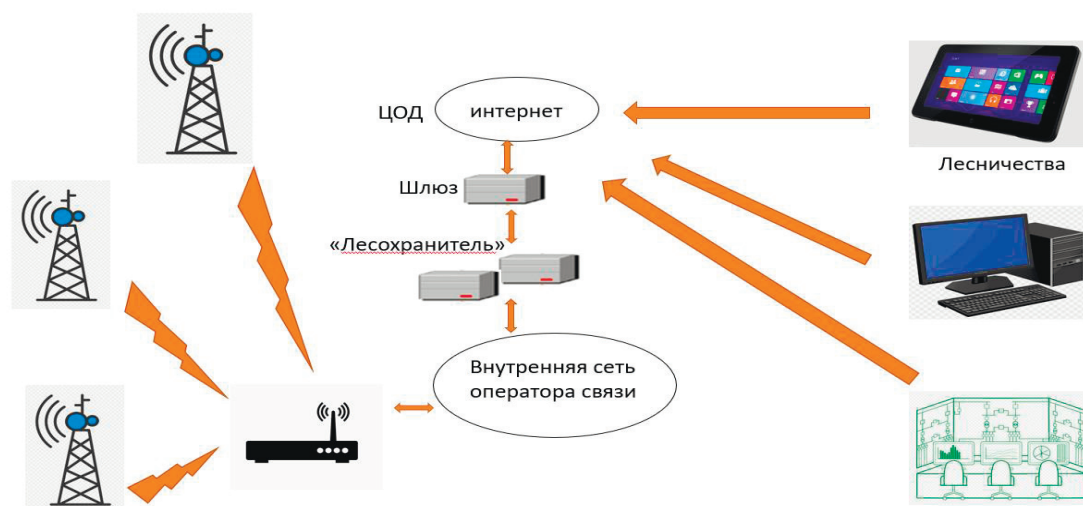


Рис. 2. Архитектурная схема работы системы «Лесохранитель»

Данная система представляет собой комплекс дистанционного слежения и управления, специально разработанный для автоматического выявления и отслеживания возгораний в лесных массивах. Функционально она решает те же задачи, что и «Лесной дозор», но с применением современных технологических решений.

Система «Лесохранитель» предлагает наиболее результативный подход к снижению последствий лесных пожаров благодаря интеграции различных методов наблюдения. В отличие от аналогов, она комбинирует данные авиаразведки, спутникового мониторинга, наземных датчиков и автоматизированного видеонаблюдения, что позволяет выявлять возгорания на начальной стадии, точно определять их координаты и оперативно передавать информацию ответственным службам.

«Лесохранитель» разворачивается в локациях с доступом к электроснабжению и стабильной связи. Система монтируется на инфраструктурных объектах высотного типа — таких как мачты сотовых операторов или наблюдательные вышки противопожарной службы. На них устанавливаются панорамные камеры с вращающимся механизмом, способные работать в оптическом или гибридном (оптико-тепловизионном) режимах. Эти устройства оснащены искусственным интеллектом для сверхраннего распознавания возгораний, анализирующим данные в режиме реального времени. Архитектура «Лесохранителя» включает 18 взаимосвязанных модулей, объединенных в единую программную систему. Это позволяет одновременно выполнять задачи мониторинга, анализа, прогнозирования и управления, обеспечивая слаженную работу всех компонентов без необходимости использования сторонних платформ.

Подсистема «Лесохранитель» обеспечивает автоматическое выявление очагов возгораний с точным геопозиционированием и мгновенным оповещением, интегрирует систему управления противопожарными ресурсами с поддержкой ГЛОНАСС/GPS-мониторинга, автоматизацией постановки и контроля задач, формированием отчетности, трёхмерным моделированием развития пожара, организацией видеоконференций и обмена данными, ведением реестра противопожарных объектов и мероприятий, визуализацией аналитических данных, а также обработкой обращений граждан.

В систему подключены данные космического мониторинга. Система легко масштабируется — от уровня муниципалитета (1-5 камер) до уровня всей России.

На территориях, покрытых видеомониторингом, примерно 80% возгораний определяются системой в автоматическом режиме.

Преимущества системы заключаются в автоматизации процедуры выявления и контроля лесных пожаров, снижении нагрузки на человека, энергоэффективности и автономности, высокой точности за счет мультисенсорного подхода.

Проведем сравнительную характеристику двух систем наземного мониторинга по нескольким параметрам, представленных в Таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика систем видеомониторинга

Характеристики	Системы видеомониторинга	
	Лесной дозор	Лесохранитель
1. Радиус обзора одной видеокамеры Количество баллов	До 30 км (0)	До 35 км (1)
2. Точность определения координат очага Количество баллов	до 250 м (0)	До 150 м (1)
3. Время, требуемое на обзор одной точки мониторинга Количество баллов	10 мин (1)	10 мин (1)
4. Интеграция Количество баллов	Совместимость с камерами разных производителей, спутниками (0)	Интеграция с АПК «Безопасный город», КСЭОН, системой - 112, фотоловушками и БПЛА (1)
5. Мобильное приложение Количество баллов	+ (1)	+ (1)
6. Задачи Количество баллов	Раннее обнаружение лесных пожаров (0)	Комплексный мониторинг лесов (пожары, вырубки, нарушения) (1)
7. Стоимость (1 камеры в месяц) Количество баллов	20000 руб. (0)	8600 руб. (1)

Используя балльную систему оценки, можно сделать вывод, что система «Лесохранитель» (7 баллов) более предпочтительна, чем система «Лесной дозор» (2 балл).

Таким образом, при создании системы мониторинга лесопожарной обстановки в регионе система «Лесохранитель» является более эффективной, так как эффективность системы оценивается не только по наибольшей вероятности обнаружения или наименьшей вероятности пропуска дыма, но и по множеству других факторов – затратам на создание и эксплуатацию системы, экономии бюджетных средств, уменьшению ущерба от пожаров, повышение эффективности управления.

Список источников

1. Валендик Э.Н., Матреничев В.В. Современные методы обнаружения лесных пожаров // Лесное хозяйство. - 2020. - № 4. - С. 45-52.
2. Соколов А.А., Петров К.Д. Дистанционный мониторинг природных пожаров: учебное пособие. - М.: Академия, 2021. - 218 с.
3. Корчагин А.В. Применение БПЛА для мониторинга лесных пожаров // Геоматика. - 2022. - Т. 17, № 3. - С. 78-85.
4. Миронов А.Л. Спутниковые системы мониторинга пожароопасной обстановки. - Новосибирск: Наука, 2019. - 154 с.
5. Giglio L., Schroeder W., Justice C.O. The collection 6 MODIS active fire detection algorithm and fire products // Remote Sensing of Environment. - 2016. - Vol. 178. - P. 31-41.
6. Иванов С.М. Автоматизированные системы видеомониторинга лесных пожаров // Проблемы безопасности. - 2021. - № 2(34). - С. 112-120.
7. Федеральное агентство лесного хозяйства. Государственный доклад «О состоянии и использовании лесов Российской Федерации в 2022 году». - М., 2023. - 287 с.

УДК 614.8.084

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЛЕЖАЩЕГО КАЧЕСТВА СЖАТОГО ВОЗДУХА В ДЫХАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНОЙ СЛУЖБЫ В УСЛОВИЯХ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ

Мнускин Юрий Витальевич¹; Кипря Александр Владимирович²;

Хазипова Вера Владимировна³; Мнускина Юлия Владимировна⁴

^{1,2,3,4}Донецкий институт ГПС МЧС России, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, Россия

¹mnuskin1976@mail.ru, SPIN 8950-6750, ID: 1149704

²aleksandrkipra@gmail.com, SPIN 8337-1462, ID: 848317

³vv_ekol@mail.ru, SPIN 2956-0965, ID: 1212224

⁴jlmsk@mail.ru, SPIN -9891-9796, ID: 843318

Аннотация. В данной работе рассматриваются вопросы, связанные с загрязнением атмосферного воздуха до военного конфликта и в условиях специальной военной операции. Наблюдается изменение качества атмосферного воздуха по основным ксенобиотикам по трем выделенным периодам. При этом не соблюдаются нормативные показатели качества воздуха по пыли, оксидам азота, оксиду серы, оксиду углерода качество сжатого воздуха, используемого в дыхательных аппаратах личного состава газодымозащитной службы, что оказывает прямое влияние на здоровье и трудоспособность пожарных, выполняющих задачи в экстремальных условиях. Предложены мониторинг качества атмосферного воздуха портативным газоанализатором и очистка поглотительным прибором, заполненным специальным сорбентом для удаления оксидов азота и оксида серы перед сжатием.

Ключевые слова: качество атмосферного воздуха, ксенобиотики, сжатый воздух, средства индивидуальной защиты органов дыхания, мониторинг, поглотительный прибор

ENSURING PROPER QUALITY OF COMPRESSED AIR IN BREATHING APPARATUS OF THE GAS-FORCE PROTECTION SERVICE UNDER CONDITIONS OF A SPECIAL MILITARY OPERATION

Mnuskin Yuriy V.¹; Kiprya Alexander V.²; Khazipova Vera V.³; Mnuskina Yulia V.⁴

^{1,2,3,4}Donetsk Institute of SFS of EMERCOM of Russia, Donetsk People's Republic, Donetsk, Russia

¹mnuskin1976@mail.ru, SPIN 8950-6750, ID: 1149704

²aleksandrkipra@gmail.com, SPIN 8337-1462, ID: 848317

³vv_ekol@mail.ru, SPIN 2956-0965, ID: 1212224

⁴jlmsk@mail.ru, SPIN -9891-9796, ID: 843318

Abstract. This paper examines issues related to atmospheric air pollution before a military conflict and in the context of a special military operation. There is a change in the quality of atmospheric air according to the main xenobiotics in three selected periods. At the same time, the air quality standards for dust, nitrogen oxides, sulfur oxide, and carbon monoxide are not observed. the quality of compressed air used in the breathing apparatus of the personnel of the gas and smoke protection service, which has a direct impact on the health and ability to work of firefighters performing tasks in extreme conditions. Monitoring of atmospheric air quality with a portable gas analyzer and purification with an absorption device filled with a special sorbent to remove nitrogen oxides and sulfur oxide before compression are proposed.

Keywords: atmospheric air quality, xenobiotics, compressed air, personal respiratory protection equipment, monitoring, absorption device

В настоящее время состояние окружающей среды - одна из наиболее остро стоящих перед человечеством проблем. В атмосфере особенно опасны промышленные и выхлопные газы, образующиеся в результате штатной хозяйственной деятельности объектов техносферы, а во время проведения специальной военной операции (СВО) в Донецкой Народной Республике к этим источникам загрязнения атмосферы добавляются вредные выбросы при взрывах средств поражения противника, крупных пожарах при горении углеводородного топлива, пожарах при поражении боевой техники и др.

По данным Министерства обороны РФ, на конец 2024 года в ходе проведения СВО уничтожено: 649 самолетов, 283 вертолета, 37354 БПЛА, 586 ЗРК, 19685 танков и других боевых бронемашин, 1497 боевые машины РСЗО, 19085 орудий полевой артиллерии и минометов, а также 29061 единиц спецтехники.

При эксплуатации указанной техники использовано более 12 млн. т. дизельного топлива, бензина и керосина.

На территориях, где проводится СВО, противником уничтожено и сожжено несколько хранилищ топлива суммарным объемом около 250 тыс. т.

Взрывчатые вещества при боевом использовании рассеиваются и образуют в момент взрыва заряда газообразные продукты под давлением 200...250 тыс. атмосфер и температурой около 3 500...4 000 °С.

Газообразные выбросы преимущественно состоят из оксидов углерода (CO_2 , CO), оксидов серы (SO_3 , SO_2) и сероводорода (H_2S), а также оксидов азота (NO_2 , NO , N_2O), углеводородов и их производных (C_xH_y), а также сажи и пыли.

Загрязнение атмосферного воздуха воздействует на здоровье человека и окружающую природную среду различными способами - от прямой и немедленной угрозы (смог, угарный газ) до медленного и постепенного разрушения систем жизнеобеспечения организма.

Физиологическое воздействие на организм человека рассматриваемых вредных выбросов чревато самыми серьезными последствиями. Так, пыль, содержащая диоксид кремния (SiO_2), вызывает тяжелое заболевание легких - силикоз. Оксид серы SO_2 , соединяясь с атмосферной влагой, образует серную кислоту, которая разрушает легочную ткань человека и животных. Особенно опасен диоксид серы, когда он осаждается на пылинках и в этом виде проникает глубоко в дыхательные пути.

Оксиды азота являются одними из наиболее опасных и токсичных загрязнителей воздуха вследствие физиологической активности. Первичное воздействие оксидов азота на организм человека связано с образованием азотной и азотистой кислот при их контакте со слизистыми оболочками. Вторичное действие оксидов азота проявляется в образовании нитритов в крови, что приводит к нарушению сердечной деятельности. Уже при концентрации диоксида азота в атмосфере более 100 мкг/м³ увеличивается число респираторных заболеваний. Вероятно, подобный эффект связан с тем, что NO_2 повышает восприимчивость к патогенным агентам, вызывающим эти заболевания. Оксид азота (IV) высокотоксичен. Даже в небольших концентрациях он раздражает дыхательные пути, в больших концентрациях вызывает отёк лёгких, а также вызывает изменения состава крови, в частности, уменьшает содержание в крови гемоглобина. Воздействие на организм человека оксида азота (IV) снижает сопротивляемость к заболеваниям, вызывает кислородное голодание тканей, особенно у детей. Усиливает действие канцерогенных веществ, способствуя возникновению злокачественных новообразований.

В условиях проведения специальной военной операции (СВО) вопросы обеспечения безопасности личного состава, в частности, сотрудников газодымозащитной службы (ГДЗС), приобретают первостепенное значение. Вследствие периодических обстрелов противником мест базирования ГДЗС и тушения крупных пожаров вследствие обстрелов повышается риск загрязнения воздушной среды опасными химическими веществами, токсичными газами, такими как оксиды азота, диоксид серы, оксид углерода в количествах, значительно превышающих их предельно допустимые концентрации. Вследствие этого качество сжатого воздуха, используемого в дыхательных аппаратах личного состава ГДЗС, оказывает прямое

влияние на здоровье и трудоспособность пожарных, выполняющих задачи в экстремальных условиях. Поэтому исследование качества атмосферного воздуха, используемого в сжатом виде для дыхания в средствах индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), при горении взрывчатых веществ и крупных пожарах, становится особенно актуальным.

Базы ГДЗС в Донецкой Народной Республике расположены в крупных городах и населенных пунктах (Донецк, Макеевка, Горловка, Енакиево, Харцызск, Шахтерск, Снежное, Старобешеве, Торез, Амвросиевка) и обслуживают соответствующие отряды пожарной охраны. Часть баз расположена вблизи линии боевого соприкосновения, что обуславливает влияние вредных выбросов от взрывов, пожаров при ведении боевых действий на качество воздуха для заправки СИЗОД. Для заправки дыхательных аппаратов сжатым воздухом при тушении крупных пожаров используются автомобили ГДЗС, работающие непосредственно в зонах тушения пожаров, под огневым воздействием повторных обстрелов, что также влияет на качество воздуха, заправляемого в СИЗОД. Таким образом, проблема контроля и обеспечения надлежащего качества сжатого воздуха является актуальной.

В соответствии с актуальностью цель данного исследования заключается в повышении безопасности тушения пожаров в непригодной для дыхания среде путем обеспечения надлежащего качества сжатого воздуха в СИЗОД.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ требований к качеству сжатого воздуха в СИЗОД;
- рассмотреть состав и динамику изменения загрязнителей атмосферного воздуха, характерных как для довоенных условий работы объектов техносферы, так и в результате военных действий, в частности, продуктов горения взрывчатых веществ, углеводородов на пожарах, вредных выбросов, возникающих в результате повреждений объектов энергетической инфраструктуры;
- обосновать необходимость мониторинга качества атмосферного воздуха в местах постоянного и временного базирования ГДЗС;
- предложить систему очистки атмосферного воздуха для получения качественного сжатого воздуха для заправки СИЗОД.

При тушении пожаров и выполнении аварийно-спасательных работ применяют дыхательные аппараты со сжатым воздухом.

Качество сжатого воздуха должно удовлетворять определенным требованиям [1, 2], приведенным в таблице 1.

Повышенные концентрации оксидов азота (NO_x) и оксида серы (SO_2), содержащиеся в атмосферном воздухе, как на протяжении довоенного, так и двух военных периодов, является чрезвычайно негативным фактором. Компрессия воздуха увеличивает концентрацию всех содержащихся в нем газов, включая NO_x и SO_2 . Если не очистить воздух от этих оксидов до сжатия, то концентрация данных ксенобиотиков в сжатом воздухе повышается кратно сжатию, что является нежелательным.

Таблица 1

Требования к сжатому воздуху для зарядки дыхательного аппарата

№ п-п	Наименование показателя	Значение
1	Содержание оксида углерода (II), мг/дм^3 , не более	0,03
2	Содержание оксида азота, мг/дм^3 , не более	0,0016
3	Содержание углеводородов (суммарно), мг/дм^3 , не более	0,1
4	Содержание оксида углерода (IV), %, не более	0,06
5	Содержание кислорода, %, не менее	21,0
6	Влажность, мг/м^3 , не более	35

В таком промышленном регионе, как Донецкая Народная Республика, уровни загрязнения атмосферного воздуха всегда были значительными. В период 2012-2014 гг. Донецкая промышленная агломерация, занимающая 4,4% от общей территории страны, обеспечивала около 27...30% всех выбросов в атмосферу.

В данной работе санитарно-гигиеническую оценку изменений качества атмосферного воздуха на территории Донецкой Народной Республики проводили по определенным временным периодам: довоенный I (2010-2013 гг.); военный II (2014-2018 гг.) и военный III (специальная военная операция, СВО) (2022-2024 гг.) на основании данных исследования [3].

Такой подход предполагает более детальный анализ и выявление динамики изменений загрязнений, связанных с различными этапами социально-экономической и политической нестабильности. Достоверные различия между довоенным и обоими военными периодами определялись по проценту проб, превышающих ПДК.

При оценке качества воздуха нормативным показателем является предельно допустимая концентрация среднесуточная (ПДК_{СС}) примеси в атмосфере - максимальная концентрация примеси в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает ни на него, ни на окружающую среду в целом вредного действия (включая отдаленные последствия).

В Донецкой агломерации в довоенный период (I) фиксируется превышение ПДК по всем рассматриваемым загрязняющим веществам.

Анализ распределения превышений ПДК_{СС} ксенобиотиков выявил следующую динамику. В довоенный период наблюдалось относительно стабильное превышение ПДК_{СС} по пыли (см. рис. 1), обусловленное промышленными выбросами и строительными работами.

Однако в течение II и III военных периодов этот показатель постепенно уменьшался, что, вероятно, связано с разрушением и остановкой промышленных предприятий.

Оксид углерода как продукт горения показывает повышенные значения в результате военных действий, особенно, во II военный период, когда интенсивность обстрелов и пожаров в Донецкой Народной Республике была максимальной (см. рис. 2).

С пожарами и увеличением концентрации взрывчатых веществ в воздухе в результате военных обстрелов связано и значительное количество выбросов оксидов азота и оксида серы.

На рис. 3 представлена характеристика содержания оксидов азота на протяжении трех периодов наблюдения. В течение II, и в особенности, III военных периодов этот показатель существенно возрос, что, вероятно, связано с разрушением промышленных объектов, пожарами и увеличением количества взрывчатых веществ в воздухе.

Оксиды азота, известные как NO_x, образуются при высоких температурах, которые возникают в ходе различных процессов, в том числе, при взрывах и горении, при которых фиксируется температура, превышающая 1000 °С. После взрывов и обстрелов часто возникают пожары, которые также могут способствовать дополнительному образованию оксидов азота.

Характеристика загрязнения атмосферного воздуха оксидом серы в течение трех периодов (см. рис. 4) отличается максимальным значением во II военном периоде, что связано с высокой интенсивностью обстрелов и пожаров, при общем значительном превышении ПДК.

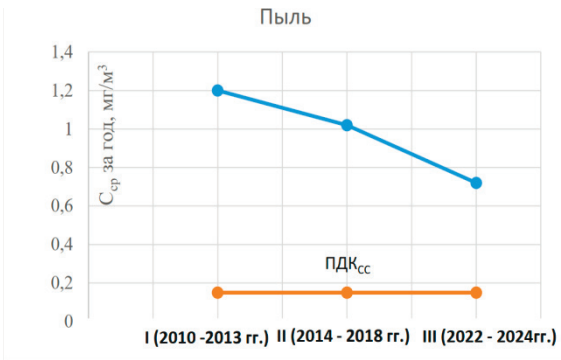


Рис. 1. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха пылью в течение трех периодов

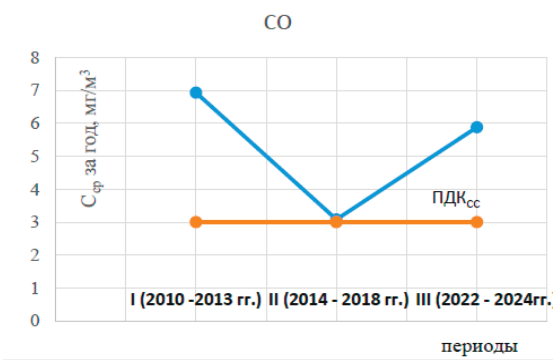


Рис. 2. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода в течение трех периодов

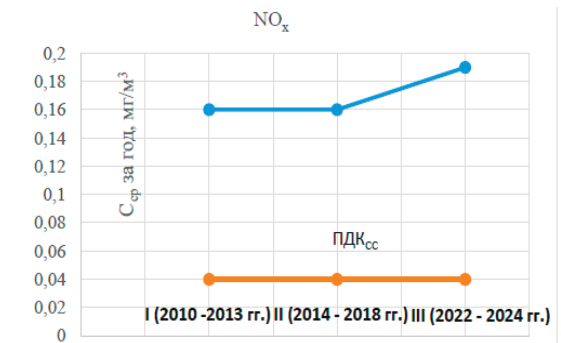


Рис. 3. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха оксидами азота в течение трех периодов

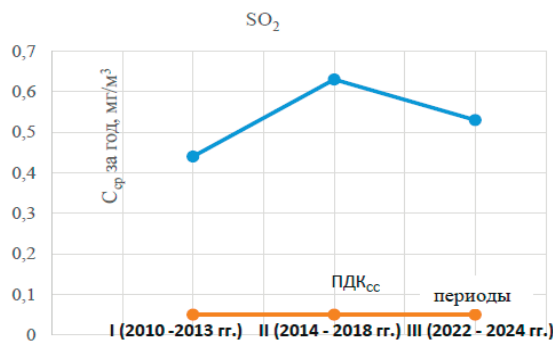


Рис. 4. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха оксидом серы в течение трех периодов

Таким образом, обобщая анализ характеристик загрязнения атмосферного воздуха за рассматриваемые три периода, следует отметить устойчивое многократное превышение ПДК по основным загрязнителям атмосферного воздуха, критичным для сжатого воздуха, используемого для дыхательных аппаратов в ГДЗС.

В связи с полученными результатами анализа загрязнителей атмосферного воздуха авторами разработаны предложения по мониторингу показателей качества и очистке атмосферного воздуха.

Для мониторинга загрязнителей атмосферного воздуха на базах и автомобилях ГДЗС предлагается использование портативного газоанализатора «ДАГ-500» (см. рис. 5), метрологические характеристики которого приведены в таблице 2.

Газоанализатор позволяет определять объемные концентрации газообразных веществ, включая кислород и рассматриваемые в исследовании загрязнители атмосферного воздуха. Газоанализатор следует использовать для контроля качества воздуха перед заправкой дыхательных аппаратов.

Таблица 2

 Метрологические характеристики ДАГ-500	Газ	Диапазон измерения	Погрешность
	O ₂	0...20,9 % об.	± 0,2 % об.
	CO	0...30000; 0...6000; 0...2000; 0...500 ppm	± 5 %
	CO ₂	0...21 % об.	-
	NO	0...2000; 0...500; 0...250 ppm	± 10 %
	NO ₂	0...100; 0...50 ppm	± 15 %
	SO ₂	0...4000; 0...2000; 0...1000; 0...500 ppm	± 10 %

Наличие в компрессорных установках высокого давления пылевых фильтров и влагоотделителей может обеспечить только механическую очистку и осушение атмосферного воздуха. В условиях СВО, при несоответствии нормативных показателей качества атмосферного воздуха для уменьшения концентрации, в частности, оксидов азота и оксида серы необходима разработка систем очистки атмосферного воздуха, располагаемых на базах и автомобилях ГДЗС, а также оптимизация режимов их эксплуатации для поддержания нормативного качества воздуха в течение времени заправки дыхательных аппаратов.

Для очистки атмосферного воздуха перед его сжатием компрессорной установкой высокого давления предлагается использовать поглотительный прибор, содержащий сорбенты, в составе фильтровентиляционной установки типа ФВУ-100/50, предназначенной для очистки атмосферного воздуха, подаваемого в защитные сооружения гражданской обороны от загрязнителей, отравляющих веществ, радиоактивной пыли, аварийно химически опасных веществ. Внешний вид и характеристики установки приведены на рис. 6 и в табл. 3.

Таблица 3

Характеристики ФВУ-100/50

 Внешний вид ФВУ-100/50	Характеристика	Значение
	Защитное действие	Отравляющие вещества, радиоактивная пыль, бактериологические аэрозоли, аварийно-химически опасные вещества
	Производительность по воздуху в режиме фильтровентиляции, не менее	50 м ³ /ч
	Производительность по воздуху в режиме вентиляции, не менее	100 м ³ /ч
	Мощность электродвигателя, не более	0,15 кВт
	Температура воздуха	-50 ... +45 °С
	Относительная влажность воздуха	30 ... 95 %

Таким образом, установка поглотительного устройства с сорбентами перед компрессорной установкой высокого давления обеспечивает очистку атмосферного воздуха до нормативного качества, что способствует повышению безопасности и эффективности работы ГДЗС, защите жизни и здоровья пожарных при работе в дыхательных аппаратах на сжатом воздухе в условиях СВО. Для оценки эффективности предлагаемых решений поставленных задач необходимы дальнейшие научно-исследовательские и конструкторские работы, направленные на получение и обработку данных мониторинга показателей качества атмосферного воздуха в местах базирования ГДЗС, доработку конструкции устройства забора воздуха для сопряжения с фильтровентиляционной установкой, контроль показателей качества очищенного атмосферного воздуха, разработку методики мониторинга и подтверждения соответствия качества атмосферного воздуха, подаваемого в компрессорные установки высокого давления.

Список источников

1. ГОСТ 34973-2023. «Техника пожарная. Установки компрессорные для наполнения сжатым воздухом и кислородом баллонов дыхательных аппаратов для пожарных. Общие технические требования. Методы испытаний». Москва, Стандартинформ, 2023. - 20 с.
2. ГОСТ Р 53255-2019. Техника пожарная. Аппараты дыхательные со сжатым воздухом с открытым циклом дыхания. Общие технические требования. Методы испытаний. Москва, Стандартинформ, 2019. - 44 с.
3. Романченко М.П., Ластков Д.О., Ежелева М.И., Госман Д.А. //Динамика показателей загрязнения атмосферного воздуха в период локального военного конфликта //Вестник гигиены и эпидемиологии, том 26, № 2, 2022.- С.119-124.

УДК 614.844.6

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕДЛАГАЕМОГО ГАЗОВОГО АЭРОЗОЛЬНОГО ОГНЕТУШИТЕЛЯ

Сабирьянов Вадим Ришатович¹; Чижов Никита Владимирович²; Савельев Егор Максимович³; Косицкий Сергей Сергеевич⁴; Заболотских Михаил Алексеевич⁵

^{1,2,3,4,5}Военная Академия материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации имени генерала армии А.В.Хрулева, Санкт-Петербург, Россия
^{1,2,3,4,5}sabiryanovv@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу нового газового аэрозольного огнетушителя (ГАОП), разработанного для повышения эффективности пожарной безопасности в условиях современных технологических и экологических требований. Рассмотрены принцип действия устройства, его конструктивные особенности и технические характеристики.

Ключевые слова: газовый аэрозольный огнетушитель переносной, пожарная безопасность, эргономичность, аэрозольное облако, модульная конструкция

APPLICATION CAPABILITIES AND CHARACTERISTICS OF THE PROPOSED GAS-AEROSOL FIRE EXTINGUISHER

Sabiryanov Vadim R.¹; Chizhov Nikita V.²; Savelyev Egor M.³; Kositskiy Sergei S.⁴; Zabolotskih Mikhail A.⁵

^{1,2,3,4,5}Military Academy of Logistics of the Armed Forces of the Russian Federation named after General of the Army A.V. Khrulev, Saint-Petersburg, Russia

Abstract. The article analyzes a new gas-aerosol fire extinguisher, developed to improve fire safety efficiency in compliance with modern technological and environmental requirements. The operating principle of the device, its structural features, and technical specifications are examined.

Keywords: Portable gas-aerosol fire extinguisher, fire safety, ergonomic design, aerosol cloud, modular construction

Современные реалии обеспечения пожарной безопасности диктуют необходимость внедрения инновационных решений, способных оперативно и эффективно нейтрализовать возгорания в условиях растущей сложности инфраструктуры и технологий. Традиционные огнетушители, такие как порошковые, углекислотные или водные, хоть и остаются востребованными, зачастую не справляются с задачами, требующими минимизации вторичного ущерба, работы в замкнутых пространствах или защиты чувствительного оборудования. Особую актуальность эти вопросы приобретают в серверных комнатах, лабораториях и архивах, где даже незначительное воздействие порошка, воды или перепада температур может привести к катастрофическим результатам.

Именно на устранение этих ограничений направлена разработка газового аэрозольного огнетушителя переносного (ГАОП) – устройства нового поколения, основанного на принципе генерации ингибирующего аэрозольного облака. В отличие от классических аналогов, ГАОП не просто локализует пламя, но и мгновенно прерывает цепные реакции горения, сохраняя при этом целостность электроники, документов и других ценных объектов. Его компактность, экологичность и способность работать в автономном режиме делают его незаменимым инструментом в системах пожаротушения XXI века.

В данной статье мы рассмотрим технические особенности ГАОП, проанализируем его преимущества перед традиционными решениями и определим сферы, где его применение становится критически важным для обеспечения пожарной безопасности.

Газовый аэрозольный огнетушитель (ГАОП) сочетает инновационный принцип работы и эргономичную конструкцию, адаптированную для экстренных ситуаций. Его активация осуществляется в несколько простых этапов: пользователь снимает трехконечную ручку с верхней части устройства, вкручивает ее двумя оборотами в активационное отверстие, нажимает на предохранитель до фиксации в стопорном положении, после чего переносит его в зону возгорания. С момента активации до выброса аэрозоля проходит 8 секунд – этого времени достаточно для точного позиционирования устройства.

Основной принцип работы ГАОП является генерация аэрозольного облака, которое подавляет горение за счет блокировки доступа кислорода и химического ингибирования цепных реакций. Это позволяет быстро локализовать очаг возгорания даже в замкнутых пространствах, не повреждая электронику или ценные объекты.



Рис. 1. Изображение предлагаемого ГАОП

Конструктивно ГАОП представляет собой модульную систему, где прессованный металлический корпус, усиленный двадцатью болтами по периметру, обеспечивает прочность и устойчивость к внешним воздействиям. На корпус крепятся цветные пластмассовые панели округлой формы, предотвращающие зацепление огнетушителя за неровные поверхности и облегчающие визуальную идентификацию типа устройства. Сборная ручка из ударопрочного пластика является механизмом активации, включающий предохранитель и систему передачи импульса. Сбоку корпуса расположено активационное гнездо, предназначенное для фиксации ручки и запуска механизма тушения.



Рис. 2. ГАОП в разобранном виде

Дизайн ГАОП ориентирован на скорость применения и универсальность. Округлые формы корпуса и компактные габариты позволяют размещать устройства в ограниченных пространствах – от серверных до салонов транспорта. Система быстрого запуска минимизирует время реакции пользователя, что критически важно в экстремальных условиях. Конструкция адаптирована для работы в различных средах, будь то промышленные объекты, музеи или жилые помещения. Отсутствие сложных механизмов и модульная архитектура упрощают обслуживание.

Огнетушитель обладает следующими техническими характеристиками: масса устройства составляет 2,75 кг при габаритах 280x280x120 мм. Объем огнетушащей аэрозольной смеси из мелкодисперсного аэрозоля на основе солей калия равен 600 мл, что обеспечивает эффективное покрытие зоны до 10 кубических метров. Продолжительность выброса состава составляет 12-15 секунд, что достаточно для тушения возгораний классов А (твердые материалы), В (жидкости), С(газы) и Е (электрооборудование).

Рабочий температурный диапазон – от -30 до +60 градусов Цельсия, а степень защиты корпуса IP54 защищает устройство от пыли и брызг. Срок службы огнетушителя – 5 лет. ГАОП соответствует требованиям ГОСТ Р 51057-2021 и сертифицирован для применения в зонах с электроустановками до 1000 В.

Газовый аэрозольный огнетушитель переносной – представляет собой значимый шаг в развитии средств пожарной безопасности. Его разработка отражает переход от реактивных методов тушения к превентивным стратегиям, где ключевым критерием становится не только эффективность, но и минимизация экологического и экономического ущерба.

ГАОП демонстрирует, что современные решения в области пожарной безопасности должны сочетать технологическую инновационность, экологичность и дизайн. Успех таких разработок зависит от синтеза инженерного мастерства, научных исследований и понимания глобальных проблем, связанных с урбанизацией и цифровизацией. Внедрение ГАОП и аналогичных решений – это не только технический прогресс, но и вклад в создание устойчивой инфраструктуры, где безопасность становится неотъемлемым элементом качества жизни.

Список источников

1. ГОСТ Р 51057-2001 «Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний».
2. ГОСТ Р 51017-2020 «Устройства аэрозольного пожаротушения. Общие технические требования».
3. Кудинов А.А., Карташов Э.М. «Современные средства пожаротушения: физико-химические основы и применение». М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. – 256 с.
4. Иванов С.В. «Экологически безопасные огнетушащие составы на основе газовых аэрозолей» // Пожаровзрывобезопасность, 2022. № 3. С. 45–52.

УДК 614.841.45

СПЕЦИФИКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Охотников Александр Валерьевич¹, Вагин Александр Владимирович²,
Дорожкин Александр Сергеевич³

¹Управление надзорной деятельности и профилактической работы Главного управления МЧС России по Ленинградской области, Ленинградская область, Россия

^{2,3}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹ohotnikov77@mail.ru

²vagin@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7966-4947>

³dorozhkin@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0814-5656>

Аннотация. Государственные инспектора осуществляют федеральный государственный пожарный надзор на территории Ленинградской области, площадь которой составляет порядка 95 тысяч квадратных километров, а население более двух миллионов человек. При этом в Ленинградской области отмечается тенденция к росту строительства промышленных объектов, а также жилых и общественных зданий. Действующая система нормирования позволяет обосновывать отступления от требований пожарной безопасности с помощью расчета пожарного риска только в случаях, когда они учитываются методикой такого расчёта. Поэтому, отмечается увеличение количества объектов защиты, для которых проектирование, строительство и эксплуатация выполняются на основании специальных технических условий.

Ключевые слова: пожарная безопасность, мероприятия по обеспечению пожарной безопасности, специальные технические условия

SPECIFICS OF ENSURING FIRE SAFETY IN THE LENINGRAD REGION

Okhotnikov Alexander V.¹, Vagin Alexander V.², Dorozhkin Alexander S.³

¹Department of supervisory activities and preventive work of the Main Directorate of the EMERCOM of Russia for the Leningrad Region, Leningrad region, Russia

^{2,3}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹ohotnikov77@mail.ru

²vagin@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7966-4947>

³dorozhkin@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0814-5656>

Abstract. State inspectors carry out federal state fire supervision in the Leningrad Region, the area of which is about 95 thousand square kilometers, and the population is more than two million people. At the same time, in the Leningrad Region there is a tendency towards an increase in the construction of industrial facilities, as well as residential and public buildings. The current standardization system allows justifying deviations from fire safety requirements by calculating the fire risk only in cases where they are taken into account by the methodology of such calculation. Therefore, there is an increase in the number of protected objects for which design, construction and operation are carried out on the basis of special technical conditions.

Keywords: ensuring fire safety, special technical conditions, standards of organizations, measures to ensure fire safety

Основными нормативными правовыми актами, на основании которых осуществляется федеральный государственный пожарный надзор на территории Ленинградской области, являются Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [1], Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [2], Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях

пожарной безопасности» [3] (далее – Технический регламент), Правила противопожарного режима в Российской Федерации, утверждённые постановлением Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 [4] (далее – ППР РФ).

В соответствии с положениями ст. 16.1 Федерального закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании», приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13.02.2023 № 318 (в редакции 25.11.2024 г.) утверждён перечень нормативных документов по пожарной безопасности, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Технического регламента, в котором содержатся 146 нормативных документов по пожарной безопасности.

В настоящее время в перечень административно-территориальных единиц Ленинградской области входят: 1 городской округ, 1 муниципальный округ (добавился), 16 муниципальных районов (было 17), 63 городских (было 66) и 107 сельских поселений (было 121). Итого в Ленинградской области 188 муниципальных образований. Также на территории Ленинградской области существуют порядка 3500 некоммерческих товариществ, созданных гражданами, которые осуществляют свою деятельность для ведения садоводства и огородничества, характеризующая наличием частных домов, расположенных на минимальном расстоянии друг от друга, отсутствием источников наружного противопожарного водоснабжения и на которой должностными МЧС России осуществляется федеральный государственный пожарный надзор.

При осуществлении федерального государственного пожарного надзора на территории Ленинградской области имеется своя специфика, свои проблемные вопросы, которые находят своё отражение в обращениях граждан. Так, например, требования пожарной безопасности по обеспечению подъездами, проездами различных зданий, в зависимости от высоты, класса функциональной пожарной опасности установлены СП 4.13130.2013 [4]. Критерии нормативных требований, при которых участок территории может быть отнесён к проезду для пожарной техники, не установлены. Да и сами нормативные положения СП 4.13130.2013 к проездам для пожарной техники определены не совсем корректно и для некоторых ключевых требований свод правил не устанавливает требований, так как данные требования установлены для подъездов для пожарных автомобилей, а проезд и подъезд это не одно и то же.

Пунктом 71 ППР РФ установлено, что правообладатели земельных участков обеспечивают надлежащее техническое содержание (в любое время года) дорог, проездов и подъездов. При этом понятие «надлежащее техническое содержание» нормативными документами по пожарной безопасности не установлено. Поэтому обязательное выполнение требования прописано, а способ реализации данного требования вызывает вопрос.

Согласно информационного письма от 14 октября 2024 г. № 43-6533-19 [6] МЧС информирует, что на постоянной основе проводится работа по совершенствованию нормативного правового регулирования, оптимизации требований пожарной безопасности, содержащихся в нормативных правовых актах Российской Федерации и нормативных документах по пожарной безопасности. При этом указанная работа для достижения наилучшего и сбалансированного результата проводится в тесном сотрудничестве с профильными экспертными и бизнес сообществами. Поэтому в ближайшее время следует ждать изменений в положения нормативных документов по строительной безопасности, так как в настоящее время МЧС России проводит работу, направленную на исключение требований пожарной безопасности из нормативных документов, утвержденных в целях подтверждения соответствия требованиям Федерального закона от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Ожидается, что требования пожарной безопасности будут установлены исключительно в нормативных документах по пожарной безопасности.

При разработке мероприятий по обеспечению пожарной безопасности для зданий сооружений следует учитывать следующее:

1. При выполнении в полном объеме положений, предусмотренных пунктом 1 части 1 статьи 6 Технического регламента, разработка иных документов (СТУ, СТО), проведение расчетов по оценке пожарного риска, а также иных расчетов и (или) испытаний не требуется.

2. Согласно ч. 7 ст. 6 Технического регламента порядок проведения расчета определяется нормативными правовыми актами РФ и нормативными документами по пожарной безопасности. Порядок проведения расчетов установлен Правилами проведения расчетов по оценке пожарного риска, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 22.07.2020 № 1084. В соответствии с пунктом 3 указанных Правил определение расчетных величин пожарного риска проводится по методикам, утверждаемым МЧС России. Приказами МЧС России от 14.11.2022 № 1140 и от 26.06.2024 № 533 утверждены соответственно методики определения расчетных величин пожарного риска для жилых и общественных зданий и для производственных объектов. Следует отметить, что выводы, полученные при расчете по оценке пожарного риска, используются только для обоснования тех параметров и характеристик объекта защиты, которые учитываются указанными методиками.

В соответствии с пунктом 43 «Положения о федеральном государственном пожарном надзоре», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 12.04.2012 № 290, в случае представления в установленном порядке в подразделение ГПН расчета пожарного риска при проведении контрольного (надзорного) мероприятия проверяются исходные данные расчета, а также параметры и характеристики объекта, которые учитываются в расчете. В случае выявления несоответствия расчета пожарного риска предъявляемым требованиям контрольное (надзорное) мероприятие продолжается с оценкой выполнения нормативных требований пожарной безопасности.

Методики оценки рисков выполнены таким образом, что при наличии отступлений от требований нормативных документов по пожарной безопасности, а также при отсутствии достаточно серьезной и качественной проработки компенсирующих мероприятий, такие расчеты получают результат, превышающий допустимый уровень пожарного риска.

3. В соответствии с частью 2 статьи 78 Технического регламента на этапе проектирования для объектов защиты, для которых отсутствуют нормативные требования пожарной безопасности, должны быть разработаны специальные технические условия по обеспечению пожарной безопасности (далее – СТУ). Согласно пункта 3 части 1 статьи 6 Технического регламента СТУ отнесены к одному из условий соответствия объекта защиты, тем самым наделяя правом руководителей объектов защиты осуществлять разработку СТУ на этапе эксплуатации объекта защиты. При этом СТУ являются нормативным документом по пожарной безопасности.

4. Достаточность мероприятий по обеспечению пожарной безопасности для объекта капитального строительства может быть определена в соответствии с ч. 1 ст. 6 Технического регламента путем выполнения в полном объеме требований, установленных Техническим регламентом и выполнением требований пожарной безопасности, содержащихся в стандарте организации (далее – СТО), согласованным в соответствии с Порядком согласования СТО [8]. Для перспективных средств обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения, характеристики и (или) область применения которых не установлены нормативными документами по пожарной безопасности, при положительных результатах соответствующих испытаний, появилась возможность применения СТО, согласованного в установленном порядке. К сожалению, в настоящее время все СТО, согласованные до 01 марта 2024 года, фактически утратили свою силу, так как не являются нормативным документом по пожарной безопасности (согласно информационного письма МЧС России от 20 августа 2024 г. № 43-5154-19 «О соблюдении законодательства Российской Федерации»).

В целом нельзя не отметить, что нефтяная промышленность России является ведущей отраслью Российской промышленности, включающая в себя добычу, переработку, производство, транспортировку и сбыт нефти и нефтепродуктов. Ленинградская область занимает значимое место в развитии нефтегазовой промышленности России, являясь важным

экспортером углеводородов. Регион активно развивает свою нефтегазовую отрасль: строятся новые предприятия и комплексы, расширяются возможности поставок нефти, нефтепродуктов и газа за рубеж. Ключевыми организациями нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности на территории Ленинградской области выступают: ООО «ПО «Киришинефтеоргсинтез» («Кинеф») – крупнейшее в России нефтеперегонное предприятие; ООО «Экотехнохим» - производство высококачественного авиационного бензина; ООО «Транснефть – Порт Усть-Луга» – хранение и отгрузка нефти; ООО «РПК-Высоцк «ЛУКОЙЛ-II» – комплекс по распределению и перевалке нефтепродуктов, поступающих сюда по продуктопроводу «Приморск-Высоцк»; ООО «Волхов-ЭКО» – нефтеперерабатывающий завод; ООО «ВИТАНД-ОЙЛ» – нефтеперерабатывающее предприятие.

В связи с этим возникает необходимость увеличения производительности технологических площадок подготовки, хранения и транспорта нефти и нефтепродуктов. Основные отличия современного этапа развития и совершенствования складов нефтепродуктов обусловлены появлением новых подходов к обеспечению пожарной безопасности опасных производственных объектов, к которым относятся вышеуказанные объекты хранения, а также уделению внимания их качественным параметрам. В этой связи перед организациями, занимающимися хранением нефти и нефтепродуктов, в настоящее время стоит задача приведения объектов хранения по объему хранения и эффективности к современному научно-техническому уровню, требованиям безопасности, в том числе пожарной безопасности и производственным возможностям отечественных предприятий.

Решение данной задачи должно обеспечиваться преимущественно за счет обеспечения надежного, эффективного и безопасного функционирования складов и баз за счет использования более совершенного технологического оборудования и технических средств, автоматизации и механизации технологических процессов и работ.

Основным оборудованием для хранения нефти и нефтепродуктов являются резервуары (стальные вертикальные резервуары и др.), которые относятся к объектам повышенной опасности, поскольку они работают в сложном состоянии, обусловленном одновременным действием гидростатического давления хранимого нефтепродукта, значительного перепада температуры, ветровой и снеговой нагрузок, неравномерными осадками и другими параметрами.

Резервуары являются неотъемлемой частью технологических процессов, количество и объём которых, с одной стороны обеспечивают вместимость склада, с другой, от них зависит надежность и безопасность. Таким образом, налицо техническая актуальность определения качественных оптимальных параметров резервуаров, характеристик противоаварийной системы, системы противопожарной защиты, что оказывает непосредственное влияние на уровень безопасности при их эксплуатации.

Оптимизация технических решений при строительстве, реконструкции или расширении резервуарных парков возможна на основе методологического аппарата, позволяющего оптимизировать их вместимость по стоимостному критерию на основе варьирования вместимости вертикального стального резервуара, его прочностных характеристик, заложенных на этапах проектирования и строительства, а также условий его эксплуатации, зависящих от физико-географических и климатических условий.

Методика обоснования параметров резервуаров позволяет сформировать целевую функцию, в качестве которой, применительно к современным условиям, может быть выбрана аддитивная свертка затрат на строительство резервуарного парка, его эксплуатацию, установку систем противоаварийной защиты и противопожарной защиты, возможный ущерб, а в качестве ограничения – интенсивность отказов, позволяющими для заданного показателя безопасности, в виде вероятности безотказной работы, отыскивать оптимальный по стоимости вариант вместимости резервуара и состава резервуарного парка, соответствующих ей системы противоаварийной защиты и противопожарной защиты.

При этом адекватность метода обеспечивается применением прогнозных моделей надежности элементов конструкции резервуара на уровне сопоставления их прочностных свойств, рассчитанных в динамике, и реальных эксплуатационных нагрузок, прогнозом результатов воздействия природно-климатических условий.

Нельзя также не отметить, что в последнее время, наряду с известными причинами, проявились угрозы современной реальности – инфраструктурный терроризм. Любые структуры резервуарных парков могут стать поводом для возможного террористического шантажа или акта, риски которых также в настоящее время необходимо учитывать, но этот вопрос требует отдельного дополнительного изучения.

Вывод

На основании изложенного, в целях обеспечения пожарной безопасности объектов защиты, расположенных в Ленинградской области, при разработке проектной документации, необходимой для проектирования и эксплуатации зданий, в проектную документацию необходимо включать обоснованные технические решения в виде мер пожарной безопасности, дифференцированных в соответствии с одним из выбранных условий, определенных ч. 1 ст. 6 Технического регламента, предусматривающей вариативность подходов к обеспечению пожарной безопасности объектов защиты и учитывающей возможность отступления от требований нормативных документов по пожарной безопасности.

Список источников

1. Федеральный закон Российской Федерации от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
3. Федеральный закон Российской Федерации от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
4. Правила противопожарного режима в Российской Федерации, утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 16.09.2020 № 1479.
5. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям.
6. Информационное письмо от 14 октября 2024 г. № 43-6533-19 «О совершенствовании нормативного правового регулирования, оптимизации требований пожарной безопасности, содержащихся в нормативных правовых актах РФ и нормативных документах по пожарной безопасности».
7. СП 505.1311500.2021 Расчет пожарного риска. Требования к оформлению.
8. Порядок согласования стандартов организаций, содержащих требования пожарной безопасности, утв. приказом МЧС России от 15.11.2022 № 1161.
9. Швырков С.А., Семиков В.Л., Швырков А.Н. Анализ статистических данных разрушений резервуаров // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1996. Вып.5. С.39-50.
10. Сучков В.П. Актуальные проблемы обеспечения устойчивости к возникновению и развитию пожара технологий хранения нефти и нефтепродуктов. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1995.
11. Климантов А.А., Вагин А.В. Оптимизация вместимости резервуарных складов нефтепродуктов с учётом требований промышленной безопасности // Проблемы управления рисками в техносфере. 2009 № 1 (9)-2 (10). С.16-21.

УДК 614.841.4

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ЖИДКОСТЕЙ В СИСТЕМЕ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ОКРАСОЧНОЙ КАМЕРЫ

Емельянова Анна Николаевна

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

yemelyanova.a@igps.ru

Аннотация. Предложен инновационный способ повышения пожарной безопасности процессов окраски. Рассмотрено практическое применение наномодифицированных растворителей в системе противопожарной защиты окрасочной камеры. Предложено техническое решение получения наномодифицированных растворителей в условиях технологического процесса.

Ключевые слова: органический растворитель, углеродные наноструктуры, интенсивность испарения, система противопожарной защиты

PRACTICAL APPLICATION OF NANOMODIFIED LIQUIDS IN THE FIRE PROTECTION SYSTEM OF THE PAINT CHAMBER

Emelyanova Anna Nikolaevna

Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

yemelyanova.a@igps.ru

Abstract. An innovative way to increase the fire safety of painting processes is proposed. The practical application of nanomodified solvents in the fire protection system of the paint chamber is considered. A technical solution for the production of nanomodified solvents under process conditions is proposed.

Keywords: organic solvent, carbon nanostructures, evaporation rate, fire protection system

Окрасочные камеры являются зоной повышенного риска возникновения пожара вследствие присутствия значительного количества горючих паров лакокрасочных материалов. В условиях ограниченного объема окрасочных камер наблюдается стремительное развитие опасных факторов пожара. Снижение видимости в дыму и повышенная температура окружающей среды являются критическими факторами развития пожара. Снижение видимости в дыму затрудняет эвакуацию персонала, а достижение критической температуры повышает риски термического поражения. Для защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и ограничения последствий такового воздействия предназначена система противопожарной защиты. Система противопожарной защиты окрасочной камеры является необходимым условием обеспечения пожарной безопасности технологических процессов, связанных с применением легковоспламеняющихся жидкостей. Назначение системы противопожарной защиты заключается в защите людей и имущества от воздействия опасных факторов пожаров и ограничении такового воздействия. Время достижения критических значений опасных факторов пожара зависит от объемно-планировочных решений помещения, наличия и исправности систем вентиляции, физико-химических свойств горючего вещества, площади разлива вещества.

Проблема обеспечения пожарной безопасности процессов окраски остается актуальной. Лакокрасочные материалы характеризуются высокой пожарной опасностью, обусловленной пожаровзрывоопасностью входящих в состав растворителей. Входящие в состав компоненты способны к испарению и к дальнейшему образованию взрывоопасных смесей. Современные тенденции обеспечения пожарной безопасности направлены на разработку материалов с пониженной пожарной опасностью [1].

Одним из перспективных направлений снижения пожарной опасности процессов окраски является использование модифицированных растворителей, изменение физико-химических свойств которых способствует уменьшению площади розлива и снижению интенсивности испарения.

Проведены исследования по влиянию углеродных наноструктур на интенсивность испарения органических растворителей, являющихся основными компонентами лакокрасочных материалов. Объектом исследования выступал растворитель Р-646. В качестве модифицирующих компонентов использовали астралены [2]. Углеродные наноструктуры способны снижать тепловыделение, уменьшать площадь розлива, снижать интенсивность испарения. Модифицирование жидкости происходило с концентрацией наноструктур 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 об.%. Равномерное распределение углеродных наноструктур в объеме жидкости проводилось в ультразвуковой ванне «UltraSonic Cleaner Раира». Ультразвуковое воздействие необходимо для диспергирования твердых частиц в объеме жидкостной среды. Исследование интенсивности испарения модифицированного растворителя происходило с открытой поверхности в вытяжном шкафу с фиксацией изменения массы образцов на лабораторных весах. Результаты экспериментального исследования представлены на рисунке.

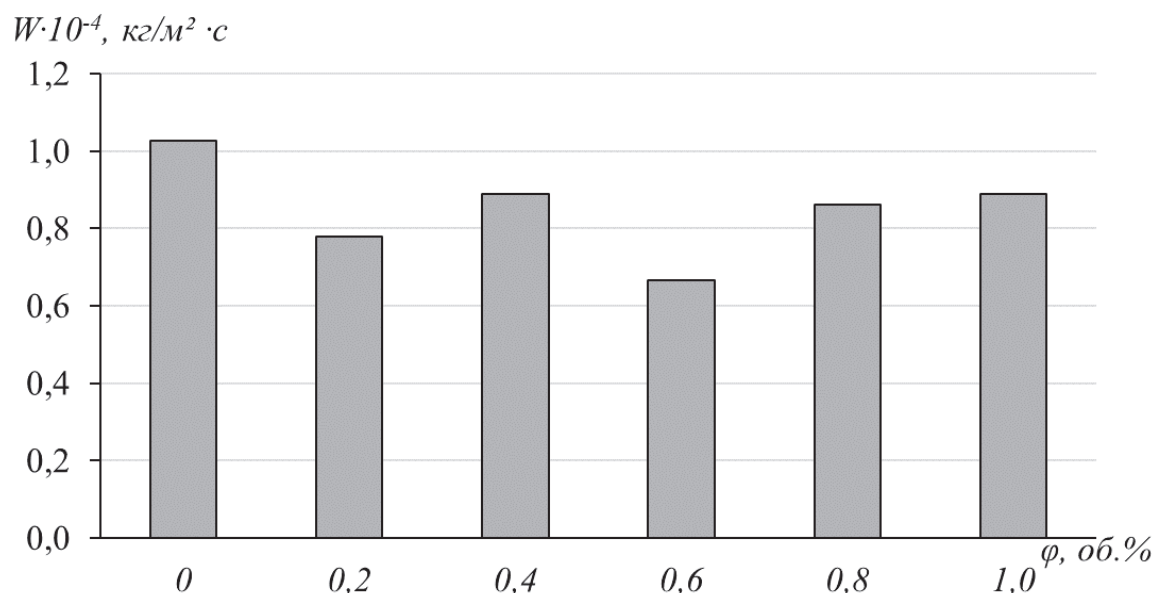


Рис. Интенсивность испарения модифицированного растворителя Р-646

Полученные результаты показывают изменение интенсивности испарения модифицированного растворителя с разной концентрацией астраленов на 13 %. Снижение интенсивности испарения модифицированного растворителя по сравнению с исходным образцом связано с изменением поверхностного натяжения жидкости. Наноструктуры создают сетчатую поверхность на поверхности жидкости. В результате поверхностное натяжение жидкости увеличивается, скорость испарения замедляется и уменьшается интенсивность испарения. Изменение интенсивности испарения приводит к увеличению времени образования взрывоопасной концентрации. Однако при определенных концентрациях углеродных наноструктур происходит повышение интенсивности испарения. Этот эффект обусловлен агломерацией наноструктур, что способствует увеличению расстояний между частицами и снижению стабильности наножидкости [3, 4].

Для практической реализации способа снижения пожарной опасности процессов окраски предложено техническое решение получения модифицированной жидкости в условиях технологического процесса [5]. Смеситель наносuspensions предназначен для получения наножидкостей и может быть использован при получении лаков и красок.

Принцип действия устройства заключается в диспергировании наноструктур в объеме жидкости. Для равномерного распределения наноструктур предусмотрено устройство ультразвукового воздействия, под действием которого наноструктуры равномерно распределяются в объеме жидкости.

Модифицирование органических растворителей и практическая реализация способа модифицирования жидкостей представляется перспективным подходом в решении проблемы обеспечения пожарной безопасности процессов окраски. Предлагаемый способ позволит снизить риск возникновения пожаров при проведении окрасочных работ.

Список источников

1. Иванов А.В., Ивахнюк Г.К., Медведева Л.В. Методы управления свойствами углеводородных жидкостей в задачах обеспечения пожарной безопасности // Пожаровзрывобезопасность. 2016. Т. 26, № 9. С. 30-37. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.09.30-37.
2. Structural and magnetic resonance study of astralen nanoparticles / A.I. Shames [et al.] // Diamond and related materials. 2009. Vol. 18. № 2-3. P. 505–510.
3. Tanvir S., Qiao L. Surface tension of nanofluid-type fuels containing suspended nanomaterials // Nanoscale Research Letters. – 2012. - Vol. 7, № 1. - P. 226. DOI: 10.1186/1556-276X-7-226.
4. W. Yu, H. Xie. A review on nanofluids: preparation, stability mechanisms, and applications. Journal of Nanomaterials, 2012. 17 p. DOI: 10.1155/2012/435873.
5. Андрюшкин А.Ю., Башаричев А.В., Емельянова А.Н., Симонова М.А., Фатина А.А. Смеситель наносuspensions. Патент на полезную модель RU 163045 U1, 10.07.2016. Заявка № 2015150784/05 от 26.11.2015.

УДК 614.841; 536.468

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕАЛЬНОЙ ПОЖАРНОЙ НАГРУЗКИ НА РАЗВИТИЕ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ

Еремина Татьяна Юрьевна¹; Сушкова Ольга Владимировна²

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹ main@stopfire.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1427-606X>

² sushkova.ov@hermitage.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6549-1638>

Аннотация. Проведены комплексные исследования по определению пожароопасных свойств (горючесть, воспламеняемость, дымообразующая способность, токсичность, теплота сгорания) исторической древесины (паркет на путях эвакуации объектов культурного наследия). Проанализированы отличия от значений параметров типовой горючей нагрузки, приведенных в справочной литературе.

Ключевые слова: объекты культурного наследия; термодеструкция; горючая нагрузка; коэффициент дымообразования; низшая теплота сгорания; опасные факторы пожара

REAL FIRE LOAD INFLUENCE ON DANGEROUS FIRE FACTORS FOR HISTORIC AND CULTURAL HERITAGE OBJECTS

Eremina Tatiana Y.¹; Sushkova Olga V.²

^{1,2}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹ main@stopfire.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1427-606X>

² sushkova.ov@hermitage.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6549-1638>

Abstract. Complex research of fire-hazard characteristics (flammability, ignitability, smoke-generating capacity, toxicity, heat of combustion) for historical wood material (parquet at evacuation roots for historic and cultural heritage objects) is considered in this work. Difference with typical fire load parameters from reference literature is analyzed.

Keywords: cultural heritage objects; thermal destruction; combustible load; smoke-developed index; net heat of combustion; fire hazards

В настоящее время активно ведутся процессы реконструкции и реставрации, модернизации выставочных залов, музеев и фондохранилищ. Исторические здания – это объекты, уникальные по принимаемым техническим решениям, с организацией в одном пространстве помещений разных классов функциональной пожарной опасности и с массовым пребыванием разных категорий людей [1-6].

Вместе с тем такие объекты остаются объектами повышенной пожарной опасности. Рассмотрим, например, наиболее характерные пожары, которые произошли в выставочных залах и музеях Российской Федерации (Таблица 1) и послужили причиной массового уничтожения исторических ценностей, а также значительного материального ущерба.

Пожары в музеях, выставочных залах, фондохранилищах

Дата пожара	Объект, историческая характеристика	Краткое описание пожара
26.12.2002	Дом-музей академика В. И. Вернадского (Москва). Здание – памятник архитектуры XVII-XIX вв.	Возгорание двухэтажного здания произошло около 12 часов. В результате пожара полностью выгорели чердак и мансарда. Площадь пожара составила 200 м ² . Музей академика Вернадского прекратил свое существование
14.03.2004	Манеж (Москва). Здание построено в 1817 году. С 1957 года Манеж использовался для проведения выставок, концертов и других публичных мероприятий.	Причиной пожара послужило короткое замыкание. Пожару присвоен 5 ранг сложности. В ходе тушения погибли двое пожарных. Сгорели произведения 92 театральных и современных художников. Полностью сгорела кровля
12.04.2007	Государственный геологический музей истории Земли им. Вернадского (Москва). Здание возводилось в 1914-1918 гг. Архитектор-строитель здания – Р.И. Клейн	Пожар возник в трехэтажном здании. Изначально горел паркет на 2-м этаже, дальше огонь поднялся к перекрытиям. Работало 10 пожарных расчетов. Ситуацию усложняло нахождение в соседнем помещении реставрационной мастерской, из которой пожарным приходилось эвакуировать картины. Площадь пожара составила 10 м ² .
25.06. 2020	Литературный музей А.М. Горького (Нижний Новгород). Здание – образец жилой купеческой постройки II-й половины XIX века, построено в стиле академической эклектики в 1882 г. петербургским архитектором Н.Д. Григорьевым. Дом является памятником истории и культуры регионального значения.	Пожар произошел в здании музея, находившемся на реконструкции. На тушение ушло более 4,5 часов. Общая площадь возгорания составила 500 м ² . Произошло частичное обрушение чердачного перекрытия. Пострадали фасад здания и внутренние интерьеры, составляющие его основную ценность.
2.07.2022	Мемориальный музей-усадьба композитора Николая Римского-Корсакова в деревне Любенск Плюсского района Псковской области. Объект культурного наследия федерального значения	Пожар произошел вечером. Пламя очень быстро распространилось по зданию. Сохранить здание усадьбы не удалось. Музей потерял 1082 экспоната, в том числе мемориальную мебель.

Исследование безопасной эвакуации с учетом пожарной нагрузки и количества посетителей за рубежом было проведено, например, в библиотеке колледжа в Китае [7]. Чтобы упростить расчет, в качестве пожарной нагрузки рассматривались только книги. Требуемое время безопасной эвакуации рассчитывалось в соответствии с полученными данными и складывалось из времени обнаружения пожара, времени до начала эвакуации и времени эвакуации. В работе подтверждены эффективность противопожарной защиты и выполнение условий безопасной эвакуации в библиотеке колледжа, но более комплексно с точки зрения пожарной нагрузки данная задача не проанализирована.

Одним из основных факторов, определяющих количественные характеристики пожара, является общее количество теплоты, выделяющееся в окружающее пространство при сгорании всех воспламеняющихся материалов и предметов в конкретном здании или помещении.

Параметры пожарной нагрузки необходимы для расчета времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (ОФП) при определении расчетных величин индивидуального пожарного риска. Пожарная нагрузка, как правило, не является однородной и включает самые разные сочетания твердых горючих материалов, легковоспламеняющихся жидкостей, газообразных веществ. Для музейных объектов, расположенных в зданиях культурно-исторического наследия значительную часть пожарной нагрузки составляют материалы органического происхождения: разные виды древесины, ткани из натуральных волокон, бумага, кожа, – материалы, которые использовались в отделке интерьеров, а также сами экспонаты – картины, мебель, ковры и т.п. (Рисунок 1).



Рис. 1. Постоянная экспозиция выставочных залов

Характеристики пожарной опасности горючей нагрузки на объектах культурного наследия с размещением экспонатов, сочетающей разнообразные по своей природе материалы, разные виды, сроки и условия эксплуатации древесины, экспериментальным путем исследованы недостаточно полно [8].

С целью определения расчетных величин пожарного риска в качестве источника информации о показателях типовой горючей нагрузки наиболее часто используют справочную литературу. В Таблице 2 для сравнения сведены данные показателей типовой горючей нагрузки из справочной литературы [9, 10] для музеев и фондохранилищ.

Как видно из представленных в Таблице 2 показателей, справочные данные типовой горючей нагрузки для однотипных групп помещений имеют различия. Особенно очевидны расхождения для музеев и выставок по показателям: дымообразующая способность, линейная скорость распространения пламени, удельный расход кислорода.

Табл. 2

Сравнительные показатели типовой горючей нагрузки

Показатели	Наименование групп помещений расположения горючей нагрузки			
	Хранилища библиотек, архивы		Музеи, выставки	
	Справочная литература			
	[9]	[10]	[9]	[10]
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	14,500	14,500	14,000	13,800
Линейная скорость распространения пламени, м/с	0,0103	0,008	0,0163	0,0055
Удельная массовая скорость выгорания, кг/ (м ² с)	0,01100	0,01100	0,01520	0,0145

Показатели	Наименование групп помещений расположения горючей нагрузки			
	Хранилища библиотек, архивы		Музеи, выставки	
	Справочная литература			
	[9]	[10]	[9]	[10]
Дымообразующая способность, Нп · м ² /кг	49,50	49,50	53,00	270
Удельный расход кислорода, кг/кг	1,1540	1,1540	1,2180	1,0300
Выделение газа, кг/кг				
СО ²	1,10870	1,10870	1,42300	0,20300
СО	0,09740	0,09740	0,02300	0,0022
НСl	0	0	0,00010	0,01400

В результате исследования образцов древесины, примененных в музее и состаренных в естественных условиях эксплуатации, получены пожарно-технические характеристики исторической древесины со сроком эксплуатации 160 лет:

- показатели горючести – Г4 (сильногорючие);
- показатели воспламеняемости исторической древесины сосны с остатками клея животного происхождения относятся к умеренно воспламеняемым – В2. Историческая древесина сосны с таким же сроком эксплуатации, но без остатков клея имеет показатель воспламеняемости, относящий ее к группе В3 – легковоспламеняемые;
- полученные коэффициенты дымообразования (более $500 \text{ м}^2/\text{кг}$) указывают на высокую дымообразующую способность (Д3).
- определен показатель низшей теплоты сгорания исторической древесины дуба и ясеня, состаренных в естественных условиях эксплуатации, – $16,5 \text{ МДж}/\text{кг}$ и $16,0 \text{ МДж}/\text{кг}$ соответственно;
- проведен расчет удельной пожарной нагрузки паркетов из древесины дубы и ясеня в выставочных залах ($231 \text{ МДж}/\text{м}^2$, $224 \text{ МДж}/\text{м}^2$).

Сопоставление данных (Таблица 3) демонстрирует недостаточную детализацию в справочной литературе параметров пожарной опасности древесины в зависимости от вида и возраста ее эксплуатации и различия с полученными экспериментальными данными имеющихся показателей, влияющих на развитие пожара.

Табл. 3

Сопоставление полученных характеристик пожарной опасности образцов исторической древесины с имеющимися в литературе данными

Материал	Теоретические (по справочным данным)	Практические (экспериментальные)
Коэффициент дымообразования, тление/горение, м²/кг		
Дуб	Высокая дымообразующая способность (Д3)	749/65 - высокая дымообразующая способность (Д3)
Ясень		619/72 - высокая дымообразующая способность (Д3)
Показатель токсичности продуктов горения (HCL50, г/м³/)		
Дуб	Высокоопасный (Т3) [5]	92,6 – умеренноопасный (Т2)
Ясень		67,7 - умеренноопасный (Т2)
Величина КППТП /Группа воспламеняемости		
Дуб	Показатель отсутствует	15 кВт/м²/В3
Ясень	15 кВт/м²/В3	15 кВт/м²/В3

Материал	Теоретические (по справочным данным)	Практические (экспериментальные)
Определение газообразных продуктов при термодеструкции		
Дуб	Показатель отсутствует	Температурный диапазон присутствия: уксусной кислоты 247,50-335,50°C; муравьиной кислоты 244,60-296,81°C
Ясень		Температурный диапазон присутствия: уксусной кислоты 232,48-349,03°C; муравьиной кислоты 234,60-300,54°C

Результат исследования термоокислительного разложения показал, что образцы состаренной древесины отличаются более низкой начальной температурой деструкции и меньшей скоростью потери массы по сравнению с современными образцами древесины.

Прогнозирование развития пожаров на объектах культурно-исторического наследия с размещенными экспонатами необходимо выполнять для реальной пожарной нагрузки с учетом протекающих процессов термического разложения горючего материала, дымообразования и т.д., так как в результате старения существенно меняются такие характеристики как дымообразующая способность древесины лиственных пород (дуба, ясеня), низшая теплота сгорания, показатели токсичности. На основе стандартизованных испытаний получены пожарно-технические характеристики древесины с учетом фактора старения.

Список источников

1. Богданов А. Насущные проблемы обеспечения пожарной безопасности объектов культурного наследия / А. Богданов, О. Сушкова // Алгоритм безопасности. – 2014. – № 5. – С. 8-11.
2. Сушкова О. Эрмитаж: вопросы обеспечения пожарной безопасности / О. Сушкова, А. Богданов // Безопасность зданий и сооружений. – 2017. – № 1. – С. 218-221.
3. Сушкова О. Эрмитаж: вопросы обеспечения пожарной безопасности / О. Сушкова, А. Богданов // Безопасность зданий и сооружений. – 2017. – № 1. – С. 218-221.
4. Сушкова О.В. Проблемные вопросы эвакуации музейных ценностей и коллекций при пожаре // Системы безопасности. -2021. – № 3 (15). - С.82-83
5. Сушкова О. Эрмитаж: ориентир на надежность и долговечность / О. Сушкова // Безопасность зданий и сооружений. – 2021. – №2 (22). - С.38 – 40.
6. Сушкова О. Пожарная безопасность музеев и хранилищ. Методические разработки / О. Сушкова // Системы безопасности. -2022. - №2 (164). С.98-100.
7. Chixiang, M. Analysis of performance-based fire safety evacuation in a college library / M. Chixiang, S. Baotie, S. Shimei [et al.] // Procedia engineering. – 2012. – Vol. 43. – P. 399-406.
8. Еремина Т.Ю. Исследования характеристик пожарной опасности паркетов исторических объектов с массовым пребыванием людей / Т.Ю. Еремина, О.В. Сушкова // Пожаровзрывобезопасность. – 2023. – Т. 32, № 3. – С. 31-40. – doi: 10.22227/0869-7493.2023.32.03.
9. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учебное пособие / Ю.А. Кошмаров. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. – 118 с.
10. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». – М.: ВНИИПО, 2014. – 226 с.

УДК 614.842.66

УПРАВЛЕНИЕ ГАЗООБМЕНОМ НА ПОЖАРЕ С ПОМОЩЬЮ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ДЫМОУДАЛЕНИЯ

Каменев Антон Олегович¹; Турсенев Сергей Александрович²

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

anton_zip@mail.ru, SPIN 9495-77-88

stursenev@yandex.ru, SPIN 7751-4312

Аннотация. В статье рассматривается дымоудаление в условиях тушения пожара организованной аэрацией. При отсутствии технических устройств дымоудаления для эффективной борьбы с дымом предложена возможность применения вертикальной вентиляции на пожаре.

Ключевые слова: управление газообменом, газообмен, тактическая вентиляция, вертикальная вентиляция на пожаре

CONTROL OF GAS EXCHANGE IN CASE OF FIRE BY VERTICAL VENTILATION WITHOUT THE USE OF TECHNICAL AIR INJECTION DEVICES

Kamenev Anton O.¹; Tursenev Sergey A.²

^{1,2}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

anton_zip@mail.ru, SPIN 9495-77-88

stursenev@yandex.ru, SPIN 7751-4312

Abstract. The article discusses smoke extraction in conditions of fire extinguishing by organized aeration. In the absence of technical smoke extraction devices, vertical ventilation in case of fire is provided for effective smoke control.

Keywords: fire hazards, fire, tactical ventilation, vertical ventilation on fire

Обстановка на современных пожарах в большинстве случаев сопровождается выделением большого количества различных газов. При этом, в результате термического разложения горючих предметов и материалов, в огромных количествах выделяется более семидесяти видов токсичных веществ. Пара вдохов таких веществ способно существенно повлиять на здоровье и жизнь человека.

Газообмен – это движение газообразных масс, вызываемое выделением тепла при горении. Причиной газообмена является разность давлений газовой среды внутри помещения и воздуха снаружи [1]. Уровень плоскости равных давлений (нейтральная зона), объем зоны задымления, температура и плотность дыма сильно затрудняют и замедляют процесс проведения разведки в непригодной для дыхания среде (далее – НДС). Для того, чтобы повысить качество разведки в НДС, улучшить условия выживания в условиях пожара, а также условия работы сотрудников пожарно-спасательных подразделений внутри здания необходимо осуществлять управление газообменом.

Управление газообменом на пожаре является важным оперативно-тактическим действием, и выполняется с помощью трех способов: вертикальной вентиляции, горизонтальной вентиляции и комбинированным способом [2]. В данной статье рассматривается вертикальная вентиляция.

Вертикальная вентиляция – это способ организации управления газообменом в условиях тушения пожара, при котором вытяжные отверстия располагаются выше очага пожара, а приточные отверстия на том же уровне или ниже. При отсутствии специальных

технических средств дымоудаления вертикальная вентиляция осуществляется методом аэрации. Аэрация – это процесс естественного проветривания, или организованный естественный газообмен.

Во время проведения работ по вентиляции зданий и сооружений в условиях тушения пожара, необходимо строго следить за герметичностью организуемого вентиляционного канала. Контролировать на пути движения потока воздушных масс открытие и закрытие определенных проемов, дверей и окон. В некоторых случаях можно использовать противоподымный занавес, чтобы уменьшить площадь проема или полностью его исключить.

При организации вентиляционного канала следует соблюдать пропорции 1:1 отношения площади приточного проема к вытяжному. Чем больше требуется удалить продуктов горения, тем большей площади должны быть отверстия. Не следует делать отверстия слишком большие, это может привести к опрокидыванию воздушного потока. Обстановка на пожаре в таком случае может существенно усложниться, условия выживания гражданских лиц уменьшается, возрастает опасность для участников тушения пожара. Для увеличения площади отверстий рекомендуется делать несколько небольших.



Рис. 1. Работа вертикальной вентиляции.
Вид снаружи

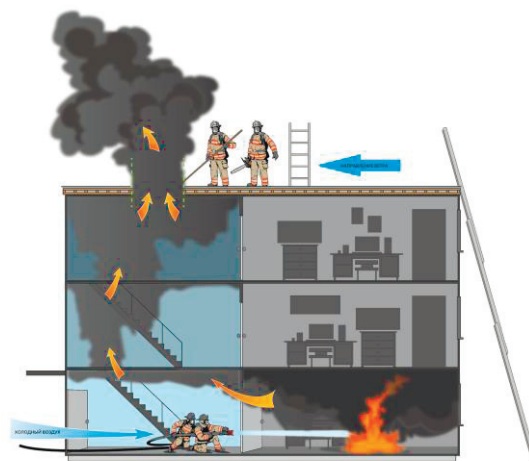


Рис. 2. Работа вертикальной вентиляции.
Вид внутри

Движущей силой вертикальной вентиляции является тепловая энергия продуктов горения. Нагретые продукты горения будут стремиться вверх, так как плотность нагретых газов будет меньше плотности холодного воздуха. Именно поэтому вытяжные отверстия следует располагать выше очага пожара. Чем больше разница в высоте между приточными и вытяжными отверстиями, тем эффективнее можно использовать тепловую энергию для организации вертикальной вентиляции. При этом необходимо учитывать ветровую нагрузку. Рекомендуется располагать приточные отверстия с наветренной стороны, а вытяжные с подветренной.

При работе по созданию вытяжных отверстий следует выбирать имеющиеся проемы, такие как выходы на кровлю и мансардные окна. Если это невозможно, то для организации вытяжных отверстий может потребоваться дополнительное время, а также инструмент вскрытия конструкций, например, кровельная пила или ручной инструмент. В любом случае, работа по созданию вытяжных отверстий возлагается на отдельное звено газодымозащитной службы, так как действия по созданию отверстий предусматривают работу в НДС.

В условиях тушения пожара увеличение площади вытяжных проемов путем вскрытия конструкций или уменьшения нижних проемов путем их перекрытия производят по визуальному наблюдению поднятия уровня нейтральной зоны, а также уровня задымления здания в целом.



Рис. 3. Создание вытяжного отверстия с помощью кровельной пилы на мягкой кровле



Рис. 4. Создание вытяжного отверстия с помощью ручного инструмента на мягкой кровле

Нейтральная зона располагается ближе к проемам, имеющим большую площадь. Чем ниже располагается плоскость равных давлений, тем больший объем займет зона задымления, возникнет большая вероятность задымления смежных отсеков и распространения опасных факторов пожара в них через существующие проемы.

Поднятие нейтральной зоны выше приточных проемов предотвращает распространение опасных факторов пожара в смежные помещения, снижает опасность для жизни людей, создает более благоприятные условия для осуществления боевых действий по тушению пожара. Изменением направления движения продуктов горения обеспечивается безопасность людей, находящихся в здании, включая участников тушения пожара, создаются необходимые условия для эвакуации или спасения, сдерживания скорости распространения горения, защиты негорящих помещений и материальных ценностей.

Если обстановка на пожаре требует введения дополнительных сил и средств через дополнительные приточные проемы, то площадь вытяжных проемов должна быть соответственно пропорционально увеличена. Уровень нейтральной зоны в этом случае не изменится.

Положительным результатом применения вертикальной вентиляции является количество удаленного дыма, необходимого для улучшения видимости и созданию более безопасных условий работы, находящихся внутри здания участников тушения пожара.

Список источников

1. Гавкалюк Б.В., Крымский В.В., Турсенев С.А. [и др.]. Техносферная безопасность. Управление газообменом на пожаре с использованием специальных технических средств: под общ. Ред. И.П. Денисова. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России. 2023, 84 с.

2. Каменев А.О., Турсенев С.А. Способы вентилирования зданий и сооружений при пожаре/ в сборнике Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации. Материалы IX международной научно-практической конференции в 2-х частях. Москва, 2024. С. 302-306.

УДК 621.45.017

СОВРЕМЕННЫЕ УГРОЗЫ ДЛЯ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

Гайдим Герман Владимирович¹; Актёрский Юрий Евгеньевич²

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹gaydims@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена современным угрозам, ставящим под сомнение привычные подходы к тушению пожаров и спасению людей в условиях современных конфликтов.

Ключевые слова: Пожарная техника, бронезащита, современные угрозы, модульные конструкции, полимерные материалы, безопасность

MODERN THREATS TO FIRE FIGHTING EQUIPMENT

Gaidym German V.¹; Akterskiy Yuri E v.²

^{1,2}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹gaydims@mail.ru

Abstract. The article is devoted to modern threats that call into question the usual approaches to extinguishing fires and saving people in modern conflicts.

Keywords: Firefighting equipment, armor protection, modern threats, modular structures, polymer materials, safety

Технический прогресс и изменение характера военных конфликтов требуют от колесной пожарно-спасательной техники МЧС России адаптации к новым условиям. В рамках современных конфликтов возникают специфические угрозы, ставящие под сомнение привычные подходы к тушению пожаров и спасению людей. При использовании специальной техники МЧС России возникает необходимость обеспечения безопасности оборудования, экипажа и гражданских работников, выполняющих задачи в условиях возрастающей угрозы поражения. Основным вызовом для пожарной техники МЧС России является рост силы и точности оружия, используемого противником. Современное вооружение способно не только наносить прямой ущерб, но и создавать широкий спектр вторичных угроз, включая взрывные волны, осколки и термические эффекты. Эти факторы значительно усложняют выполнение задач по тушению пожаров в опасных районах, таких как зоны активных боевых действий или террористических актов. Не менее важным является и уровень защиты техники от нетрадиционных методов ведения войны. Использование самодельных взрывных устройств, натяжных ловушек и других форм импровизированных угроз требует повышенного уровня защищенности пожарных машин. Широкое применение противником высокоточных боеприпасов усложняет работу спасательных групп. Сложные условия могут повлиять на экстренную эвакуацию пострадавших, не говоря уже о возможности возвращения пожарной техники на базу. Опираясь на современные материалы и технологии, можно минимизировать риски. При разработке индивидуальных решений по бронированию, важно учитывать не только массу, но и мобильность техники. Первоначальные модификации пожарных машин могут не соответствовать современным требованиям [1]. Например, проекты по бронезащите с использованием арматуры и других металлических элементов могут значительно увеличивать общую массу машины, снижая ее маневренные качества (рис. 1).

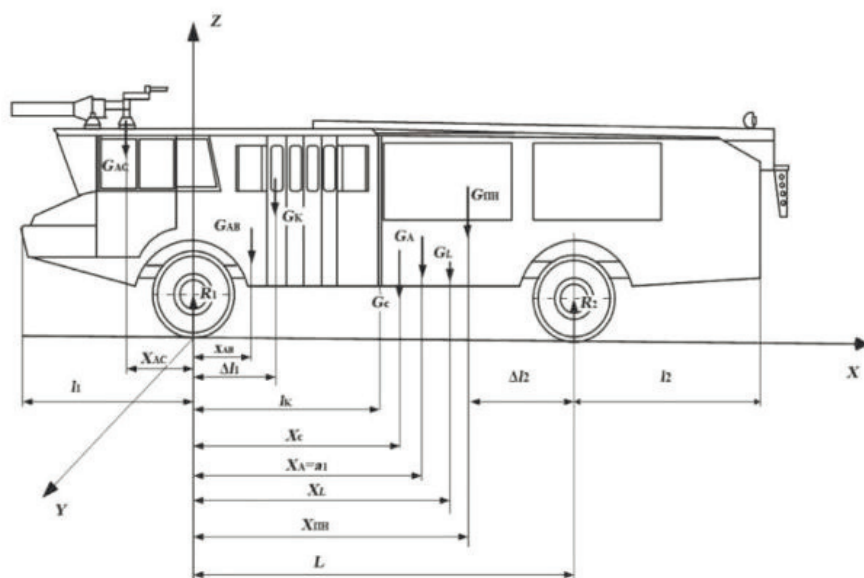


Рис. 1. Схема весовых нагрузок, действующих на пожарный автомобиль и координаты их приложения

Современные композитные материалы, такие как кевлар и углеродные волокна, уже начали внедряться в конструкцию оборудования. Они позволяют создавать более легкие и эффективные бронепанели, которые не ухудшают динамические характеристики техники. Чем большую долю в корпусе пожарной машины составляют новейшие полимерные композиты, тем меньшими будут нагрузки на шасси. Однако важно помнить, что данный подход требует комплексной проверки на поле боя.

Дополнительные несертифицированные способы бронирования пожарной техники с помощью наиболее простых и эффективных решений заключаются в использовании металлических модульных конструкций.



Рис. 2. Пример защиты кузова композитными материалами

Они могут быть быстро собраны и установлены на имеющиеся шасси, что позволяет в кратчайшие сроки подготовить автомобиль к работе в районах боевых действий. Для создания таких модулей применяются тонкие листы металла, что позволяет быстро восстанавливать поврежденные участки и обеспечивать лёгкость конструкции при сохранении защиты [2].



Рис. 3. Пример защиты с использованием металлических модульных конструкций

В ряде случаев для защиты машин используются гибридные материалы, комбинация «металл – полимер», способные обеспечить взаимозаменяемость в различных условиях. Использование таких материалов при проектировании бронирования оптимизирует соотношение между защитными характеристиками и массой, что особенно важно в условиях боевых действий, когда малая масса техники определяет скорость передвижения и маневренность [3].

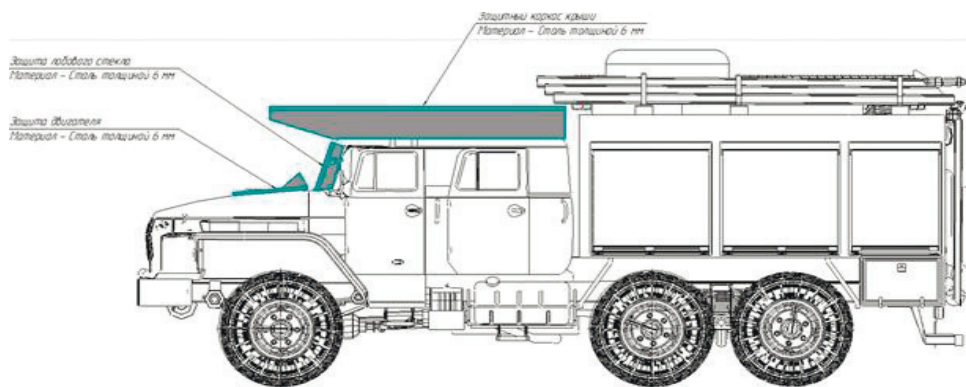


Рис. 4. Пример комбинированной защиты «металл – полимер»

Другим важным направлением является использование активных систем защиты, которые могут уменьшить вероятность повреждения техники. В дополнение к компонентам пассивной защиты, их применение требует анализа специфики потенциальных угроз. Например, установка датчиков и систем замедленной детонации может предоставить дополнительные возможности для защиты на уровне тактики и стратегии [4].

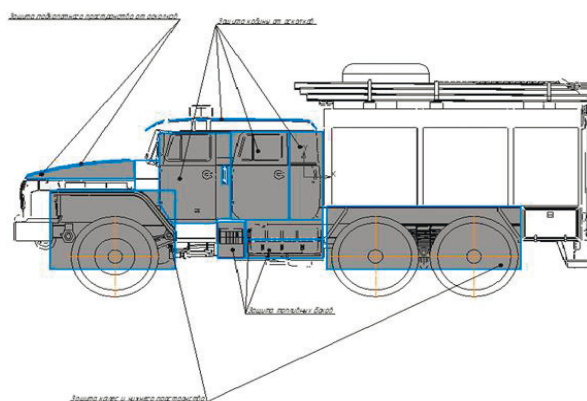


Рис. 5. Пример комбинированной защиты «металл-полимер»

Работа пожарной техники в условиях рассматриваемого конфликта требует учета как непосредственного воздействия, так и вторичных угроз. Эффективность подразделений зависит не только от физического состояния техники, но и от постоянной готовности экипажа к действиям в опасных условиях [5]. Обучение пожарных, работающих в боевых условиях, должно включать элементы тактического мышления, обращения с боеприпасами и координации с другими службами. Все вышеописанные аспекты показывают важность постоянного обновления и адаптации пожарной техники к новым требованиям Политики безопасности государства в условиях высокой вероятности угроз. В конечном итоге именно вышеуказанные меры способны создать надежный механизм, позволяющий технике успешно выполнять свои функции, преодолевая все современные вызовы и опасности на поле боя.

Заключение

Представленные технологичные решения ориентированы на противостояние современным угрозам, адаптацию применения пожарной техники к работе в условиях современных конфликтов.

В условиях военного конфликта работа пожарной техники требует учёта как непосредственного воздействия, так и вторичных угроз. Эффективность подразделений зависит не только от технического состояния оборудования, но и от готовности личного состава к действиям в опасных условиях. Обучение пожарных, работающих в боевых условиях, должно включать в себя элементы тактического мышления, навыки обращения с боеприпасами и координацию с другими службами. Все эти аспекты подчёркивают важность постоянного обновления и адаптации пожарной техники к новым требованиям политики безопасности государства в условиях высокой вероятности угроз. В конечном итоге, только эти меры способны создать надёжный механизм, позволяющий технике успешно выполнять свои функции, преодолевая все современные вызовы и опасности на поле боя.

Список источников

1. Варианты повышения защиты колесного движителя военной автомобильной техники войск национальной гвардии Российской Федерации от воздействия огнестрельного оружия и при подрыве. URL: <https://apni.ru/article/3837-varianti-povisheniya-zashchiti-kolesnogo-dviz> (дата обращения: 18.03.2025).
2. Показан заводской вариант бронирования грузовиков КамАЗ для участия в СВО. URL: <https://topwar.ru/205587-pokazan-zavodskoj-variant-bronirovaniya-gruzovikov-kamaz-dlja-uchastija-v-svo.html> (дата 18.03.2025).
3. «С учётом современных угроз»: как в России модернизируют защиту бронетехники на основе опыта СВО. URL: <https://russian.rt.com/russia/article/1173872-tehnika-zaschita-bronya> (дата обращения: 18.03.2025).
4. Способ бронирования техники URL: <https://patents.google.com/patent/ru2818897c1/ru> (дата обращения: 18.03.2025).
5. Система бронирования автомобилей, которая позволит удешевить защиту и сделать ее более надежной. URL: <http://m.gordonua.com/news/war/Volonter-izobrel-sposob-bronirovaniya-avtomobiley-na-osnove-betona-47652.html> (дата обращения: 18.03.2025).

УДК 623.62

ПРИМЕНЕНИЕ МОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ РЭБ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СИЛ И СРЕДСТВ МЧС РОССИИ ПРИ РЕШЕНИИ ИМИ ЦЕЛЕВЫХ ЗАДАЧ В РАЙОНАХ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ

Гайдим Герман Владимирович¹; Актёрский Юрий Евгеньевич²

^{1,2}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

¹gaydims@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена применению систем радиоэлектронной борьбы (РЭБ), для защиты сил и средств МЧС России при решении ими целевых задач в районах боевых действий, особенностям функционирования мобильной аппаратуры РЭБ, размещаемой на беспилотных летательных аппаратах (БПЛА) для подавления и блокирования радиоканалов управления наземными и воздушными беспилотными ударными средствами и дистанционными радиовзрывателями мин, применяемых диверсионными группами противника.

Ключевые слова: Радиоэлектронная борьба, радиоэлектронное подавление (РЭП), беспилотные летательные аппараты, аэродинамически забрасываемые передатчики помех (АЗПП), базовая станция (БС), блокирование абонентских терминалов сотовой связи, дистанционный взрыватель с радиосигналом (ДВР)

THE USE OF MOBILE RADAR WARFARE SYSTEMS TO PROTECT THE FORCES AND MEANS OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA IN SOLVING THEIR TARGET TASKS IN WAR ZONES

Gaidym German V.¹; Akterskiy Yuri E v.²

^{1,2}Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹gaydims@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the use of electronic warfare systems to protect the forces and means of the Ministry of Emergency Situations of Russia in solving their target tasks in combat areas, the peculiarities of the functioning of mobile electronic warfare equipment placed on unmanned aerial vehicles to suppress and block radio control channels of ground and air unmanned strike vehicles and remote radio detonators of mines used by sabotage enemy groups.

Keywords: Electronic warfare, electronic jamming, unmanned aerial vehicles, aerodynamically thrown interference transmitters, base station, virtual base station, blocking of cellular subscriber terminals

С учетом современных угроз, в том числе в новых субъектах Российской Федерации, обеспечение безопасности сил и средств МЧС России, подвергающихся обстрелам в зонах боевых действий, приобретает особую актуальность. Эти районы характеризуются высокой плотностью застройки, что создаёт большое количество радиотеней — зон приёма ослабленного сигнала или его отсутствия, что делает применение наземного оборудования обнаружения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в городской местности нетривиальной задачей, и создаёт повышенные риски для личного состава и техники.

В этих условиях радиоэлектронная борьба (РЭБ) является необходимым компонентом системы, задача системы направлена на повышение мер безопасности оперативных служб работающих в районах боевых действий. Современные технологии позволяют создавать высокотехнологичные мобильные системы РЭБ на беспилотных платформах, которые могут существенно повысить маневренность и дальность действия этих технологий, с учетом всех характеристик местности.

Актуальность статьи заключается в растущем значении применения РЭБ для обеспечения защиты сил и средств МЧС России при решении ими целевых задач в районах боевых действий. Интеграция РЭБ на БПЛА открывает новые перспективы в обеспечении безопасности подразделений, принимающих участие в военных конфликтах. БПЛА, оснащенные системами РЭБ, способны достигать значительных высот и эффективно блокировать вражеские радиосигналы на больших расстояниях, это критически важно в условиях большой плотности застройки, где скорость и точность радиоэлектронного подавления становятся решающим фактором. Таким образом, интеграция РЭБ с БПЛА, как современное мобильное средство защиты может существенно повысить безопасность автотранспорта и защитить личный состав, обеспечить способность выполнять спасательные и гуманитарные задачи находясь под угрозой обстрелов и минирования территорий в районах боевых действий.

Динамичность изменения обстановки в районах боевых действий, а также насыщенность подразделений с широким спектром радио электронных систем: средств связи; радиолокационных станций и радиотехнических комплексов; автоматизированных систем управления войсками (силами), боевыми средствами, технологическими процессами; абонентских приемников спутниковых радионавигационных систем (ГЛОНАСС, GPS) [1]; средств технической разведки и радиоэлектронной борьбы безусловно, влияет на характер и способы ведения вооруженной борьбы, а так же на безопасность сил и средств МЧС России при решении ими целевых задач скрытых в проведении аварийно-спасательных операций, ликвидаций крупномасштабных чрезвычайных ситуаций и других неотложных работ.

Мобильные системы РЭБ занимают ключевое место в обеспечении защиты и повышении эффективности применения сил и средств МЧС России в условиях боевых действий. Использование этих систем способствует не только защите собственных сил, но и снижению эффективности вражеских систем. Такая двусторонняя польза позволяет значительно увеличить шансы на успешное выполнение целевых задач [2].

Развитие и внедрение мобильных систем РЭБ на платформах беспилотных летательных аппаратов БПЛА открывает новые горизонты для модернизации системного обеспечения технологической составляющей сил и средств МЧС России. Модернизация БПЛА, оснащённого новой системой, способна достигать значительных высот и обеспечивать радиоподавление на расстоянии, дающем прямую видимость с целью блокировки вражеских радиосигналов, это является большим преимуществом в условиях застройки повышенной плотности. Такое технологическое решение позволяет достичь энергетического преимущества над базовыми станциями связи противника, что приводит к эффективному отключению абонентских терминалов противника. В таких условиях под радиоэлектронной борьбой понимается комплекс мероприятий и действий по радиоэлектронному подавлению противника и защите своих сил и средств от радиоэлектронного подавления [3]. Ее целью является снижение эффективности функционирования радиоэлектронных средств и автоматизированных систем управления оружием противника, что в конечном счете ведет к неполной реализации ими своих боевых возможностей.

Важную роль в процессах оперативного мониторинга обстановки, обеспечения боевых действий и не посредственного применения вооружения, военной и специальной техники выполняют стремительно развивающиеся высокотехнологичные комплексы различного назначения на платформах БПЛА. Поэтому разработка предложений по применению комплексов РЭБ на БПЛА является актуальной военно-прикладной задачей [5].

Для обеспечения безопасности сил и средств МЧС России предлагается оборудовать специальную технику мобильным пунктом управления РЭБ интегрированным на БПЛА с целью управления беспилотниками в ситуациях требующих оперативного реагирования, где существует угроза оказаться под обстрелом, а также системой подавления беспилотных летательных аппаратов БПЛА - установка глушителей радиочастот или лазерных устройств, которые могут дезориентировать или временно отключить дроны [4]. Применение этих

систем возможно в ситуациях, когда есть необходимость оперативно обеспечить безопасность сил и средств МЧС России при решении ими своих целевых задач, когда условия местности не позволяют оперативно отреагировать на приближающуюся угрозу представленную БПЛА противника, подступом противника на расстояние позволяющее вести обстрел и др.

Основным преимуществом мобильного пункта управления БПЛА является мобильность радиолокационного контроля обстановки в радиусе проведения аварийно-спасательных работ [6]. Увеличить высоту подъема станции радиопомех с помощью мобильных БПЛА, тем самым уменьшить дальность до подавляемой радиостанции, а также исключить влияние рельефа местности и других препятствий на распространение радиоволн. Применение средств РЭБ на платформе БПЛА способствует осуществлению возможности радио подавления практически на дальности прямой видимости. Значительный радиус применения БПЛА дает возможность осуществлять радиоподавление в районах, находящихся на удалении 100 и более километров от точки запуска, а также вести оперативное наблюдение в онлайн режиме за обстановкой происходящей в радиусе зоны проведения работ силами и средствами МЧС России.

В настоящее время РЭБ широко используется в Армии для защиты от различных угроз, включая блокирование дистанционных взрывателей с радиоканалом. Рассмотрим применение РЭБ «с БПЛА» для блокирования дистанционного взрывателя с радиоканалом (ДВР).

ДВР – это устройство, предназначенное для удаленного управления взрывом взрывного устройства, и применяется для управления взрывом на расстоянии путем передачи радиосигнала. РЭБ «с БПЛА» может быть использована для блокирования работы ДВР путем подавления радиосигнала, передаваемого от управляющего устройства к взрывателю. Это позволяет предотвратить активацию взрывного устройства. РЭБ основана на принципе подавления или искажения радиосигналов, передаваемых между радиоэлектронными устройствами. Для блокирования дистанционного взрывателя с радиоканалом используется специализированное оборудование, способное генерировать помехи на радиочастотах, используемых для передачи команд управления.

Применение РЭБ «с БПЛА» для блокирования дистанционного взрывателя с радиоканалом имеет ключевое значение для обеспечения безопасности сил и средств МЧС России при выполнении задач в условиях военных конфликтов. Благодаря использованию РЭБ «с БПЛА» возможно предотвратить активацию взрывного устройства на расстоянии в условиях плотной застройки, когда необходимо выйти из зоны ослабленного сигнала, это повышает эффективность выполнения поставленных перед МЧС России задач, и обеспечивает безопасность подразделений работающих в зонах боевых действий.

Мобильный пункт оснащенный комплексом РЭБ интегрированным с БПЛА в общем случае представляет собой совокупность аппаратно-программных средств, предназначенных для радио подавления (блокирования) наземных средств радиосвязи различного назначения. Необходимо отметить различную целевую направленность комплексов РЭБ «на БПЛА» и комплексов РЭБ «с БПЛА». Последние предназначены для радиоподавления каналов управления, передачи данных и навигации БПЛА противника.

Заключение

Представленные технологичные решения ориентированы на актуальность применения мобильных систем РЭБ, они являются важным элементом обеспечения безопасности и эффективности сил и средств МЧС России в условиях современных боевых действий. Эти системы не только защищают собственные силы, но и значительно снижают эффективность вражеских систем, что способствует успешному выполнению разнообразных оперативных задач. Мобильные пункты управления оснащенные комплексами РЭБ на беспилотных летательных аппаратах БПЛА открывают новые перспективы для модернизации сил и

средств МЧС России, позволяя достичь энергетического преимущества над противником и эффективно блокировать его радиосигналы.

Ключевые выводы статьи подчеркивают важность интеграции РЭБ на платформы БПЛА, так как они описывают уникальные преимущества, такие как увеличение высоты подъема станции радиопомех в условиях плотной городской застройки, уменьшение расстояния до подавляемой радиостанции, блокирование дистанционного взрывателя с радиоканалом, что является эффективным способом защиты от потенциальной опасности в результате удаленного управления взрывом. Эти характеристики делают систему РЭБ незаменимой в современных военных конфликтах, где быстрая и эффективная нейтрализация вражеских коммуникаций зачастую определяет исход боевых действий. Применение этих технологий также подтверждает стратегию России, активно развивающей воздушные и космические компоненты радиоэлектронной борьбы.

Неоспоримым преимуществом является способность комплексов РЭБ на БПЛА достигать энергетического превосходства, что позволяет отключать абонентские терминалы противника и создавать надежные барьеры для передачи информации. Это особенно актуально в условиях современной войны, где информационные и коммуникативные аспекты играют доминирующую роль. Таким образом, применение РЭБ содействует совершенствованию методов ведения боевых действий и открывает новые направления для исследований и инноваций в целях защиты сил и средств МЧС России при выполнении ими целевых задач в условиях этих действий.

Развитие систем РЭБ имеет значительный потенциал для будущих исследований, которые могут привести к созданию еще более эффективных решений, например интеграции в эту систему искусственного интеллекта. Эта тема остается критически важной для военной науки и практики, поскольку внедрение передовых технологий в оборонные стратегии способствует обеспечению национальной безопасности и успешному выполнению задач силами и средствами МЧС России, в условиях военных конфликтов.

Список источников

1. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 272 с.
2. Афонин И.Е., Макаренко С.И., Петров С.В. Описательная модель подсистемы радиоэлектронного подавления в составе средств воздушно-космического нападения, используемых для нарушения функционирования элементов системы воздушно-космической обороны // Системы управления, связи и безопасности. — 2021. — № 2. — С. 76-95. DOI: 10.24412/2410-9916-2021-2-76-95.
3. Палий А.И. Радиоэлектронная борьба, Москва, 1989. с. 55
4. Актерский Ю.Е. статья Этапы совершенствования уровня профессиональной подготовки специалистов для предприятий РЭП Журнал «Вопросы радиоэлектроники», от 18.03.2013.URL://<http://www.elibrary.ru/item.asp?id=19101377>
5. Раскин А.В., Пеляк В.С. Сетецентрическая война - война информационной цивилизации // Военная Мысль. 2008. № 4. С. 78-80.
6. Применение дронов для обеспечения безопасности и в чрезвычайных ситуациях от 14.10.2024 https://aeromotus.ru/webinar/public_safety/.

УДК 699.812.2

ПОДХОДЫ К МОНИТОРИНГУ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ КРАСОК ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Еремина Татьяна Юрьевна¹, Минайлов Денис Александрович².

¹ Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

² ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Балашиха, Россия

¹ main@stopfire.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1427-606X>

² minailov-denis@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9811-3908>

Аннотация. В статье предлагаются подходы к мониторингу огнесохранности вспучивающихся огнезащитных красок в условиях эксплуатации. Предложен диэлектрический метод контроля огнесохранности вспучивающихся огнезащитных красок. Для оценки огнесохранности вспучивающихся огнезащитных красок диэлектрическим методом был разработан стенд. Огнесохранность исследуемых красок оценивалась при помощи коэффициентов эффективности.

Ключевые слова: огнесохранность вспучивающихся огнезащитных красок, диэлектрические методы, диэлектрическая проницаемость, тангенс угла диэлектрических потерь, диэлектрические свойства красок.

APPROACHES TO MONITORING THE FLAME-RETARDANT PROPERTIES OF PAINTS BY THE DIELECTRIC METHOD

Eremina Tatiana Yu.¹, Minailov Denis A.².

¹ Saint-Petersburg State Fire Service University of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

² FGBU VNIPO EMERCOM of Russia, Balashikha, Russia

¹ main@stopfire.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1427-606X>

² minailov-denis@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9811-3908>

Annotation. The article suggests approaches to monitoring the fire safety of bulging flame-retardant paints under operating conditions. A dielectric method for controlling the fire safety of bulging flame-retardant paints is proposed. To assess the fire safety of bulging flame-retardant paints using the dielectric method, a stand was developed. The fire safety of the studied paints was assessed using efficiency coefficients.

Keywords: fire safety of bulging flame-retardant paints, dielectric methods, dielectric constant, tangent of the dielectric loss angle, dielectric properties of paints.

В настоящее время стальные строительные конструкции получили широкое распространение при строительстве зданий и сооружений в условиях Крайнего Севера, так как железобетонные конструкции не смогли обеспечить высокую эффективность капиталовложений в таких климатических условиях [1, 2]. Сегодня для защиты зданий и сооружений на стальном каркасе от пожара применяют различные средства огнезащиты, среди которых широкое применение получили огнезащитные краски [3-5].

При создании и эксплуатации огнезащитных красок важнейшей проблемой является обеспечение их огнесохранности (способности краски сохранять свои огнезащитные свойства в условиях эксплуатации) в течение всего срока службы стальных строительных конструкций. Так как нормативные сроки службы стальных строительных конструкций исчисляются десятками лет [6], то огнезащитные краски длительное время подвергаются воздействию широкого спектра поражающих факторов окружающей среды, которые негативно влияют на обеспечение пожарной безопасности зданий и сооружений.

Согласно статистическим данным [7] в России за последние 5 лет (2019-2023 гг.) произошло 2 015 354 пожара, погибло 40 954 человека, прямой материальный ущерб составил 96 176 084 тыс. руб. Обстановка с пожарами в зданиях различной степени огнестойкости за период 2019-2023 гг. распределилась следующим образом (рисунок 1).

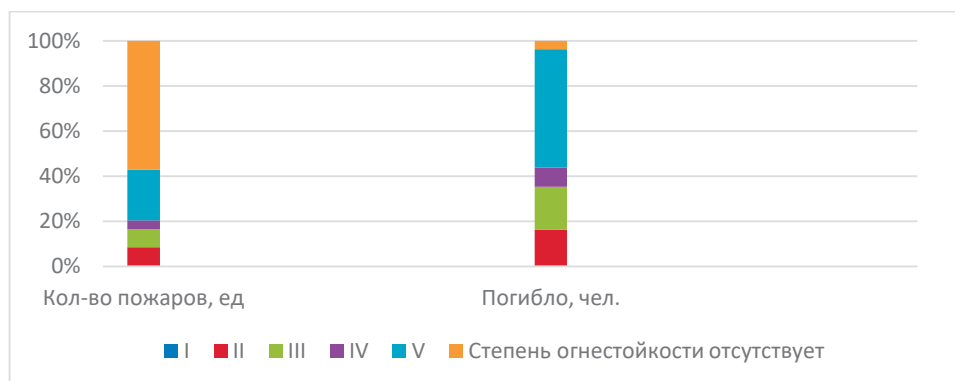


Рис. 1. Обстановка с пожарами в зданиях различной степени огнестойкости

Обеспечение пожарной безопасности зданий и сооружений на стальном каркасе требует детальных знаний о поведении стальных строительных конструкций в условиях пожара, а также об огнестойкости огнезащитных красок при длительном воздействии различных поражающих факторов окружающей среды.

Моделирование или имитация реальных условий эксплуатации огнезащитных красок в лабораторных условиях представляет сложную научно-техническую проблему, так как условия эксплуатации могут быть различными для одной и той-же краски, а широкий круг факторов окружающей среды может по-разному влиять на огнезащитные свойства. Поэтому для комплексной оценки степени воздействия условий эксплуатации на огнезащитные свойства красок требуется проведение длительных натурных испытаний, цель которых заключается в получении наиболее полной информации о влиянии окружающей среды на их огнестойкость.

Важной проблемой при исследовании огнестойкости огнезащитных красок является выбор контролируемых параметров, которые должны характеризовать ее огнезащитные свойства и быть чувствительными к изменению их состава и структуры, а также определяться относительно простыми дистанционными методами.

Отсутствие методов мониторинга стальных конструкций с огнезащитными красками, нанесенными в стыках и узлах, в местах сопряжения конструкций между собой на значительной высоте, при ремонте и реконструкции стальных балок различного сортамента и состава металла (далее – труднодоступные места), создало предпосылки для разработки методов количественно-качественной оценки огнестойкости конструкций со вспучивающимися красками при различных высокотемпературных воздействиях и температурно-влажностных условиях эксплуатации.

Решить проблему контроля сохранности огнезащитных свойств краски, а также несвоевременного обнаружения мест снижения огнезащитных свойств красок на объекте, можно применением автоматизированных систем мониторинга технического состояния конструкций зданий и сооружений (рисунок 2).

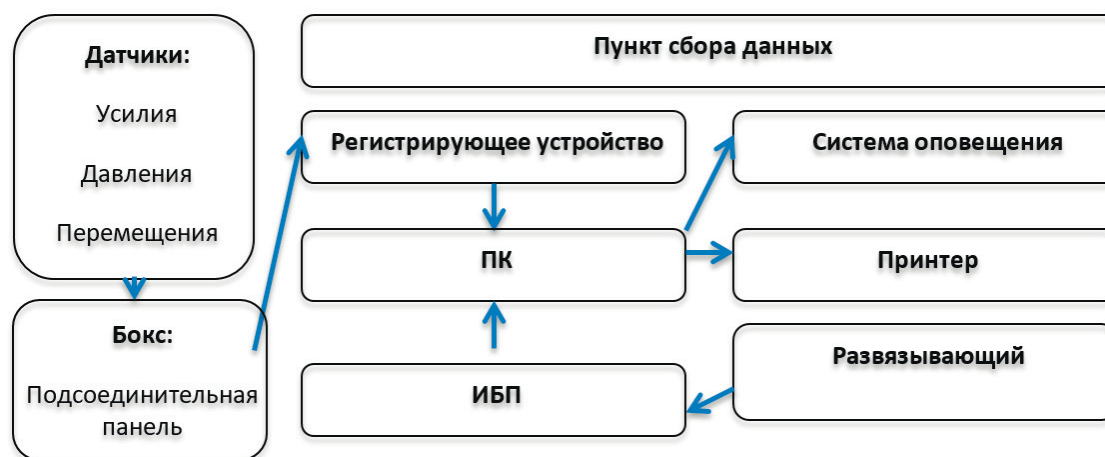


Рис. 2. Блок-схема измерительной системы мониторинга технического состояния конструкций зданий и сооружений

В отличие от планового осмотра, выполняемого специалистами, система мониторинга позволяет производить инструментальный неразрушающий контроль непрерывно с заданным интервалом времени в течение как этапа строительства, так и периода последующей эксплуатации, что позволяет своевременно выявлять дефекты стальных конструкций и тем самым повысить безопасность здания или сооружения во время пожара.

Анализ возможностей систем мониторинга показал, что в настоящее время они не позволяют контролировать сохранность огнезащитных свойств красок, в связи с отсутствием необходимых для этой цели датчиков.

Согласно [5] механизм огнезащитного действия краски зависит от компонентного состава и физико-химического взаимодействия между компонентами, которое обеспечивает огнезащитную эффективность при повышенных температурах во время пожара. Под действием внешних факторов в краске происходят физико-химические, биохимические, фотохимические, электрохимические процессы в полимерной матрице с потерей технологических, прочностных, эксплуатационных, адгезионных и огнезащитных характеристик. Анализ применяемых методов исследования физико-химических и механических свойств полимерных покрытий показал, что в последние годы для их оценки и контроля широко используются диэлектрические методы. К параметрам полимерного покрытия, которые дистанционно контролируются с помощью диэлектрических методов, относятся диэлектрическая проницаемость (ϵ) и тангенс угла диэлектрических потерь ($\tan\delta$).

Диэлектрическая проницаемость является важнейшим макроскопическим параметром материала, характеризующим процесс поляризации, и она может быть найдена по измеренной емкости конденсатора с диэлектриком.

В материалах всегда содержится небольшое количество свободных зарядов, которые под воздействием электрического поля создают слабые по величине сквозные токи, или токи утечки. Протекание токов проводимости сквозь толщу диэлектрика и по его поверхности сопровождается рассеянием энергии и выделением тепла. Для характеристики способности диэлектрика рассеивать энергию в электрическом поле используют угол диэлектрических потерь и тангенс этого угла $\tan\delta$.

Для большинства полимерных материалов характерна ярко выраженная связь диэлектрических свойств с молекулярным тепловым движением, что обуславливает широкие возможности диэлектрических методов в изучении структуры и состава материалов, химических и физических превращений в них.

Сущность контроля огнезащитных свойств красок при применении диэлектрического метода заключается в контроле изменения диэлектрических свойств краски (емкости диэлектрической ячейки – C и тангенса угла диэлектрических потерь – $\tan\delta$), по результатам изменения которых можно судить об изменении огнезащитных свойств краски, так как между изменением диэлектрических и огнезащитных свойств краски существует

корреляционная связь [8], которую необходимо для каждой огнезащитной краски определять в лабораторных условиях во время проведения ускоренных климатических испытаний (определяются коэффициенты изменения емкости диэлектрической ячейки K_C , тангенса угла диэлектрических потерь $K_{tg\delta}$, соответствующие снижению огнезащитных свойств краски ниже требуемого нормативного значения). Датчики температуры и влажности применяются, так как значения K_C , $K_{tg\delta}$ зависят от температуры и влажности. Эти значения также определяются во время проведения ускоренных климатических испытаний.

Коэффициенты K_C , $K_{tg\delta}$ определяются по следующим формулам:

$K_C = \frac{dC}{dt} * \frac{1}{C_0}$ – коэффициент изменения емкости диэлектрической ячейки;

$K_{tg\delta} = \frac{dtg\delta}{dt} * \frac{1}{tg\delta_0}$ – коэффициент изменения тангенса угла потерь диэлектрической ячейки,

где C_0 – начальное значение емкости диэлектрической ячейки, Ф;

C – значение емкости диэлектрической ячейки во время эксплуатации огнезащитной краски;

$tg\delta_0$ – начальное значение тангенса угла диэлектрических потерь;

$tg\delta$ – значение тангенса угла диэлектрических потерь во время эксплуатации огнезащитной краски.

Значения K_C , $K_{tg\delta}$ в начале эксплуатации огнезащитной краски равны 1. Далее в течение всего времени эксплуатации огнезащитной краски определяется текущее значение C и $tg\delta$ каждой диэлектрической ячейки.

Результаты исследования

Установлено, что между изменением диэлектрических свойств и кратностью вспучивания краски имеется сильная и достоверная корреляционная связь. Причем связь между изменением емкости и кратности вспучивания имеется прямая, а между изменением тангенса угла диэлектрических потерь и кратностью вспучивания – обратная. С вероятностью безошибочного прогноза более 95% установлено, что с уменьшением емкости диэлектрической ячейки с огнезащитной краской и увеличением тангенса угла потерь происходит снижение кратности вспучивания огнезащитных красок

Список литературы

1. Тилинин, Ю. И., Бакарадзе Г. А., Тилинин В. Ю. Оценка эффективности технологии оперативного строительства// Сб. ст. по материалам межвузовской науч.-практ. конф. «Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства». СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2021. № S3 (15). с. 246–254.
2. Быняева, Н. А., Тилинин Ю. И., Фролов А. В. К вопросу повышения организационно-технического уровня экспедиционных жилищ // Градостроительные проблемы на современном этапе. Сборник докладов между народной научно-практической конференции 24–25 мая 2000. Санкт-Петербург. с. 179–180.
3. Голованов В. И., Пехотиков А. В., Павлов В. В. Обзор рынка средств огнезащиты металлоконструкций. Преимущества и недостатки различных видов – М.: Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Огнезащита XXI века» – 2014.
4. Актуальные вопросы применения средств огнезащиты для стальных конструкций / А.В. Пехотиков [и др.] // Евростройпрофи. 2015. № 79. С. 34–38.
5. Головина, Е. В. Оценка эффективности современных средств огнезащиты стальных конструкций для объектов нефтегазовой отрасли в условиях Арктического региона / Е. В. Головина // Техносферная безопасность. – 2022. – № 2(35). – С. 46-55. – EDN WCAOCL.
6. ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ. - аналитич. сб. П 46 Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.
8. Minailov, D. New Method of Quality Control for Fire Protective Coatings / D. Minailov, T. Eremina, D. Korolchenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Prague, 18–22 июня 2018 года. Vol. 471. – Prague: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 112016. – DOI 10.1088/1757-899X/471/11/112016. – EDN YHMTAF.

**Материалы
всероссийской научно-практической конференции**

**ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ:
СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ.
ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ**

17 апреля 2025 года

ISBN 978-5-907883-29-1



9 785907 883291 >

Ответственный за выпуск – В.А. Онов
Печатается в авторской редакции
Служебное издание

Подписано в печать 24.04.2025
Печать цифровая

Зак. № 54
Объем 34 п.л.

Формат 60 × 84 ¹/₈
Тираж 300 экз.

Отпечатано в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России
196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149